



موقع بداية التعليمي | beadaya.com

تم تحميل الملف
من موقع **بداية**

Google

للمزيد اكتب
في جوجل



بداية التعليمي

موقع بداية التعليمي كل ما يحتاجه الطالب والمعلم
من ملفات تعليمية، حلول الكتب، توزيع المنهج،
بوربوينت، اختبارات، ملخصات، اختبارات إلكترونية،
أوراق عمل، والكثير...

حمل التطبيق



المملكة العربية السعودية

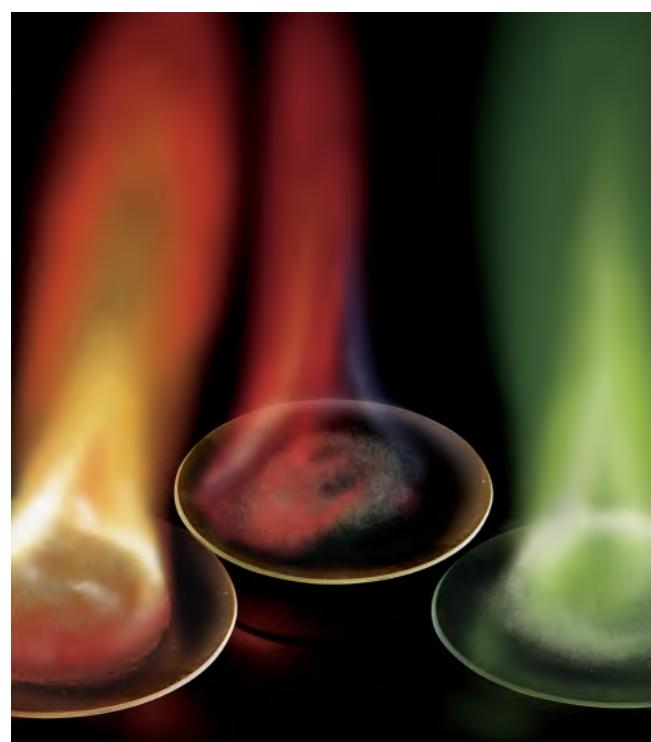


قررت وزارة التعليم تدريس
هذا الكتاب وطبعه على نفقتها

الكيمياء ١

التعليم الثانوي - نظام المسارات

السنة الأولى المشتركة



قام بالتأليف والمراجعة

فريق من المتخصصين



وزارة التعليم
Ministry of Education
2023 - 1445

طبعة 2023 - 1445

ج ١٤٤٢ هـ ، وزارة التعليم

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

وزارة التعليم

كيمياء ١ التعليم الثانوي - نظام المسارات - السنة الأولى المشتركة. / وزارة التعليم. -

الرياض، ١٤٤٢ هـ

ص ١٩٨

ردمك : ٩٤٤-٩٠٨-٦٠٣-٥٠٨

أ- الكيمياء - تعليم - السعودية ٢- التعليم الثانوي - السعودية -

كتب دراسية أ. العنوان

١٤٤٢/١٠٢٧١

ديوبي ٥٤٠،٧١٢

رقم الإيداع: ١٤٤٢/١٠٢٧١

ردمك : ٩٤٤-٩٠٨-٦٠٣-٥٠٨

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 بال التربية والتعليم:
يسعدنا تواصلكم؛ لتطوير الكتاب المدرسي، ومقترحاتكم محل اهتمامنا.



fb.ien.edu.sa



بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ



رموز السلامة في المختبر

المخاطر والاحتياطات اللازم مراعاتها

العلاج	الاحتياطات	الأمثلة	المخاطر	رموز السلامة
تخلص من المخلفات وفق تعليمات المعلم.	لا تخلص من هذه المواد في المغسلة أو في سلة المهملات.	بعض المواد الكيميائية، والمخلوقات الحية.	مخلفات التجربة قد تكون ضارة بالانسان.	 التخلص من المخلفات
أبلغ معلمك في حالة حدوث ملامسة للجسم، واغسل يديك جيداً.	تجنب ملامسة الجلد لهذه المواد، وارتد كمامه وقفازين.	البكتيريا، الفطريات، الدم، الأنسجة غير المحفوظة، المواد النباتية.	مخلوقات ومواد حية قد تسبب ضرراً للإنسان.	 ملوثات حيوية بيولوجية
اذهب إلى معلمك طلباً للإسعاف الأولي.	استعمال قفازات واقية.	غليان السوائل، السخافات الكهربائية، الجلد الجاف، النيتروجين السائل.	الأشياء التي قد تحرق الجلد بسبب حرارتها أو برودتها الشديدة.	 درجة الحرارة المؤذية
اذهب إلى معلمك طلباً للإسعاف الأولي.	تعامل بحذر مع الأداة، واتبع إرشادات استعمالها.	المقصات، الشفرات، السكاكين، الأدوات الدبابية، أدوات التشريح، الزجاج المكسور.	استعمال الأدوات والزجاجيات التي تخرج الجلد بسهولة.	 الأجسام الحادة
اترك المنطقة، وأخبر معلمك فوراً.	تأكد من وجود تهوية جيدة، ولا تشم الأبخرة مباشرة، وارتد كمامه.	الأمونيا، الأستون، الكبريت الساخن، كرات العث (الفثائل).	خطر محتمل على الجهاز التنفسى من الأبخرة.	 الأبخرة الضارة
لا تحاول اصلاح الأعطال الكهربائية، واستعن بمعلمك فوراً.	تأكد من التوصيلات الكهربائية للأجهزة بالتعاون مع معلمك.	تأريض غير صحيح، سوائل منسكية، تمس كهربائي، أسلاك معززة.	خطر محتمل من الصعق الكهربائية أو الحريق.	 الكهرباء
اذهب إلى معلمك طلباً للإسعاف الأولي.	ضع واقياً لغبار وارتد قفازين وتعامل مع المواد بحرص شديد.	حبوب اللقاح، كرات العث، سلك الموعين، ألياف الزجاج، برمجيات البوتاسيوم.	مواد قد تهيج الجلد أو الفشاء المخاطي لفترة التنفسية.	 المواد المهيجة
اغسل المنطقة المصابة بالماء، وأخبر معلمك بذلك.	ارتد نظارة واقية، وقفازين، وليس مطف المختبر.	المبيضات مثل فوق اكسيد النيتروجين والأحماض كحمض الكبريتيك، القواعد كالأمونيا وهيدروكسيد الصوديوم.	المادة الكيميائية التي قد تتفاعل مع الأنسجة والمواد الأخرى وتتلفها.	 المواد الكيميائية
اغسل يديك جيداً بعد الانتهاء من العمل، واذهب إلى معلمك طلباً للإسعاف الأولي.	اتبع تعليمات معلمك.	الزئبق، العديد من المركبات الفلزية، اليود، النباتات السامة.	مواد تسبب التسمم إذا ابتلعت أو استنشقت أو لمست.	 المواد السامة
أبلغ معلمك طلباً للإسعاف الأولي واستخدم مطفأة الحريق حسب نوع المادة المحترقة والموضحة على المطفأة.	تجنب مناطق اللهب عند استخدام هذه الكيموايات.	الكحول، الكيروسين، الأسيتون، برمجيات البوتاسيوم، الملابس، الشعر.	بعض الكيموايات التي يسهل اشتعالها بواسطة اللهب أو الشرور أو عند تعرضها للحرارة.	 مواد قابلة للاشتعال
أبلغ معلمك طلباً للإسعاف الأولي واستخدم مطفأة الحريق إن وجدت.	اربط الشعر إلى الخلف، ولا تلبس الملابس الفضفاضة، واتبع تعليمات العمل عند إشعال اللهب أو إطفائه.	الشعر، الملابس، الورق، المواد القابلة للاشتعال.	ترك اللهب مفتوحاً يسبب الحريق.	 اللهب المشتعل
غسل اليدين اغسل يديك بعد كل تجربة بالماء والصابون قبل نزع النظارة الواقعية.	نشاط إشعاعي يظهر هذا الرمز عند استعمال مواد مشعة.	سلامة الحيوانات يشير هذا الرمز للتأكد على سلامه المخلوقات الحية.	وقاية الملابس يظهر هذا الرمز عندما تسبب المواد بقعأ أو حرقاً للملابس.	سلامة العين يجب دائماً ارتداء نظارة واقية عند العمل في المختبر.



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 مسكونة.
- مكان صندوق الإسعافات الأولية ومستلزماتها، وموقع كل من أجهزة إنذار الحريق والهاتف ومكتب الممرض في المدرسة.

الموقف	الاستجابة الآمنة
الحرق	يسكب عليها الماء البارد بغزارة.
الجروح والكدمات	اتباع التعليمات والإرشادات الموجودة في صندوق الإسعافات الأولية.
الصدمات الكهربائية	ترويد 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	إغلاق جميع مصادر اللهب وإغلاق صنابير الغاز، ولف المصاب ببطانية الحريق، استعمال طضمية الحريق لإخماد النار. لا يجب استخدام الماء لإطفاء الحريق؛ لأن الماء يتفاعل مع المواد المحترقة، مما يتسبب في ازدياد الحرائق.
مادة مجهولة في العين	غسل العين بالماء النظيف.
التسمم	معرفة العامل المسبب للتسمم، وإبلاغ المعلم للقيام باللازم.
النزف الشديد	الضغط على الجرح لوقف النزيف، وطلب المساعدة الطبية في الحال.
المواد المسكونة	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 ماء لأنه يمكن أن يُفاقِم من الحرق فعلياً



المقدمة

الحمد لله رب العالمين، والصلوة 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 متقدمة 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.

ولكيمياء فرع من العلوم الطبيعية يتعامل مع بنية المادة ومكوناتها وخصائصها النشطة. ولأن المادة هي كل شيء يشغل حيزاً في الفراغ وله كتلة، إذن فالكيمياء تهتم بدراسة كل شيء يحيط بنا، ومن ذلك السوائل التي نشربها، والغازات التي تنفسها، والمواد التي يتكون منها جهازنا الخلوي، وطبيعة الأرض تحت أقدامنا. كما تهتم بدراسة جميع التغيرات والتحولات التي تطرأ على المادة. فالنفط الخام يحول إلى منتجات نفطية قابلة للاستخدام بطرق كيميائية، وكذلك تحويل بعض المنتجات النفطية إلى مواد بلاستيكية. والمواد الخام المعدنية يستخلص منها الفلزات التي تستخدم في العديد من الصناعات الدقيقة، وفي صناعة السيارات والطائرات. والأدوية المختلفة تستخلص من مصادر طبيعية ثم تفصل وتركب في مختبرات كيميائية. ويتم في هذه المختبرات تعديل مواصفات هذه الأدوية لتوافق مع المواصفات الصيدلانية، وتلبى 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 تساعده 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 التمهيدية 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 يعزز أيضاً مبدأ رؤية (2030) "تعلم 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 تعمق معرفتك وخبراتك في فهم محتوى الفصل. وتتضمن كل قسم مجموعة من الصور والأشكال والرسوم التوضيحية بدرجة عالية الوضوح تعزز فهمك للمحتوى. وتجد أيضاً مجموعة من الشرح والتفسيرات في هوامش الكتاب، ومنها ما يتعلق بالربط مع محاور رؤية (2030) وأهدافها الاستراتيجية، وبالمهن أو التمييز بين الاستعمال العلمي والاستعمال الشائع لبعض المفردات، أو إرشادات للتعامل مع المطوية التي تعدّها في بداية كل فصل.

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

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

قائمة المحتويات

الفصل 3

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

الفصل 4

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

الفصل 5

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



دليل الطالب

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

الفصل 1

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

الفصل 2

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

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 تقرؤه طلباً للعلم والمعلومات. وفيما يأتي بعض الأفكار والإرشادات التي تساعدك على قراءته:

المادة - الخواص والتغيرات
Matter – Properties and Changes

الكتاب العامة كل شيء مكون من مادة، ولد خواص معينة.

1- خواص المادة **الظاهرة** توجّه معظم المواد المألوّنة في الحالة الصلبة أو السائلة أو الغازية، وما خواص فزيائية وكيميائية مختلفة.

2- تغيرات المادة **الظاهرة** يمكن أن يحدث لل المادة تغيرات فزيائية وكيميائية.

3- المخلوطات **الظاهرة** توجد معظم المواد المألوّنة على شكل مخلوط المخلوط مزج من مادتين تقريباً أو أكثر.

4- المركبات **الظاهرة** المركب مكون من عنصرتين أو أكثر متخلّقين معاً أحدهما كيميائياً.

حقائق كيميائية

- الماء هو المادة الوحيدة على الأرض التي توجد بليغةً في الحالات الصلبة والسائلة والغازية.
- يُ gritty للذريkin نفسه، سواء أكان متخلّقاً في حكم طبل، أم متقدّماً في ثوراء في الفراء في صورة بخار ماء.
- يعطى الماء حوالي 70% من سطح الأرض.

42

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

قبل أن تقرأ

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

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

تجربة استهلاكية

كيف يمكنك ملاحظة التغير الكيميائي؟
معظم المواد المألوّنة لا تغير كيميائياً مع الوقت، لكن خلط المواد مما يجعل التغير ينكم.

خطوات العمل

- أولاً اطّلّع على إسلامة في بليل التجارب العملية على منصة عين.
- ضع قطعة من فلز الماء في أنبوب اختبار كبير.
- ثُبّت الأنبوب يائساً في حامل، بحيث تكون قمة الأنبوب بعيدة عنك.
- خمير: HCl قد يتيح أبخرة ضارة ويسكب الماء.
- خذ 10 mL من عسل حمض الهيدروكلوريك الذي تركزه 3M واستعمل خمار مدرج، ثم ضعه على طاولة المختبر.
- أشعل شعلة خشب وبعد دقائق من حرقه، ثم انفع عليها نعلق الماء الذي يائساً على شكل جرة.
- عليك أن تكون قمة الأنبوب متوجهة بمقدار عدّ تقارب الماء.
- قرب الماء المتوجه من قمة الأنبوب، ثم انقلها إلى فوهه الماء الماء، وسفل ملاقطك.
- مغاص من الماء كي يطلب المعلم.
- بُذب حمض الهيدروكلوريك HCl يحدّر في أنبوب الاختبار الذي يجري الماء.
- انتظر دقيقة، ثم كرر الخطوة رقم 5.
- قرب الماء المتوجه من قمة الأنبوب الاختبار ووزن ملاقطك.

التحليل

- صف أي تغيرات شاهدتها في أثناء التجربة.
- استنتاج سبب تكون قفّاعات عند إضافة حمض الهيدروكلوريك HCl إلى فلز الماء.
- استنتاج ما الذي حدّد للماء المتوجه في الخطوة رقم 10؟

يجدر ذكر في الخطوة رقم 6

استقصاءً لماذا انتظرت قبل استخدام شعلة الخشب؟ صمم تجربة لتحديد ما إذا كانت النتائج متختلفة مع الوقت.

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.

خواص المادة

Properties of Matter

المادة **مقدمة** توجد معظم المواد المأهولة في الحالة الصلبة أو السائلة أو

الغازية، ولها خواص كيميائية وكميائية مختلفة.

الربط مع الحياة إذا ترك كأس ماء فيه جليد يطير على السطح فارة كافية في درجة

حرارة الغرفة سوف يذهبوا إلى الجليد. هل يتغير تركيب الماء عندما يتتحول من الحالة

الصلبة إلى الحالة السائلة؟

المواد الكيميائية النقيّة Substances

عرفت أن المادة هي كل ما له لذة ويشغل حيزاً، وأن كل شيء من حولنا مادة، فنلاحظ

العلف الذي نأكله مثلاً نوع من المواد المأهولة لديناك، وهو ذو تركيب غير ثابت حيث يتكون

دائماً من كاربونات الصوديوم بنسبة 100% ويتغير تركيبه من موته إلى آخر، فالعلف

الذي يستخرج من البحر أو من المحجر له دائماً نفس التركيب والمواضيع، وقد اكتشف

العلماء بكميات كبيرة في مدينة القصص في المملكة العربية السعودية، واستخرج بمفرز برك

كثيرة يدفعها الماء بمحركات كهربائية، ثم يتركز فرقه من الزئن، وعندما يتغير الماء

يتربّط العلب على وجه البركة شكلاً مطريق سميكة من الملح الأبيض، انظر الشكل 1-2.

درست في الفصل الأول أن الماء ذات التركيب المطلق والتائب تسمى مادة كيميائية نقاء

كملع الطعام، ومن المواد الكيميائية النقاء **أاماً** (أاماً)، وهو مكون من هيدروجين

وأكسجين أماً من الشرب وباء البحر فليس تقنياً، إنه إذا أخذنا شيئاً من أماكن

علاقة سويفاً بجدها تغير على كميات مختلفة من المعادن والمواد النازية الأخرى، المواد

الكميائية النقاء مهتمة، وهذا وإن حسناً كثيراً من هذا الكتاب سوف يركز على تركيب

المادة، وكيف يتفاعل بعضها مع بعض.

2-1

الأهداف

* تعريف خواص المواد.

* تفرق بين الحالات الكيميائية للإذابة.

* تفهم بين الخواص الكيميائية والكميائية للمادة.

مراجعة المفردات

الكتافة: نسبة كثافة الجسم إلى

حجمه.

المفردات الجديدة

حالات المادة

البلازما

المادة الصلبة

السائل

الغاز

البخار

الخاصية الكيميائية

الخاصية غير الكيميائية

الخاصية الممزوجة

الخاصية الكيميائية



شكل 2-2: نوع الطعام التركيب نفسه سواء استخرج من البحر أم من منجم.

44

مثال 1-2

حفظ الكتلة في إحدى التجارب وضع 10 g من أكسيد الرتبيك II الأخر في كأس مفتوحة، وساخت حتى تحولت إلى زيتان سائل وغاز أكسجين، فإذا كانت كتلة الرتبيك السائل 9.26 g في كتلة الأكسجين الناتج عن هذا التفاعل؟

1 تحليل المسألة

تم إعطاؤك كتلة المادة المتفاعلة وكتلة أحد الموات في التفاعل، وبطبيعة المقادير حفظ الكتلة فإن جمجمة كتل الموات يجب أن يساوي جمجمة كتل المواد المتفاعلة.

المطلوب

كتلة الأكسجين =

10.0 g = II أكسيد الرتبيك

9.26 g = كتلة الرتبيك

2 حساب المطلوب

ضع قانون حفظ الكتلة

كتلة المتفاعلات = كتلة الناتج

كتلة أكسيد الرتبيك II = كتلة الرتبيك + كتلة الأكسجين

كتلة الأكسجين = كتلة أكسيد الرتبيك II - كتلة الرتبيك

كتلة الأكسجين = 9.26 g - 10.00 g =

0.74 g

3 تقويم الإجابة

إذا كان جمجمة كتلة الرتبيك والأكسجين = كتلة أكسيد الرتبيك II فالحل صحيح.

مسائل تدريبية

5. استعن ببيانات في الجدول أدناه للإجابة عن السوالين الآتيين:

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

تفاعل الألومنيوم مع سائل البروم

المادة	بعد التفاعل	قبل التفاعل
الألミニوم	10.3 g	0.0 g
سائل البروم	100.0 g	8.5 g
المركب	0.0 g	10.0 g

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

7. أضاف طالب 15.6 g صوديوم إلى كمية واحدة من مساز 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 ليكون 16.6 g من أكسيد الماغنسيوم. كم جراماً من الأكسجين تفاعل؟

9. تغيير تفاعل 106.5 g من حمض الميلوروكلوريك (HCl) مع كمية مجهرة من الأمونيا (NH₃) ليخرج 57.5 g من كلوريد الأمونيوم (NH₄Cl)_(s). ما كتلة الأمونيا (NH₃) المتفاعلة؟ وهل طبع قانون حفظ الكتلة في هذا التفاعل؟

إجابتك

الأمثلة محلولة تنقلك تدريجياً إلى حل مسائل في الكيمياء. عزّ المهارات التي اكتسبتها بحل التدريبات.

مهارات قرائية

• أسأل نفسك: ما **الفكرة العامة**؟ وما **الفكرة الرئيسية**؟

• اربط المعلومات التي درستها في هذا الكتاب مع المجالات العلمية الأخرى.

• توقع أحدهاً ونتائج من خلال توظيف المعلومات التي تعرفها من قبل.

• غير توقعاتك وأنت تقرأ وتجمع معلومات جديدة.

10

كيف تستفيد من كتاب الكيمياء؟

بعدما قرأت

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



نظريه و القانون العلمي Theory and Scientific Law

النظرة تشير ظاهرة طبيعية بذات ملحوظة على استحداثات وأسقاطات مع مرور الزمن . ولذلك سمعت عن نظرية أيشنباخ في النسبية، أو عن النظرية الذرية، تصف النظرية عموماً مبدأ سانتا فيزياء الكون، مما يهدى إلى عودة الزمن، ولكن النظريات لها تقييّف عرض للباحث، وقد يتم تعديلاها، كما أن النظريات تؤدي غالباً إلى استنتاجات جديدة، وتعد النظرية تاجة إذا أمكن استعمالها للقيام بعمليات تجريبية.

حصل بدماء العلاء أحياناً إلى الاستثناءات نفسها عن بعض العلاقات في الطبيعة، فالبعض لا يجدون أي استثناءات لهذه العلاقات. أنت تعرف مثلاً أنه ممكناً أن حدوث مطر فجر في ظل ظروف طبيعية، كــ ما هو ممكناً في ظروف قهقرية؟ فهم يعودون دائمًا إلى الآراء السابقة، إن انتشار بحوث ميغافون ممكناً من وجوه قهقرية مخادعات جمع الأجهزة، إذ اقتصر القانون العام على إثبات المفاهيم السابقة.

[View Details](#) [Edit](#) [Delete](#)

للتقويم
خلاصة

- الخلاصة** **العنوان ١-٣**

١٥- **الغذاء** **فروع** **ما زالت لا تستعمل العيادة كمودة معدة من المطهورات في كل بحث يقوون به؟**

١٦- **فرع** **قطع مثالية على بياتات كمية وآخر على بياتات نوعية.**

١٧- **فرع** **طلب إلينك أن تدرس أثر درجة الحرارة في حجم البالون، فوجدت أن حجم البالون يزداد عند تغير درجة الحرارة، مما تغير المثلث؟ وما التغير الرابع؟ وما العامل الذي يغير ثباتيًّا وما القابض الذي مستقران به؟**

١٨- **فرع** **وخفق العامل شارل العلاقة المبشرة بين درجة الحرارة والحجم في العادات السابقة، هل ننسى هذه العلاقة دون شارل أم نظرية شارل؟ لماذا؟**

١٩- **فرع** **النتائج العلمية يمكن فصها واستعمالها للقائم بعمليات، ماذا لو فتحت سورة طه ولولا ذلك كمية الغاز لورون في الجو عند ازدياد كمية**

الطرائق العلمية طرق نسق منظمة خل المشكلات.

البيانات النوعية تتصف بالملائحة بما والبيانات الكمية تسمى الأرقام.

المتغيرات المستقلة تغير في التغير، أما المتغيرات الثابتة فتدبر تبعًا لتغير المتغيرات المستقلة.

النظريات قوية بقدرها الكبير من التجارب.

2

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

طائق آخرى 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.

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

دليل مراجعة الفصل

2

کتابخانه ملی اسلام کارگاه آنلاین

2- خواص المقادير

المفاهيم الرئيسية

- الحالات الثلاث المتأولة للمادة هي الصلبة والسائلة والغازية.
- يمكن ملاحظة الخواص الغيرية دون تغيير تركيب المادة.
- الخواص الكيميائية تصف المادة على الاتحاد مع المواد الأخرى، أو التحويل إلى مواد جديدة.
- قد تؤثر الظروف الخارجية في الخواص الغيرية والكميائية.

فرعية توجيه معظم المواد

- الحالات الثلاث على شكل مسودة لبيان
- الحالات الأولى أو غازية، وما خواصها
- كيميائية مختلفة.

اقرارات

- حالات المادة

البلازما

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

- تغيرات الماء

المفاهيم الرئيسية

- التغير الكيميائي يغير من الخواص الميزانية للمادة دون أن يغير تركيبها.
- التغير الكيميائي، والذي يسمى أيضاً «التفاعل الكيميائي» يتضمن تغيير في تركيب المادة.
- في التفاعل الكيميائي تحول المتفاعلات إلى نواتج.
- ينص قانون حفظ الكتلة على أن الكتلة لا تفقس ولا تستحدث في أثناء التفاعل الكيميائي – إلا بقدرة الله تعالى – فهي محفوظة.

مراجع [\[1\]](#) يمكن أن يحدّد الماء
مِنَاتٍ فِيَّرِيَّاتٍ كِيمِيَّاتٍ.

الفردات

- التغير الميزاني
- التغير الكيميائي
- تغيير الحالة
- التفاعل الكيميائي
- قانون حفظ الكتلة

مقدمة في علم الكيمياء

Introduction to Chemistry

1

الكتاب

الفكرة (العامة) الكيمياء علم أساسى في حياتنا.

1-1 قصة مادتين

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

2-1 الكيمياء والمادة

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

3-1 الطرق العلمية

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

4-1 البحث العلمي

الفكرة (الرئيسة) بعض البحوث العلمية تؤدي إلى تطوير تقنيات يمكن أن تحسن حياتنا والعالم 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، وابعاث الضوء والحرارة الناتجة عن الاحتراق.



ماء متجمد



خشب يحترق



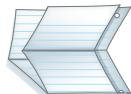
مسمار صدأ

نشاطات تمهيدية

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



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



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



الخطوة 3 افتح الورقة،
ثم قص الأجزاء من الحافة
الأمامية منها على طول
الطيات لتحصل على أربعة
أجزاء.

الخطوة 4 سُمّ الأجزاء الأربع كما يأتي:
اللماحة، الفرضية، التجارب، النتيجة.

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



المطويات

منظمات الأفكار

تجربة استئلاطية

أين ذهب الكتلة؟

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



خطوات العمل

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

تحذير: لا تلق أعود الثقب في المغسلة.

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

التحليل

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

استقصاء

هل يمكن أن تختلف كمية المادة المفقودة؟

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



قصة مادتين A Story of Two Substances

الأهداف

تُعرف المادة الكيميائية.

تُوضح كيف يتكون الأوزون، وأهميته.

تصف تطور مركبات الكلوروفلوروکربون.

مراجعة المفردات

المادة: كل ما يشغل حيزاً وله كتلة.

المفردات الجديدة

الكيمياء

المادة الكيميائية

الغدرا > **الرئيسة الكيمياء** هي دراسة المادة والتغيرات التي تطرأ عليها.

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

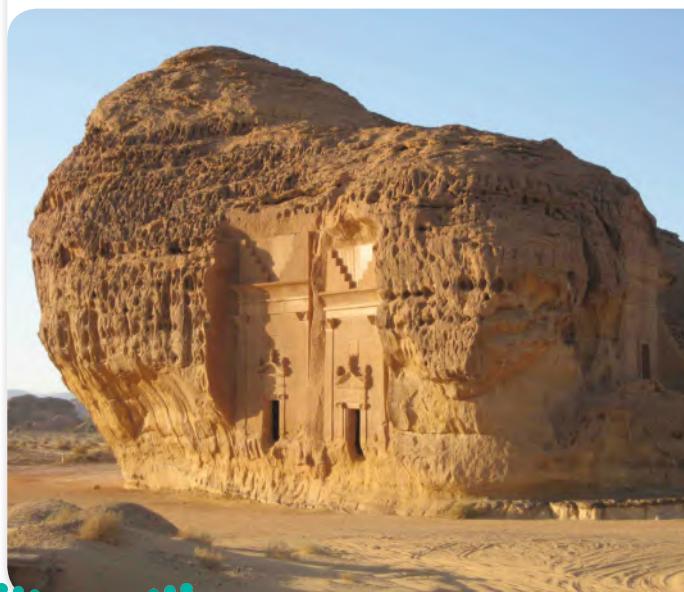
لماذا ندرس الكيمياء؟ Why Study Chemistry?

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

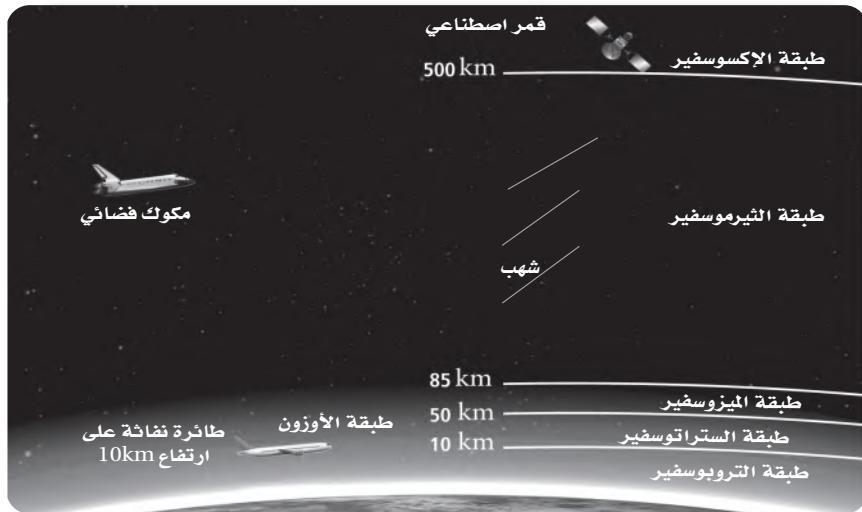
قد تتساءل وأنت تدرس الكيمياء عن أهميتها بالنسبة لنا.

تدرس **الكيمياء** المادة والتغيرات التي تطرأ عليها. وتتوفر 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 تُعني الكيمياء بصناعة الكريات التي تستعمل في الوقاية من بعض أشعة الشمس الضارة.. وغيرها.

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



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



المفردات

أصل الكلمة

Ozone

أصل هذه الكلمة إغريقي، وتعني يشم.

الكيمياء في واقع الحياة

طبقة الأوزون



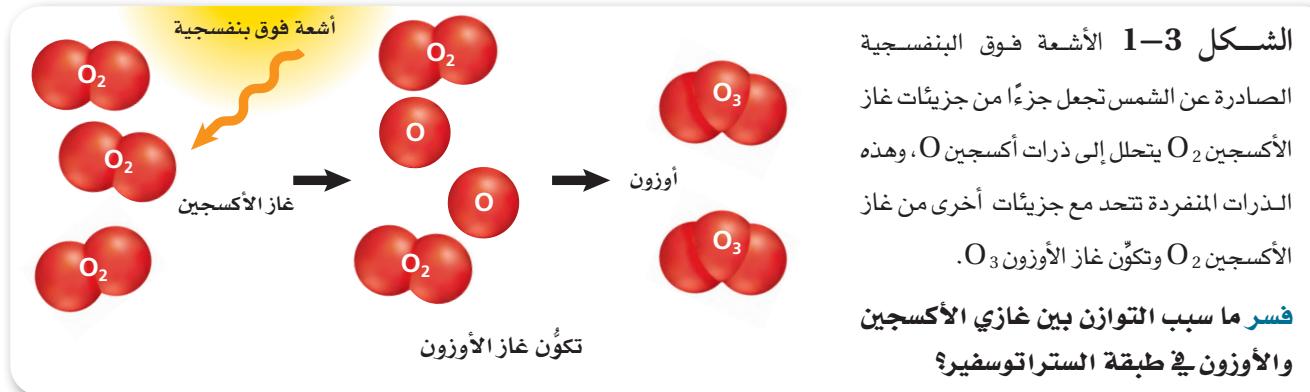
(كريم) الحماية من أشعة الشمس لأن أجواء المملكة حارة ومشمسة تظهر بعض التصبغات في البشرة. ولتوفير بعض الحماية من الأشعة فوق البنفسجية (UV) الضارة يمكن دهن الجلد بـ (كريم) يساعد على الوقاية من حرائق الشمس وسرطان الجلد. وينصح خبراء الصحة باستعمال الكريات الواقية قبل التعرض لأشعة الشمس التي قد تحتوي على الأشعة 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 إعتاماً في العين، وسرطانًا في الجلد عند الإنسان، وتقلل من نواتج المحاصيل الزراعية، وتسبب خللاً في سلاسل الغذاء في الطبيعة.

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

الغلاف الجوي للأرض تستطيع المخلوقات الحية البقاء على الأرض بفضل طبقة الأوزون التي خلقها الله تبارك وتعالى لتحميها من المستويات العالية من الأشعة فوق البنفسجية UV. وغاز الأوزون (O_3) -المكون من ذرات الأكسجين - مادة كيميائية توجد في الغلاف الجوي، **والمادة الكيميائية لها تركيب محدد** وثبتت 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 تتصدى معظم الأشعة الكونية (الأشعة فوق البنفسجية) قبل أن تصل إلى الأرض.



ما زلت أقرأ؟ وضح فوائد وجود طبقة الأوزون في الغلاف الجوي.

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

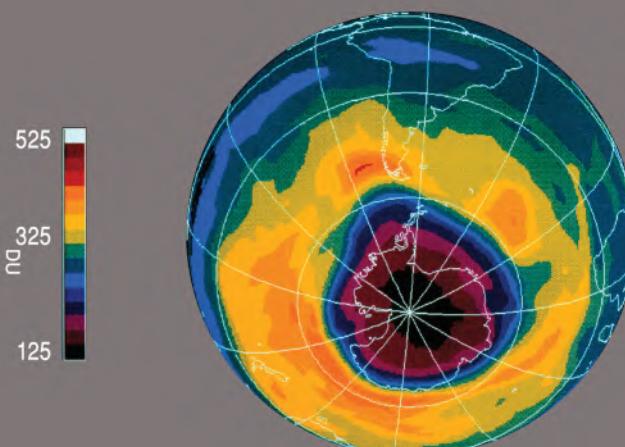
تم اكتشاف غاز الأوزون وقياس كميته في أواخر القرن التاسع عشر. وقد أثار اهتمام العلماء؛ فهو يتكون فوق خط الاستواء؛ لأن أشعة الشمس تكون عمودية وقوية هناك، ثم يتحرك حول الأرض بفعل تيارات الهواء في الستراتوسفير. لذا يعد مؤسراً مناسباً يساعدنا على تتبع حركة الرياح في طبقة الستراتوسفير.

في عشرينيات القرن الماضي بدأ العالم البريطاني دوبسون (1889-1976) 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). و تستعمل أجهزة منها الموجودة في الشكل 1-4 - لمراقبة كمية غاز الأوزون في الغلاف الجوي.



الشكل 5-1 أكَدَت صور الأقمار الاصطناعية

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



مهنَّا في الكيمياء

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

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

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

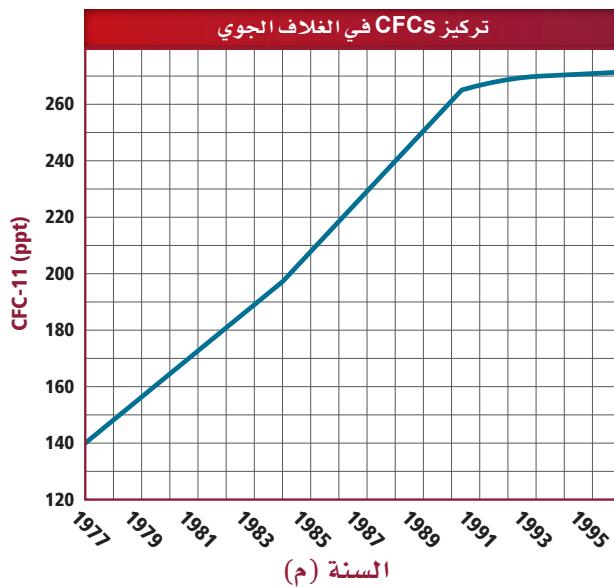
مركبات الكلوروفلوروكربون (CFCs)

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

ويحْضُرُ الآن عدد من هذه المركبات - التي لا تكون طبيعياً - في المختبر، وهي غير سامة؛ لأنها لا تتفاعل مباشرة مع المواد الأخرى. وقد ظهر مع الوقت أن هذه الغازات مبردات مثالية. في عام 1935 بدأ استعمال هذه المواد في صناعة أجهزة التكييف المنزلي، 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 المنزليَّة.

ماذا قرأَت؟ فَسَّرْ لما فَكَرَ العلماء أن مركبات الكلوروفلوروكربون CFCs آمنة للبيئة؟





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

اختبار الرسم البياني ✓

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

* ppt: وحدة قياس تركيز، تعني جزء من تريليون

بدأ العلماء الكشف عن وجود مركبات الكلوروفلوروكتربون CFCs في الجو في سبعينيات القرن الماضي، فقاموا بقياس كميّتها في الغلاف الجوي، ووجدوا أنها تزداد عاماً بعد آخر. ويحلول سنة 1995 م وجدوا أن كميّاتها وصلت مستوى عالياً، كما هو مبين في الشكل 6-1 . وعلى أي حال فقد كان شائعاً على نطاق واسع أنها لا تشكّل خطراً على البيئة؛ لأنها مستقرّة، لذا لم تشكّل مصدر قلق لكثير من العلماء.

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

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

التقويم 1-1

الخلاصة

- الكيمياء هي دراسة المادة والتغييرات التي تطرأ عليها.
- المادة الكيميائية لها تركيب محدد وثابت وتسمى بالمادة النقيّة.
- غاز الأوزون يوجد في طبقة الاستراتوسفير ويكون طبقة واقية للأرض من الأشعة فوق البنفسجية.
- مواد مصنوعة مكونة من الكلور والفلور والكتربون، وتعمل على تقليل سمك طبقة الأوزون.
- 1. الفكرة الرئيسية وضح أهمية دراسة الكيمياء للإنسان.
- 2. عرّف المادة الكيميائية، وأعط مثالين لما تين كيميائيتين.
- 3. صف كيف يتكون الأوزون؟ ولماذا يعد مهمّاً؟
- 4. وضح لماذا طُورت مركبات الكلوروفلوروكتربون؟ وفيما تستعمل؟
- 5. فَسّر سبب قلق العلماء من تزايد أشعة UVB في الجو.
- 6. فَسّر سبب ارتفاع تركيز CFCs في الغلاف الجوي.
- 7. قوم لماذا كان من المهم تأكيد بيانات دوبسون عن طريق صور الأقمار الصناعية؟





الكيمياء والمادة Chemistry and Matter

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.

Matter and its Characteristics المادة وخصائصها

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

ربما لاحظت أن الأشياء التي نستعملها يومياً مكونة من مادة لها كتلة. **الكتلة** هي مقياس كمية المادة. فالكتاب له كتلة ويشغل حيزاً، لكن هل الهواء مادة؟ أنت لا تستطيع رؤية الهواء أو الإحساس به أحياناً، لكنك عندما تنفس باللوناً فإنه يتمدد ليسمح للهباء بالدخول فيه، ويصبح أثقل من ذي قبل، وهذا فالهواء مادة. هل كل شيء مادة؟ الأفكار والأراء التي تملأ رأسك ليست مادة، وكذلك الحرارة والضوء وموجاً الراديو والجلايات 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. قوة الجذب ليست ثابتة في جميع الأماكن على الأرض؛ فهي تصبح أقل عندما تتحرك بعيداً عن سطح الأرض. ربما لم تلاحظ فرقاً في وزنك عندما تنتقل من مكان إلى آخر، لكن فرقاً صغيراً يحدث حقاً.



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

قارن بين الكتلة والوزن.

الأهداف

- 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



نموذج طائرة



نموذج توسيعة الحرم المكي

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

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

خواص معظم المواد واضحة، لا تحتاج إلى مجهر لرؤيتها. وترتكب الأنواع المختلفة من المواد من حولك من عناصر مكونة من جسيمات تسمى ذرات. والذرات صغيرة جدًا 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 المجهر، 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 يتتج عنها تغيرات ملحوظة. وتعد النماذج إحدى طرائق توضيح ذلك. **النموذج** تفسير مرنّي أو لفظي أو رياضي للبيانات التجريبية. ويستعمل العلماء عدة أنواع من النماذج لتمثيل الأشياء التي يصعب مشاهدتها، ومنها المواد المستعملة في البناء، والنماذج الحاسوبية للطائرة المبين في **الشكل 8-1**، كما يستعمل الكيميائيون نماذج مختلفة لتمثيل المادة.

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

الشكل 8-1 يستعمل العلماء النماذج لتوضيح الأفكار المعقدة كتركيب البنىيات. 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 مقاييس لكمية المادة ولقوية 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.

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

الكيمياء : علم أساسى

Chemistry: The Central Science

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

التفصيم 1-2

الخلاصة

- النماذج أدوات يستعملها العلماء ومنهم الكيميائيون لتفسير الأحداث التي لا ترى بالعين المجردة.
- الملاحظات التي يمكن رؤيتها بالعين المجردة للهادفة تعكس سلوك الذرات التي لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة.
- هناك فروع عديدة لعلم الكيمياء، منها الكيمياء العضوية وغير العضوية والفيزيائية والتحليلية والحيوية.
- 8. **الفكرة الرئيسية** فسر سبب وجود عدة فروع لعلم الكيمياء.
- 9. فسر لماذا يستعمل العلماء الكتلة بدلاً من الوزن في قياساتهم؟
- 10. لخص لماذا يجب على الكيميائيين أن يدرسوا التغيرات التي لا ترى بالعين المجردة؟
- 11. استنتج سبب استعمال الكيميائيين للنماذج لدراسة المادة التي لا ترى بالعين المجردة.
- 12. سُمّ ثلاثة نماذج يستعملها العلماء، وبين فائدة كل منها.
- 13. قوّم كيف يمكن أن يختلف وزنك وكتلك على سطح القمر (جاذبية القمر تساوي سدس جاذبية الأرض)؟
- 14. قوّم هل يتغير وزنك في أثناء صعودك وهبوطك في المصعد؟ فسر إجابتك.



الطرائق العلمية Scientific Methods

الأهداف

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

مراجعة المفردات

الطريقة النظمية : أسلوب منظم لحل المشكلات.

المفردات الجديدة

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

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

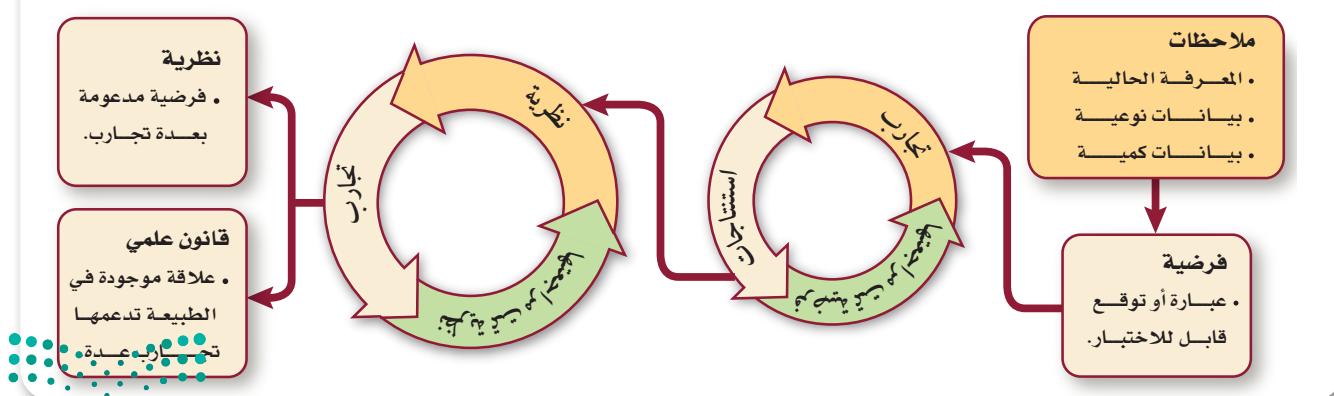
الطريقة النظامية في البحث A Systematic Approach

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

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

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

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



تجربة

تطوير مهارات الملاحظة

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

التحليل

1. صُف ما شاهدته في الخطوة 4.
2. صُف ما شاهدته في الخطوة 7.
3. استنتاج الزيت والدهن في الحليب والشحوم ينتميان إلى فئة من المواد تسمى "لبيبيدات". ماذا تستنتج عند إضافة المنظف إلى صحن الماء؟
4. فَسِّرْ. لماذا كانت مهارات الملاحظة مهمة في هذه التجربة؟

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

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية على منصة عين الإثائية.
2. أضف ماء إلى طبق بتري حتى ارتفاع 0.5 cm، ثم استعمل مخبأً مدرجاً لقياس 1mL من زيت نباتي، وأضفه إلى الطبق.
3. اغمس رأس عود أسنان في سائل تنظيف الأواني.
4. اجعل رأس العود يلامس الماء في مركز الطبق، وسجل ملاحظاتك.

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

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

الفرضية تذكر ما درسته عن قصة المادتين في القسم 1-1. اكتشف الكيميائيان مولينا ورولاند وجود مركبات الكلوروفلوروكربيون CFCs قبل أن تبيّن البيانات الكمية تناقض مستوى غاز الأوزون في الستراتوسفير. وقد تولّد لديهما فضول لمعرفة مدة بقاء CFCs في الجو، فقاما بفحص التفاعلات التي يمكن أن تجري بين المواد الكيميائية المختلفة في الجو، لقد اكتشف مولينا ورولاند أن مركبات CFCs تبقى ثابتة في الجو لفترة طويلة، لكنهما عرفا أن هذه المواد تصعد إلى طبقات الجو العليا، فوضعوا فرضية تنص على أن هذه المركبات تحلّل نتيجة التفاعل مع الأشعة فوق البنفسجية الآتية من الشمس. كما وضعوا فرضية أخرى تنص 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.

ماذا قرأت؟ استنتاج لماذا تكون الفرضية مؤقتة؟



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

ماذا قرأت؟ وضح الفرق بين المتغير المستقل والمتغير التابع.

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

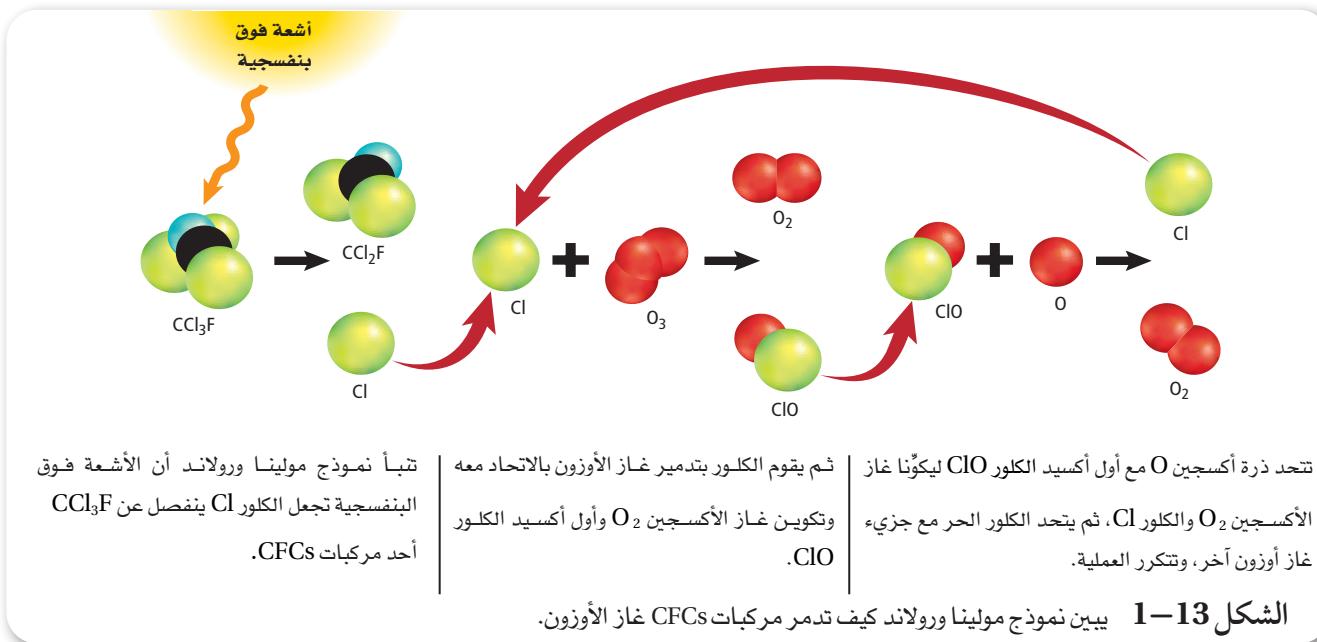
من المهم وجود **ضابط** للمقارنة في كثير من التجارب. ففي التجربة السابقة يعد الماء عند درجة حرارة الغرفة هو الضابط. وبين الشكل 1-12 ضابطاً من نوع آخر؛ فقد أضيف كاشف كيميائي إلى كل من الأنابيب الثلاثة، وهناك محلول حمضي في الأنابيب الموجود عن اليسار، لذا تحول لون الكاشف فيه إلى الأحمر. أما الأنابيب الأوسط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



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



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

ثم يقوم الكلور بدمير غاز الأوزون بالاتحاد معه الأكسجين O_2 والكلور Cl . ثم يتند الكلور الحر مع جزء ClO وتكوين غاز الأكسجين O_2 وأول أكسيد الكلور ClO . ClO غاز أوزون آخر، وتتكرر العملية.

ضبط التغيرات التفاعلات الموصوفة أعلاه بين CFCs وغاز الأوزون في نموذج مولينا ورولاند تضم عدة متغيرات. فعلى سبيل المثال، هناك غازات أخرى غير غاز الأوزون في الستراتوسفير. لذا فإن من الصعب تحديد ما إذا كان أحد هذه الغازات أو كلها تسبب تناقص غاز الأوزون. كما أن الرياح وتغيير 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 التغيرات بسهولة.

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

وضع مولينا ورولاند فرضية عن ثبات مركبات CFCs في طبقة الستراتوسفير، وجمعوا بيانات تؤيد فرضيتها، كما طورا 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 ورولاند تكون الكلور وتناقص غاز الأوزون، كما هو مبين في الشكل 13-1. كما وجدت مجموعة بحثية أخرى دليلاً على تفاعل غاز الأوزون والكلور عندما قامت بإجراء قياسات في طبقة الستراتوسفير. لكن هذه المجموعة لم تعرف مصدر الكلور. لقد توقع مولينا ورولاند في نموذجهما مصدر الكلور، وتوصلوا إلى استنتاج أن غاز الأوزون في الستراتوسفير يمكن أن يتحطم بفعل مركبات CFCs، وكان لديهما دعم كافٍ لفرضياتهما مكّنهما من نشر اكتشافهما، ففازا بجائزة نوبل عام 1995م.

المطويات

ضمن مطويتك معلومات من هذا القسم.





الشكل ١٤-١ ينطبق قانون نيوتن للجاذبية على كل قفزة من قفزات هؤلاء المظللين مهما تعددت.

النظرية والقانون العلمي Theory and Scientific Law

النظرية تفسير لظاهرة طبيعية بناءً على مشاهدات واستقصاءات مع مرور الزمن. ولعلك سمعت عن نظرية أينشتاين في النسبية، أو عن النظرية الذرية. تصف النظرية عمومًا مبدأ 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 قفز المظللين من الطائرة - كما هو مبين في **الشكل ١٤-١** - فإنهم يعودون دائمًا إلى الأرض. لقد 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 يطوروا فرضيات وتجارب أخرى لتفسير وجود هذه العلاقات.

تجربة
التقنيات المختبرية
عملية
والسلامة في المختبر

ارجع إلى دليل التجارب العملية على منصة عين الإشارة

التقويم ١-٣

الخلاصة

١٥. **الفكرة الرئيسية** فَسَّرْ لماذا لا يستعمل العلماء مجموعة محددة من الخطوات

في كل بحث يقومون به؟

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

١٧. قَوْم طُلُبَ إِلَيْكَ أَنْ تَدْرِسَ أَثْرَ درجة الحرارة في حجم البالون، فوُجِدَتْ أَنْ

حجم البالون يزداد عند تسخينه. ما المتغير المستقل؟ وما المتغير التابع؟
وما العامل الذي يقي ثابتاً؟ وما الضابط الذي ستقارن به؟

١٨. مَيَّزَ وَصَفَ الْعَالَمَ شَارِلَ العلاقة المباشرة بين درجة الحرارة والحجم لجميع الغازات عند ضغط ثابت. هل نسمى هذه العلاقة قانون شارل أم نظرية شارل؟ لماذا؟

١٩. فَسَّرْ النَّهَادِجُ العلمية الجيدة يمكن فحصها واستعمالها للقيام بتوقعات.
ماذا توقع نموذج مولينا ورولاند عن كمية غاز الأوزون في الجو عند ازدياد كمية CFCs؟

• الطرائق العلمية طرائق منتظمة لحل المشكلات.

• البيانات النوعية تصف ملاحظة ما، والبيانات الكمية تستعمل الأرقام.

• المتغيرات المستقلة تُغيَّرَ في التجربة، أما المتغيرات التابعة فتتغير تبعاً للتغير المتغيرات المستقلة.

• النظرية فرضية يدعمها الكثير من التجارب.



١-٤

Scientific Research البحث العلمي

الأهداف

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

مراجعة المفردات

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

المفردات الجديدة

البحث النظري

البحث التطبيقي

Types of Scientific Investigations

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

وبمرور الوقت أشير إلى وجود ثقب في طبقة الأوزون عام 1985م، وأجرى العلماء قياسات عن كميات CFCs في الستراتوسفير دعمت فرضية احتمال مسؤولية CFCs عن تفكك غاز الأوزون. وهكذا تحول البحث النظري الذي أجري من أجل المعرفة إلى بحث تطبيقي. والبحث التطبيقي يجري لحل مشكلة محددة. فما زال العلماء يراقبون كميات CFCs في الجو والتغيرات السنوية في كمية غاز الأوزون في الستراتوسفير، انظر الشكل ١-١٥. كما تجرى أبحاث تطبيقية من أجل الحصول على بدائل لمركبات CFCs التي أصبحت ممنوعة.



الشكل ١-١٥ 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 محلول.

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

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 يجري العلماء تجاربهم، ثم يتوصّلوا إلى نتائج مختلفة عما كانوا يتوقعون. وهناك الكثير من الاكتشافات العلمية التي لم تكن متوقعة. ولعلك تعرف المثالين الآتيين من هذه الاكتشافات.

الربط مع علم الأحياء يعد ألكسندر فلمنج من المشهورين في القيام باكتشافات غير متوقعة. وفي بعض هذه الاكتشافات وجد فلمنج أن أحد الأطباق المحتوية على بكتيريا ستافيلوكوكس تلوث بفن (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) سبب قتل البكتيريا.

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

الطلاب في المختبر Students in the Laboratory

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

الجدول 2-1

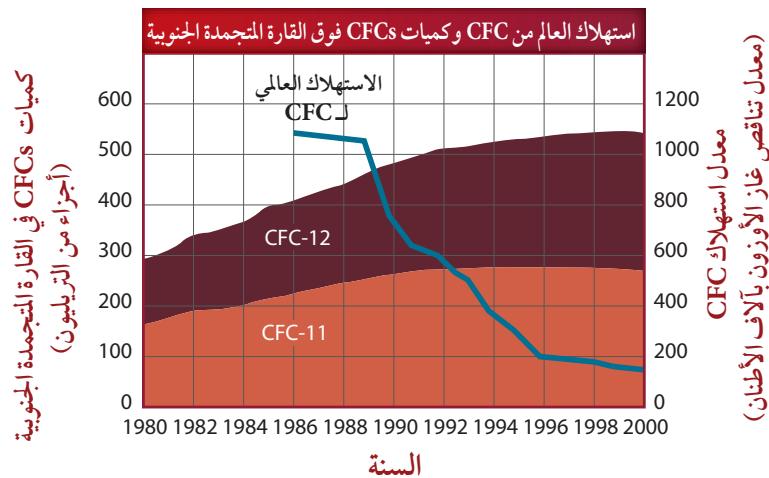
السلامة في المختبر

<p>16. احفظ المواد القابلة للاشتعال بعيداً عن اللهب.</p> <p>17. لا تستعمل المواد السامة والقابلة للاشتعال إلا تحت إشراف معلمك. استعمل خزانة طرد الغازات عند استعمال هذه المواد.</p> <p>18. عند تسخين مادة في أنبوب اختبار لا توجه فوهة الأنبوب إلى جسمك أو إلى شخص آخر، ولا تنظر أبداً في فوهة الأنبوب.</p> <p>19. لا تسخن المخابير المدرجة أو السحاحات أو الماصات باستعمال لهب بنزن.</p> <p>20. توخَّ الحذر عند الإمساك بأجهزة ساخنة أو زجاج ساخن؛ فالزجاج الساخن لا يختلف في مظهره عن الزجاج البارد.</p> <p>21. تخلص من الزجاج المكسور، والمواد الكيميائية غير المستعملة، ونواتج التفاعلات كما يطلب المعلم.</p> <p>22. اعرف الطريقة الصحيحة لتحضير محليل الأحماض. أضف الحمض دائمًا إلى الماء ببطء.</p> <p>23. أبقِ منطقة الميزان نظيفة دائمًا، ولا تضع المواد الكيميائية على كفة الميزان مباشرة.</p> <p>24. بعد الانتهاء من التجربة نظف الأدوات واحفظها، ونظف مكان العمل، وتتأكد من إطفاء الغاز وإغلاق مصدر الماء. اغسل يديك بالماء والصابون قبل أن تغادر المختبر.</p>	<p>1. ادرس التجربة العلمية (المختبرية) المحددة لك قبل أن تأتي إلى المختبر، وإذا كان لديك أسئلة فاطلب مساعدة المعلم.</p> <p>2. لا تُجرِ التجارب دون إذن معلمك، ولا تعمل بمفردك أبداً. تعلم كيف تطلب المساعدة عند الضرورة.</p> <p>3. تفهم رموز السلامة. اقرأ جميع علامات التحذير وتقيد بها.</p> <p>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 (للطلاب).</p> <p>5. لا تلبس عدسات لاصقة في المختبر، حتى تحت النظارات؛ لأنها قد تتصق بالأبخرة، وقد يصعب إزالتها.</p> <p>6. تجنب لبس الملابس الفضفاضة أو الأشياء المتسلية مثل الشماغ، والبس الأحذية المغلقة على أصابع القدم.</p> <p>7. لا تدخل الطعام والشراب إلى المختبر ولا تأكل في المختبر أبداً.</p> <p>8. اعرف مكان وكيفية استعمال طفاية الحريق والماء، وبطانية الحريق، والإسعافات الأولية، وقواعد الغاز والكهرباء.</p> <p>9. نظف الأشياء التي تنسكب على الأرض والمرات والأدوات، وأخبر معلمك عن أي حادث أو جرح أو إجراء عملي خطير أو عطل في الأدوات.</p> <p>10. إذا لامست مادة كيميائية عينك أو جلدك فاغسلها بكميات كبيرة من الماء، وأخبر معلمك عن طبيعة المادة.</p> <p>11. تعامل مع المواد الكيميائية بحرص، وتفحص بطاقات عبوات المواد قبل استخدامها في التجربة. اقرأ البطاقة ثلاثة مرات قبل حملها، وفي أثناءه وبعد إرجاعها إلى مكانها الأصلي.</p> <p>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.</p> <p>13. لا تُعدِّ المواد الكيميائية غير المستعملة إلى العبوة الأصلية.</p> <p>14. لا تدخل القطارة في عبوات المواد الكيميائية، بل اسكب قليلاً من المادة الكيميائية في كأس، ثم استعمل القطارة.</p> <p>15. لا تندوقي أبداً أي مادة كيميائية أو تسحبها بفمك، بل بالماصة.</p>
---	---



الشكل ١-١٧

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



وتستمر القصة The Story Continues

لند الآن إلى المادتين اللتين سبق الحديث عنهما. لقد حدث الكثير منذ أن وضع مولينا ورولاند فرضيتيما في سبعينيات القرن الماضي عن دور مركبات CFCs في تفكك الأوزون الجوي. ومن خلال البحوث التطبيقية وجد العلماء أن مركبات CFCs ليست وحدها التي تتفاعل مع غاز الأوزون، وإنما هناك بعض المواد الأخرى التي تتفاعل معه أيضًا، فرابع كلوريد الكربون CCl_4 وميثيل الكلوروفورم $C_2H_3ClO_2$ وبعض المواد التي تحتوي على البروم كلها تفكك غاز الأوزون.

مياثاق مونتريال لأن تناقص الأوزون أصبح موضع اهتمام العالم فقد تصدت دول كثيرة لهذه المشكلة. وقد اجتمع بهذه 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 المستنفدة لطبقة الأوزون لدول مجلس التعاون لدول الخليج العربي المعدل عام 2012، والذي أحد أهدافه التخلص التام من استهلاك المواد المستنفدة لطبقة الأوزون وإحلال البديل الآمنة؛ وبما يتوافق مع المصالح الوطنية لدول المجلس وفقاً لبرتوكول مونتريال. وكما ترى في **الشكل ١-١٧** فإن الاستعمال العالمي لمركبات CFCs بدأ يتراجع بعد ميثاق مونتريال. وعلى أي حال فإن الشكل يبين أن كمية CFCs فوق القارة المتجمدة الجنوبيّة لم تتقلص مباشرة.

الربط مع رؤية ٢٠٣٠



المطويات

ضمن مطويتك معلومات من هذا القسم.



وزارة التعليم



مياثاق مونتريال؟

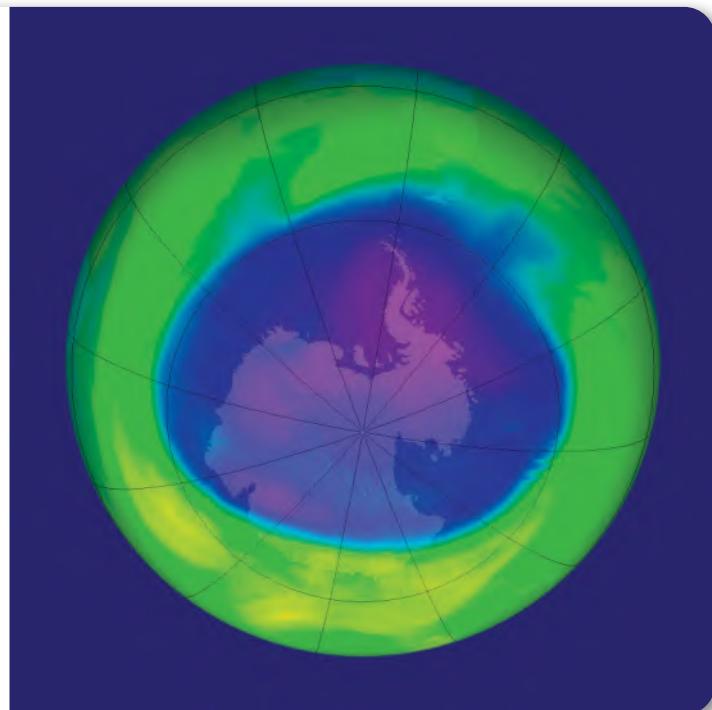
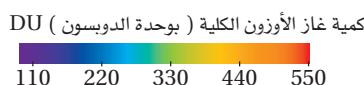
ثقب الأوزون حاليًّا عرف العلماء أيضًا أن ثقب الأوزون يتكون سنويًّا فوق القارة المتجمدة الجنوبيَّة في فصل الربيع. وت تكون غيوم جليدية في طبقة الستراتوسفير فوق هذه القارة عندما تنخفض درجات الحرارة هناك إلى -78°C . وهذه الغيوم تحدث تغييرات تساعد على إنتاج كلور وبروم نشطين كيميائيًّا. وعندما تبدأ درجة الحرارة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

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

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



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

فوائد الكيمياء The Benefits of Chemistry

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

الاستعمال الفعال
عمليّة
لموقد بنزن

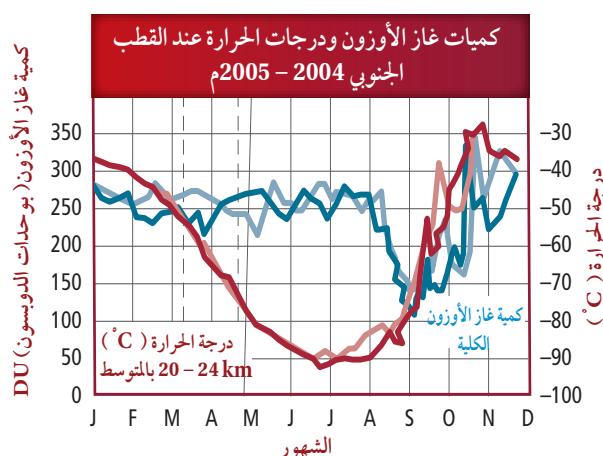
ارجع إلى دليل التجارب العملية على منصة عن الإدراكية

مخبر تحليل البيانات

فسر الرسوم البيانية

البيانات والملاحظات

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



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

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

التفكير الناقد

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

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

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

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





الشكل ١٩-١ هذه السيارة التي تعمل بالهواء المضغوط، وهذه الغواصية الصغيرة التي يبلغ طولها 4 mm فقط مثالان على التقنية التي نتجت عن دراسة المادة.

يبين الشكل ١٩-١ بعض التطورات التقنية الممكنة نتيجة دراسة المادة. فالسيارة الموجودة عن اليمين تعمل بالهواء المضغوط، وعندما يُسمح لهذا الهواء بالتمدد فإنه يدفع المكابس التي تحرّك السيارة، ولا يؤدي استعمال الهواء المضغوط في تشغيل السيارات إلى تسرب ملوثات إلى الجو. أما الصورة عن اليسار فهي لغواصية صغيرة دخل في صناعتها الليزر والحاسوب. هذه الغواصية التي لا يتجاوز طولها 4 mm ويمكن أن تستعمل في اكتشاف الأمراض والتشوّهات في الجسم البشري وإصلاحها.

التقويم ١-٤

الخلاصة

20. الفكرة **»الرئيـة** سم ثلاثة متجاجات تقنية حسّنت من حياتنا أو العالم من حولنا.
21. قارن بين البحث النظري والبحث التطبيقي.
22. صنّف 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 متسلية مثل الشماغ في المختبر.
24. فسر الأشكال العلمية ما احتياطات السلامة التي ستستخدمها عند رؤية رموز السلامة الآتية؟

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



في الميدان

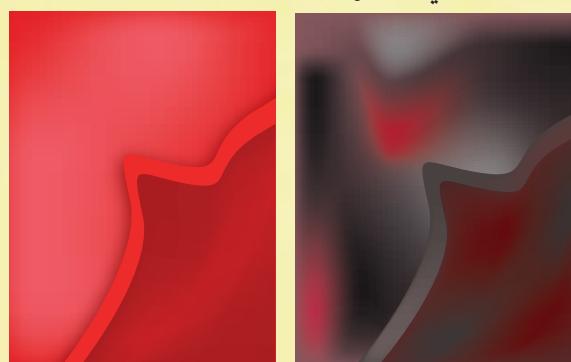
مهن : مرمم اللوحات الفنية

ترميم اللوحات الفنية

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

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

الأكسجين والفن التشكيلي: الأكسجين الذري نشط وخصوصاً في التفاعل مع عنصر الكربون (المادة الأساسية الموجودة في السناج؛ والسناج هو: دقائق من الكربون تتخلّف من نقص في حريق الوقود). وعندما عالج علماء NASA الرسم التي يعلوها السناج، كما في الشكل 1 بالأكسجين الذري، تفاعل الكربون الموجود في السناج مع الأكسجين الذري، وتحول إلى غازات.



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

الكيمياء

الكتابية في

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



مختبر الكيمياء

تصنيف مقدار عسر الماء

6. التنظيف والخلاص من النفايات تخلص من السوائل في المغسلة، واسطافها بباء الصنبور. ثم أعد أدوات المختبر جميعها إلى أماكنها.

حل واستنتاج

- قارن أي العينتين أنتجت رغوة أكثر A أم B؟
- استنتاج يتيح الماء اليسير رغوة أكثر من الماء العسر. استعن بالجدول أدناه لتحديد المنطقة التي أخذت منها كل عينة.
- احسب إذا كان حجم عينة الماء العسر الذي حصلت عليه من معلمك 50 mL وتحتوي على 7.3 mg من الماغنسيوم فما مقدار عسر الماء في هذه العينة وفقاً للجدول أدناه؟
 $(50 \text{ ml} = 0.05 \text{ L})$

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

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

التوسيع في الاستقصاء

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

الخلفية تنوع مكونات ماء الصنبور من منطقة إلى أخرى. ويصنف الماء إلى ماء عسر أو ماء يسر بحسب كمية الكالسيوم أو الماغنسيوم الموجودة في الماء، والتي تمقاس بوحدة mg/L. افترض وجود عينتين من الماء في مختبر تحليل الماء، إحداهما ماء يسر أخذ من المنطقة A والأخر ماء عسر أخذ من المنطقة B. سؤال من أي منطقة أخذت العينة؟

المواد والأدوات الازمة

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

إجراءات السلامة

خطوات العمل

- املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية على منصة عين الإثائية.
- رسم جدول بيانات كالموضح أدناه، ثم عنون أنابيب الاختبار الثلاثة: D (لماء المقطّر)، I (لعينة A)، 2 (لعينة B).
- قس 20mL من الماء المقطّر بالمخبار المدرج، واسكبه في أنبوب الاختبار D. ضع علامة على الأنابيب تمثل ارتفاع الماء.
- كرر الخطوة 3 لكل من العينة B، A.
- أضف قطرة من سائل تنظيف الأواني إلى كل أنابيب، وأغلق الأنابيب بإحكام باستخدام السدادات، ثم رج كل عينة مدة 30 s لتكون رغوة، ثم قس ارتفاع الرغوة باستخدام المسطرة.

جدول البيانات	
ارتفاع الرغوة	العينة
	D
	A
	B



دليل مراجعة الفصل

1

الفكرة (العامة) الكيمياء علم أساسى في حياتنا.

1-1 قصة مادتين

المفاهيم الرئيسية

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

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

المفردات

- الكيمياء
- المادة الكيميائية

2-1 الكيمياء والمادة

المفاهيم الرئيسية

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

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

المفردات

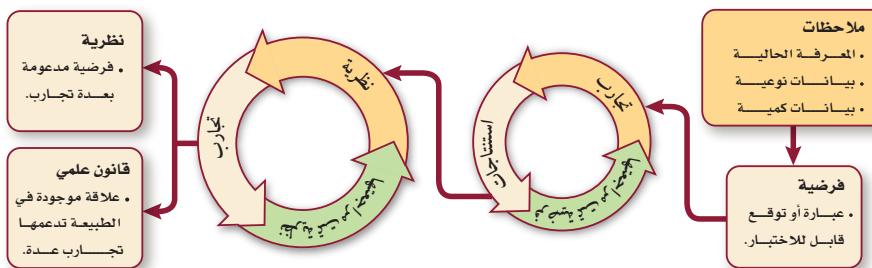
- الكتلة
- الوزن
- النموذج



3-1 الطرائق العلمية

المفاهيم الرئيسية

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



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

المفردات

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

4-1 البحث العلمي

المفاهيم الرئيسية

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

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

المفردات

- البحث النظري
- البحث التطبيقي



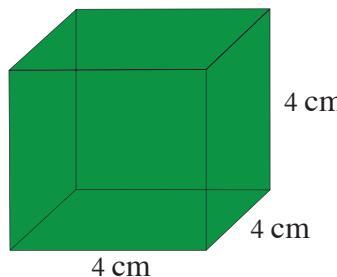


1-1

اتقان المفاهيم

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

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



1-3

اتقان المفاهيم

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

37. ما الفرق بين الفرضية والنظريّة والقانون؟

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

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

a. كتلة كأس 6.6 g .

b. بلورات السكر بيضاء ولازمة.

c. الألعاب النارية ملونة.

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

25. عرف كلاً من المادة الكيميائية والكيميا.

26. في أي طبقات الغلاف الجوي يوجد غاز الأوزون؟

27. ما العناصر الثلاثة الموجودة في مركبات الكلوروفلوروكربيون؟

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

اتقان حل المسائل

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

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

1-2

اتقان المفاهيم

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

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

اتقان حل المسائل

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



تقويم إضافي

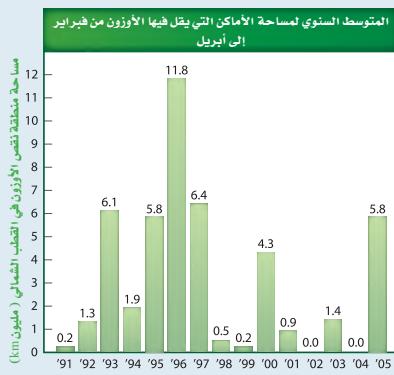
الكتابة في الكيمياء

46. استنزاف غاز الأوزون اكتب وصفاً تبيّن فيه استنزاف مركبات الكلوروفلوروكربيون CFCs لغاز الأوزون خلال الزمن.
47. التقنية اذكّر تطبيقات تقنية للكيمياء من واقع حياتك. أعدّ كتيّباً عن اكتشافاتها وتطورها.

أسئلة المستندات

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

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



الشكل 20-1

48. في أيّ السنوات كانت منطقة نقص الأوزون أكبر ما يمكن؟ وفي أيّ السنوات كانت أصغر ما يمكن؟
49. ما متوسط مساحة هذه المنطقة بين عامي 2000م و2005م؟ قارن بينه وبين متوسط مساحتها بين عامي 1995م و2000م؟



إتقان حل المسائل

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

1-4

إتقان المفاهيم

42. السلامة في المختبر أكمل كلاً من الجمل الآتية، بحيث تعبر بشكل صحيح عن إحدى قواعد السلامة في المختبر.

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

إتقان حل المسائل

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

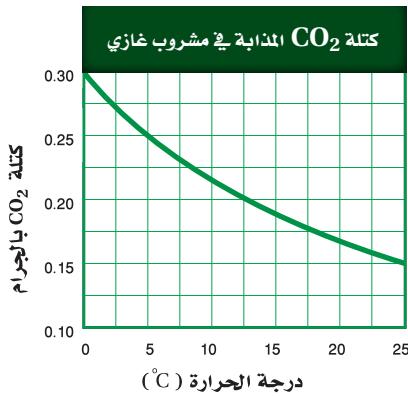
التفكير الناقد

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

45. صنف تفكّك مركبات CFCs لتكون مواد كيميائية تتفاعل مع الأوزون. هل هذه ملاحظة عينية أم مجهرية؟

اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد



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

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

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

صفحة من دفتر مختبر أحد الطالب

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

2. ما العامل الذي يبقى ثابتاً أثناء التجربة؟

- a. درجة الحرارة.
- b. كمية CO₂ المذابة في كل عينة.
- c. كمية المشروب الغازي في كل عينة.
- d. نوع المشروب المستخدم.

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

- a. تذوب كميات كبيرة من CO₂ في السائل عند درجات حرارة منخفضة.
- b. تحتوي العينات المختلفة من المشروب على الكمية نفسها من CO₂ عند كل درجة حرارة.
- c. العلاقة بين درجة الحرارة والذائبية للمواد الصلبة هي العلاقة نفسها لـ CO₂.
- d. يذوب CO₂ بشكل أفضل في درجات الحرارة العالية.

4. الأسلوب العلمي الذي اتبعه هذا الطالب يبين أن:

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



اختبار مقمن

8. أي الطالب استخدم ضابطاً في التجربة:
a. الطالب 1 b. الطالب 2 c. الطالب 3 d. الطالب 4

أسئلة الإجابات القصيرة

استعن بالجدول أدناه للإجابة عن السؤالين 9 و 10.

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

9. أعط أمثلة على بيانات نوعية تنطبق على الصوديوم.
10. أعط أمثلة على بيانات كمية تنطبق على النحاس.
11. أعلن طالب أن لديه نظرية لتفسير حصوله على علامة متدنية في الاختبار. هل هذا استعمال مناسب لمصطلح نظرية؟ فسر إجابتك.

أسئلة الإجابات المفتوحة

- أجب عن السؤالين 12 و 13 المتعلقين بالتجربة الآتية:
تباحث طالبة كيمياء في كيفية تأثير حجم الجسيمات في سرعة الذوبان. حيث قامت بإضافة مكعبات سكر، وحببات سكر، وسكر مطحون على الترتيب إلى ثلاثة أكواب ماء، وحركت المحاليل مدة 10 ثوان، وسجلت الوقت الذي استغرقه كل نوع من السكر للذوبان في كل كأس.
12. حدد المتغير المستقل والمتغير التابع في هذه التجربة. كيف يمكن التمييز بينهما؟
13. ما العامل الذي يجب تركه ثابتاً في هذه التجربة؟ ولماذا؟

5. المتغير المستقل في التجربة هو:

- a. عدد العينات التي تم اختبارها.
b. كتلة CO₂ المستعملة.
c. نوع المشروب المستعمل.
d. درجة حرارة المشروب.

6. أي البحوث الآتية مثال على بحث نظري؟

- a. إنتاج عناصر اصطناعية لدراسة خواصها.
b. إنتاج مواد بلاستيكية مقاومة للحرارة لاستعمالها في الأفران المنزلية.
c. إيجاد طائق لإبطاء صدأ الحديد.
d. البحث عن أنواع أخرى من الوقود لتسير السيارات.

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

- a. الكيمياء الحيوية.
b. الكيمياء النظرية.
c. الكيمياء البيئية.
d. الكيمياء غير العضوية.

استعن بالجدول أدناه للإجابة عن السؤال 8.

أثر شرب الصودا في معدل ضربات القلب

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



المادة - الخواص والتغيرات

Matter – Properties and Changes

٢

الـ



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

٢-١ خواص المادة

الفكرة الرئيسية توجد معظم المواد المألوفة في الحالات الثلاث (الصلبة والسائلة والغازية)، ولها خواص فيزيائية وكميائية مختلفة.

٢-٢ تغيرات المادة

الفكرة الرئيسية يمكن أن يحدث للمادة تغيرات فيزيائية وكميائية.

٢-٣ المخاليط

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

٤-٢ العناصر والمركبات

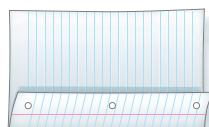
الفكرة الرئيسية المركب مكون من عنصرين أو أكثر متهددين معًا اتحاداً كيميائياً.

حقائق كيميائية

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

نشاطات تمهيدية

الخواص والتغيرات قم بعمل المطوية الآتية لساعدتك على تنظيم دراستك للتغيرات والخواص الفيزيائية والكيميائية للمادة.



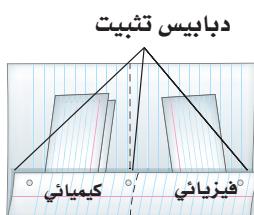
المطويات

منظمات الأفكار

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



الخطوة 2 اطو الورقة من المنتصف.



الخطوة 3 افتح الورقة، وثبتها، كما في الشكل؛ لتكون جيدين. سُم الجيدين: فيزيائي وكيميائي.

المطويات استعمل هذه المطوية في القسمين 1-2 و 2-2 من هذا الفصل. عندما تقرأ هذه الأقسام استعمل بطاقات أو أربع أوراق عاديّة لتلخيص ما تعلّمته عن خواص المادة وتغييراتها. ضع هذه البطاقات في جيوب المطوية.



تجربة استهلاكية

كيف يمكنك ملاحظة التغير الكيميائي؟

معظم المواد المألفة لا تتغير كثيراً مع الوقت، لكن خلط المواد معًا يجعل التغيير ممكناً.

خطوات العمل

1. أملأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العلمية على منصة عين الإثارة.

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

3. ثبت الأنبوب بباسك في حامل، بحيث تكون فوهة الأنبوب بعيدة عنك.

تحذير: HCl قد ينتج أبخنة ضارة ويسبب الحروق.

4. خذ 10 mL من محلول حمض الهيدروكلوريك الذي تركيزه 3M باستعمال مخبر مدرج، ثم ضعه على طاولة المختبر.

5. أشعّل شظية خشب بعود ثقاب مدة خمس ثوان، ثم انفع عليها لتطفيع اللهب تاركًا إياها على شكل جمرة.

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

6. قرّب الجمرة المتوجهة من فوهة الأنبوب، ثم انقلها إلى فوهة المخبر المدرج، وسجل ملاحظاتك.

7. تخلص من الجمرة كما يطلب المعلم.

8. صبّ حمض الهيدروكلوريك HCl بحذر في أنبوب الاختبار الذي يحوي الخارصين.

9. انتظر دقيقة، ثم كرر الخطوة رقم 5.

10. قرب الجمرة المتوجهة من فوهة أنبوب الاختبار ودون ملاحظاتك.

التحليل

1. صف أي تغيرات شاهدتها في أثناء التجربة.

2. استنترج سبب تكون فقاعات عند إضافة حمض الهيدروكلوريك HCl إلى فلز الخارصين.

3. استنترج ما الذي حدث للجمرة المتوجهة في الخطوة 10؟ لماذا لم يحدث ذلك في الخطوة 6؟

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


الأهداف

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

الربط مع الحياة إذا ترك كأس ماء فيه جليد يطفو على السطح فترة كافية في درجة حرارة الغرفة فسوف ينضهر الجليد. هل يتغير تركيب الماء عندما يتتحول 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 دائمًا من كلوريد الصوديوم بنسبة 100%， ولا يتغير تركيبه من عينة إلى أخرى؛ فالملح الذي يستخرج من البحر أو من المنجم له دائمًا نفس التركيب والخواص. وقد اكتشف الملح بكميات كبيرة في مدينة القصب في المملكة العربية السعودية، ويستخرج بحفر برake كبيرة يضخّ داخلها الماء بمحركات كهربائية، ثم يترك فترة من الزمن، وعندما يتبخّر الماء يتربّس الملح على وجه البركة مشكلاً طبقة سميكة من الملح الأبيض، انظر الشكل 1-2.

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

مراجعة المفردات

الكتافة : نسبة كتلة الجسم إلى حجمه.

المفردات الجديدة

حالات المادة

البلازما

المادة الصلبة

السائل

الغاز

البخار

الخاصية الفيزيائية

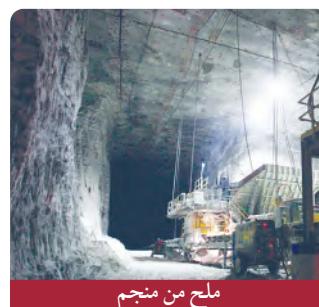
الخاصية غير المميزة

الخاصية المميزة

الخاصية الكيميائية



ملح من البحر



ملح من منجم



مالح مدينة القصب

الربط مع رؤية ٢٠٣٠



اقتصاد مزدهر

رفع نسبة المحتوى المحلي في القطاعات غير النفطية.



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

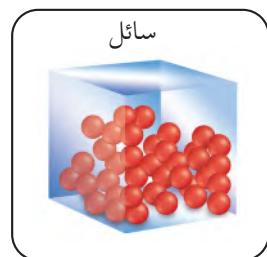


King Faisal
PRIZE



مُحَمَّد البروفيسور إريك كورنيل
جائزـة الملك فـيصل / فـرع العـلوم
عام 1417هـ في مجال الفـيزياء،
لـنـجـاحـهـ معـ زـمـيلـهـ الدـكـتورـ كـارـلـ
وـاـيمـانـ،ـ فـيـ اـكتـشـافـ آـنـ لـلـمـادـةـ
حـالـةـ جـديـدةـ لـمـ تـسـقـيـ مـشـاهـدـهـاـ
هيـ حـالـةـ التـكـافـفـ الـتـيـ تـحـدـثـ إـذـاـ
انـخـفـضـ درـجـةـ حرـارـتـهاـ تـحـتـ
مستـوىـ معـيـنـ.

* المصدر: موقع جائزة الملك فصل / فرع العلوم



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

حالات المادة States of Matter

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

وفي الحقيقة، يمكن تصنيف جميع المواد الموجودة في الطبيعة على الأرض ضمن واحدة من هذه الحالات الثلاث التي تسمى **حالات المادة**. ويمكن تمييز كل حالة منها من خلال الطريقة التي تملأ بها الوعاء الذي توضع فيه. وقد يميز العلماء حالة أخرى للمادة تسمى **البلازما** وهي حالة مميزة من حالات المادة يمكن وصفها بأنها غاز متآين تكون فيه الإلكترونات حررة وغير مرتبطة بالذررة 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؟ سُمّ حـالـاتـ المـادـةـ



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



المواد الصلبة حالة من حالات المادة، لها شكل وحجم محددان. فالخشب والحديد والورق والسكر جميعها أمثلة على المواد الصلبة. وجسيمات المادة الصلبة متراصـةـ بإـحكـامـ،ـ وـعـنـدـ تـسـخـينـهـاـ تـمـدـدـ قـلـيلاـ.ـ وـلـأـنـ شـكـلـهـاـ ثـابـتـ فـإـنـهاـ لاـ تـأـخـذـ شـكـلـ الـوعـاءـ الـتـيـ تـوـضـعـ فـيـهـ،ـ فـإـذـاـ وـضـعـتـ حـجـرـاـ فـيـ وـعـاءـ فـإـنـهـ لـنـ يـأـخـذـ شـكـلـ الـوعـاءـ،ـ كـمـاـ هـوـ مـبـيـنـ فـيـ الشـكـلـ 2-2ـ.ـ إـنـ التـرـاصـ المـحـكـمـ لـجـسـيـمـاتـ الـمـادـةـ الـصـلـبـةـ يـجـعـلـهـاـ غـيرـ قـابـلـةـ لـلـانـضـغـاطـ،ـ بـمـعـنـىـ أـنـهـ لـاـ يـمـكـنـ ضـغـطـهـاـ إـلـىـ حـجـمـ أـصـغـرـ.ـ وـمـنـ الـجـدـيرـ بـالـذـكـرـ أـنـ الـمـادـةـ الـصـلـبـةـ لـاـ تـحـدـدـ بـمـدـىـ تـمـاسـكـهاـ أـوـ قـساـوتـهـاـ،ـ فـالـأـسـمـنـتـ قـاسـيـ وـالـشـعـمـ لـيـنـ،ـ وـكـلـاـهـماـ مـادـةـ صـلـبـةـ.

السوائل حالة من حالات المادة، له صفة الجريان، حجمه ثابت، ولكنه يأخذ شكل الوعاء الذي يوضع فيه. ومن السوائل: الماء والدم والرئيق. الجسيمات في السائل ليست ثابتة في مكانها، وهي أقل ترافقاً من جسيمات المادة الصلبة، مما يجعلها قادرة على الحركة وتجاذب بعضها بعضاً. هذه الخاصية تسمى لسائل بالجريان ليأخذ شكل الوعاء الذي يوضع فيه، كما هو مبين في **الشكل 3-2**، رغم أنه قد لا يملأ الوعاء كله.

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

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

الشكل 4-2 تأخذ الغازات شكل وحجم

الأوعية التي توجد فيها. وجسيمات الغاز بعضها بعيدة جدًا عن بعضها البعض.



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

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

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

ما زلت **قرأت؟** فرق بين الغاز والبخار.



مختبر حل المشكلات

السبب والنتيجة



التفكير الناقد

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

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

التحليل

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

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

الخواص الفيزيائية للمادة Physical Properties of Matter



ربما تكون معتاداً على تعرّف المواد من خلال خواصها - ميزاتها وسلوكها. يمكنك مثلاً أن تحدد قلم الرصاص من شكله ولونه وزنته. وهذه الميزات كلها خواص فيزيائية لقلم الرصاص. **الخاصية الفيزيائية** خاصية يمكن ملاحظتها أو قياسها دون التغيير في تركيب العينة. والخواص الفيزيائية تصف المواد النقيّة؛ لأنّها ذات تركيب منتظم وثابت، وخواصها ثابتة. وتعد الكثافة واللون والرائحة والقساوة درجة الانصهار ودرجة الغليان من الخواص الفيزيائية المألوفة التي يقوم العلماء بتسجيلها لاستعمالها في تعرّف المواد. ويتضمن الجدول 1-2 قائمة بعض المواد المألوفة وخواصها الفيزيائية.

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

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

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

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

استنتاج سُم خاصية غير مميزة لأحد التوابيل المبينة في الشكل.



الكيمياء في واقع الحياة الخواص الفيزيائية

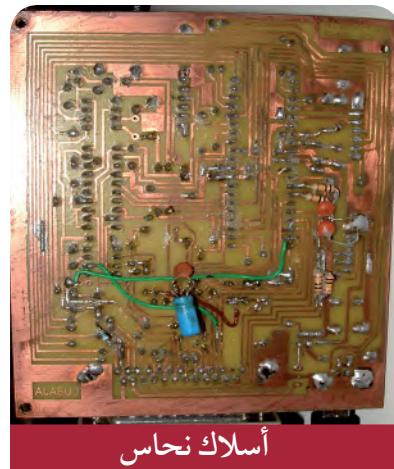


المعادن يستعمل العلماء الخواص الفيزيائية للمواد ومنها اللون والقساوة لتحديد نوع المعادن. فمعدن الملاكايت مثلاً أخضر دائماً ولين نسبياً. وقد استعمل سابقاً صبغةً، ويستعمل الآن في صناعة المجوهرات.





صفحة نحاس



أسلاك نحاس

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

الخواص الكيميائية للمادة

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

المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

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

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

ملاحظة خواص المادة

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

الجدول 2-2	
خواص النحاس	خواص فيزيائية
خواص كيميائية	
يكون مركب كربونات النحاس الأخضر عندما يتعرض للهواء الطلق.	• بنى حمر، لامع
يكون مركبات جديدة عندما يتحدّم مع حمض النيتريك وحمض الكبريتيك.	• قابل للسحب والطرق
يكون محلولاً شديداً في الزيروقة عندما يتفاعل مع الأمونيا.	• موصل جيد للحرارة والكهرباء
	• الكثافة = 8.96 g/cm^3
	• درجة الانصهار = 1085°C
	• درجة الغليان = 2562°C

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



خواص المادة وحالاتها يمكن أن تختلف خواص النحاس الموجودة في الجدول 2-2 باختلاف الظروف التي تتم ملاحظتها عندها. ولأن شكل أو حالة المادة خاصية فيزيائية فإن تغير الحالة يضيف خاصية فيزيائية أخرى للمادة. ولهذا من الضروري تحديد الظروف - ومنها الضغط ودرجة الحرارة - التي يتم خلالها ملاحظة خواص المادة؛ لأن كلاً 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 1atm . أما في درجات الحرارة الأعلى من 100°C فإن الماء يكون غازاً (خاصية فيزيائية)، وكثافته $= 0.0006 \text{ g/cm}^3$ (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 يجعل الجبال الجليدية تطفو فوق سطح المحيط، كما يبين الشكل 7-2.

- المفردات**
- مفردات علمية**
- البيئة**
- الظروف والأشياء المحيطة بالخلوق الحي والتي تؤثر فيه.
- تتكيف الحيوانات مع التغيرات التي تحدث في بيئتها.

التقويم 2-1

1. **الفكرة الرئيسية** كون جدولًا يصف حالات المادة الثلاث من حيث شكلها وحجمها وقابليتها للانضغاط.
2. صفات الخواص التي تصف المادة على أنها مادة كيميائية نقاء.
3. صنف كلاً من الخواص الآتية إلى فيزيائية وكيميائية:
 - a. الحديد والأكسجين يكونان الصدأ.
 - b. الحديد أكبر كثافة من الألومنيوم.
 - c. يحترق الماغنيسيوم ويتوهج عند إشعاله.
 - d. الزيت والماء لا يمتزجان.
 - e. ينصهر الزئبق عند -39°C .
4. نظم. كون جدولًا يقارن بين الخواص الفيزيائية والكيميائية. أعط مثالين على كل نوع منها.

الخلاصة

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



الأهداف

● تعرّف التغير الفيزيائي، وتعطي أمثلة عليه.

● تعرّف التغير الكيميائي، وتعطي عدة مؤشرات على حدوثه.

● تطبيق قانون حفظ الكتلة على التفاعلات الكيميائية.

مراجعة المفردات

الملاحظة: جمع منظم وموجه للمعلومات حول ظاهرة معينة.

المفردات الجديدة

التغير الفيزيائي

تغير الحالة

التغير الكيميائي

قانون حفظ الكتلة



Changes in Matter تغيرات المادة

الغرة الرئيسية 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 للتغيرات تؤدي إلى حدوث اختلافات كبيرة في مظهرها، إلا أن تركيبها يبقى ثابتاً. ومن ذلك تشكيل صفيحة من الألومنيوم في صورة كرة؛ ففي حين يتحول شكل هذه الصفيحة الملساء المستوية الشبيهة بالمرأة إلى كرة فإن تركيبها لا يتغير؛ فهي ما زالت من الألومنيوم. هذا النوع من التغير الذي يحدث دون أن يغير تركيب المادة يسمى **التغير الفيزيائي**. ومن ذلك أيضاً تقطيع ورقة، وكسر لوح زجاجي.

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

الربط مع علم الأرض **دورة الماء** تسمح دورة الماء بوجود الحياة على الأرض. ففي درجات الحرارة الأقل من 0°C يكون الماء صلباً عند الضغط الجوي العادي، ويسمى الماء عندها جليداً. وعند تسخين الجليد يبدأ في الانصهار ويصبح ماء سائلاً. هذا التغير في حالة الماء يعد تغيراً فيزيائياً؛ لأن رغم أن الجليد والماء مختلفان في المظهر إلا أن تركيبهما واحد. وإذا ارتفعت درجة حرارة الماء إلى 100°C فإن الماء يبدأ في الغليان، ويتحول الماء السائل إلى بخار. إن الانصهار وتكون البخار تغيران فيزيائيان، وهما من تغيرات الحالة المألوفة. وتشير مصطلحات **الشكل 8-8** عمليتي التكثف والتجمد، وهما من تغيرات الحالة المألوفة. وتشير مصطلحات الغليان، والتجمد، والتكتف، والتبخّر، والانصهار عادة إلى تغيرات في حالة المادة.



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

درجة الحرارة والضغط اللذان يحدث عند تغيير في حالة مادةٍ 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 كالكثافة، ولهذا يمكن استعمالها في تعين المواد المجهولة.

التغيرات الكيميائية Chemical Changes

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

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

قانون حفظ الكتلة Law of Conservation of Mass

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

قانون حفظ الكتلة

كتلة المتفاعلات = كتلة النواتج

ارجع إلى التجربة الاستهلالية صفحة 13، واستقصِ كيف تتحقق قانون حفظ الكتلة؟

المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

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

عين المتفاعلات والنواتج في تفاعل تكوّن الصدأ.



مثال 2-1

حفظ الكتلة ووضع 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، وتبعًا لقانون حفظ الكتلة فإن مجموع كتل النواتج يجب أن يساوي مجموع كتل المواد المتفاعلة.

المطلوب

$$\text{كتلة الأكسجين} = ? \text{ g}$$

المعطيات

$$\text{كتلة أكسيد الزئبق II} = 10.0 \text{ g}$$

$$\text{كتلة الزئبق} = 9.26 \text{ g}$$

2 حساب المطلوب

ضع قانون حفظ الكتلة

$$\text{كتلة المتفاعلات} = \text{كتلة النواتج}$$

$$\text{كتلة أكسيد الزئبق II} = \text{كتلة الزئبق} + \text{كتلة الأكسجين}$$

$$\text{كتلة الأكسجين} = \text{كتلة أكسيد الزئبق II} - \text{كتلة الزئبق}$$

$$\text{كتلة الأكسجين} = 9.26 \text{ g} - 10.00 \text{ g}$$

أوجد كتلة الأكسجين

عرض بالقيم المعطاة في المعادلة

3 تقويم الإجابة

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

مسائل تدريبية

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

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

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

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

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

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

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



الشكل 10-2 عند تسخين أكسيد الزئبق II فإنه يتفاعل

ليكون الزئبق والأكسجين. ويكون مجموع كتلتيهما مساوياً كتلة أكسيد الزئبق II.



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

التقويم 2-2 الخلاصة

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

- سحق علبة الألومنيوم.
 - تدوير علب الألومنيوم المستعملة لإنتاج علب جديدة.
 - الاتحاد الألومنيوم مع الأكسجين لإنتاج أكسيد الألومنيوم.
11. صفات نتائج التغير الفيزيائي، وأعطِ ثلاثة أمثلة عليه.
12. صفات نتائج التغير الكيميائي، واذكر أربعة أدلة على حدوثه.
13. احسب. حل المسائل الآتية:
- إذا تفاعل g 22.99 من الصوديوم تماماً مع g 35.45 من الكلور فما كتلة كلوريد الصوديوم الناتج؟
 - إذا تفاعل g 12.2 من مادة X مع عينة من Y ونتج g 78.9 من XY فما كتلة Y المتفاعلة؟
14. 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 تغييراً 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.





المحاليل Mixtures

الأهداف

• تقارن بين المحاليل والمواد النقية.

• تصنف المحاليل إلى متجانسة وغير متجانسة.

• تميز بين طرائق فصل المحاليل.

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

الفقرة 2-3 توجد معظم المواد المألوفة على شكل محاليل. المخلوط مزيج من مادتين نقietين أو أكثر.

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

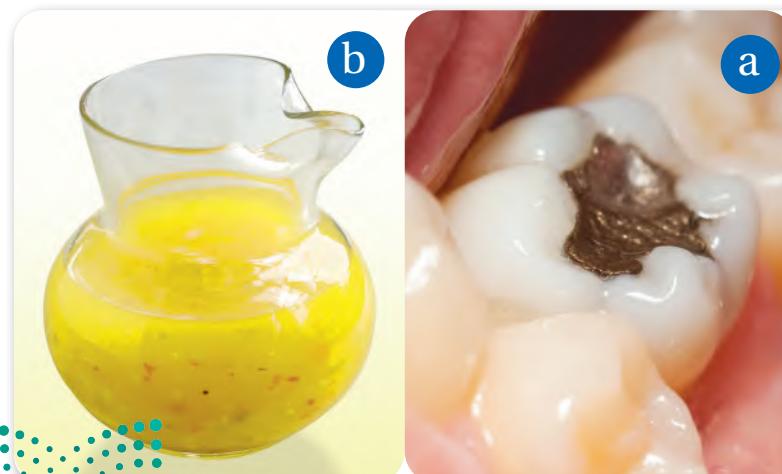
المحاليل Mixtures

درست أن المادة النقية ذات تركيب منتظم وثابت. ماذا يحدث عند مزج مادتين نقietين أو أكثر معًا؟ **المخلوط** مزيج مكون من مادتين نقietين أو أكثر مع احتفاظ كل من هذه المواد بخواصها الأصلية. ويتختلف تركيب المحاليل بحسب نسب مكوناتها. لذا يمكن تحضير عدد لا نهائي من المحاليل. وما يجدر بالذكر أن معظم المواد في الطبيعة توجد في صورة محاليل، 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 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 معًا، كما في الشكل 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 المحاليل إن مزيجي المواد النقية في الشكل 2-11 مخلوطان. ورغم اختلاف الخواص المرئية للمحاليل إلا أنه يمكن تعريفها بعدة طرائق، وتصنيفها إلى متجانسة وغير متجانسة.



الشكل 2-11 هناك أنواع مختلفة

من المحاليل a. من غير الممكن رؤية المكونات المختلفة لبعض المحاليل كهذه الحشوة المكونة من مخلوط فضة - زئبق.

b. يمكن رؤية مكونات بعض المحاليل الأخرى كمطبل السلطة.

المفردات

مفردات أكاديمية

خلوط

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

معنى في الكيمياء

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

المخلوط غير المتجانس مخلوط لا تمتزج فيه المواد، بل تبقى المواد فيه متمايزة بعضها من بعض، وتركيبه غير منتظم؛ لأن المواد فيه لم تمتزج تماماً وظللت متمايزة. 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 متمايزة يشير إلى مخلوط غير متجانس.

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

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

المحلول الصلب المعروف بالفولاذ يسمى «سيكية». والسيكية مخلوط متجانس من الفلزات، أو من فلز ولا فلز، يكون فيه الفلز هو المكون الأساسي. الفولاذ مثلاً مخلوط من فلز الحديد ولافلز الكربون. وإن وجود ذرات الكربون في المخلوط يزيد من صلابة الفلز. وتقوم المصانع بمزج أنواع مختلفة من الفلزات في سبائك للوصول إلى مواد أكثر قوة ومقاومة؛ فالمجوهرات كثيراً ما تصنع من سبائك، ومنها البرونز والذهب الأبيض.



الشكل 12-2 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 وثاني أكسيد الكربون الذائبان في ماء البحر.	غاز - سائل
الهواء الرطب الذي يتنفسه الغواص يحوي قطرات ماء.	سائل - غاز
عندما تغمر يمترج ماء المطر بماء البحر.	سائل - سائل
الأملاح الصلبة الذائبة في ماء البحر.	صلب - سائل
أسطوانة الغوص مصنوعة من مزيج من المعادن.	صلب - صلب

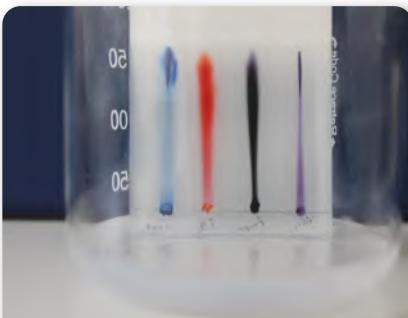
فصل المخاليط Separating Mixtures

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

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



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



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

الクロماتوجرافيا 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 2-14. وفي هذه الطريقة يتبعد أولاً مكون المخلوط الذي قوى تمسك جزيئاته أقل على ورق الكروماتوجرافيا، ثم يليه المكون الذي قوى تمسك جزيئاته أكبر فأكبر.

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

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



الشكل 2-15 عندما يتبخّر الماء من محلول السكر المائي تكون بلورات السكر على الخطيط.

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

تجربة

فصل الأصباغ

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. استنتاج 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.

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 حافتها العليا. امسح أي قطرات ماء على حافة الكأس.

3. ضع ورقة ترشيح دائيرية على سطح جاف ونظيف، وضع نقطة حبر في مركز الورقة بالضغط 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.

التقويم 2-3

الخلاصة

المخلوط مزيج مكون من مادتين نقيتين أو أكثر مع احتفاظ كل من هذه المواد بخواصها الأصلية.

المحاليل مخالفات متجانسة.

يمكن فصل مكونات المخالفات بطرق فизيائية. من طرائق الفصل المألوفة الترشيح، والتقطير، والتبلور، والتسامي، والكروماتوجرافيا.

15. الفكرة **الزنستة** صنف كلّاً ما يأتي إلى مخلوط متجانس أو غير متجانس.

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

16. قارن بين المخالفات والممواد النقية.

17. سُمّ طريقة الفصل التي يمكن استعمالها في فصل مكونات المخالفات 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، والمخالفات المتجانسة، والمخالفات غير المتجانسة.



الأهداف

تمييز بين العناصر والمركبات.

تصف ترتيب العناصر في الجدول الدوري.

تشرح سلوك المركبات وفق قانوني النسب الثابتة والمتساغفة.

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 المتساغفة

الفكرة الرئيسية المركب مكون من عنصرين أو أكثر متحددين معًا تأخذًا كيميائياً.

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.

عناصر Elements

رغم أن للهادة أشكالاً كثيرة إلا أنه يمكن فصل مكوناتها إلى عدد صغير من الوحدات البنائية الأساسية تسمى عناصر. **العنصر** مادة كيميائية نقية لا يمكن تجزئتها إلى أجزاء أصغر منها بطرائق فизيائية 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. ويكون الرمز من حرف أو اثنين أو ثلاثة، بحيث يكون الحرف الأول كبيراً، أما باقي الأحرف فتكون صغيرة. ومن المعلوم أن أسماء العناصر ورموزها متفق عليها عالمياً من قبل العلماء لتسهيل التواصل بينهم. ولا تتوافر العناصر الطبيعية على نحو متساوٍ؛ فالهيدروجين H يشكل 75% من كتلة الكون، في حين يشكل الأكسجين O والسلikon 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 وجوداً في الطبيعة؛ إذ يقدر وجوده بأقل من 20 g موزعة في قشرة الأرض. وتوجد العناصر في حالات فизيائية مختلفة في الظروف العادية، كما هو مبين في الشكل 16-2.

الشكل 16-2 توجد العناصر في حالات

مختلفة في الظروف العادية.



وعاء نحاس - صلب



جهاز قياس ضغط الدم (زئبق - سائل)



بالون هيليوم - غاز



الشكل 17-2

العناصر الأساسية

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

K = 39	Rb = 85	Cs = 133	—	—
Ca = 40	Sr = 87	Ba = 137	—	—
—	? Yt = 88?	? Di = 138?	Er = 178?	—
Ti = 48?	Zr = 90	Ce = 140?	? La = 180?	Th = 231
V = 51	Nb = 94	—	Ta = 182	—
Cr = 52	Mo = 96	—	W = 184	U = 240
Mn = 55	—	—	—	—
Fe = 56	Ru = 104	—	Os = 195?	—
Co = 59	Rh = 104	—	Ir = 197	—
Ni = 59	Pd = 106	—	Pt = 198?	—
P = 31	As = 75	—	Au = 199?	—
S = 32	Sb = 122	—	Hg = 200	—
Cl = 35,5	Se = 78	Te = 125?	Tl = 204	—
Br = 80	J = 127	—	Pb = 207	—
			Bi = 208	—
			—	—
			—	—

المفردات

مفردات علمية

العنصر
Element

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

الرصاص من أثقل العناصر.

نظرة أولية على الجدول الدوري مع ازدياد عدد العناصر المكتشفة في بدايات القرن التاسع عشر بدأ العلماء يلاحظون أنماط التشابه بين العناصر في الخواص الفيزيائية والكيميائية دراستها. وقد صمم العالم الروسي ديمتري مندليف Dmitri Mendeleev (1834 – 1907) جدولًا كما في الشكل 17-2 نظم فيه جميع العناصر التي كانت معروفة في ذلك الوقت. كان تصنيفه قائماً على التشابهات بين العناصر وكتلها. وهو يعد النسخة الأولى مما سمي بعد ذلك "الجدول الدوري". ينظم الجدول الدوري العناصر في شبكة تسمى الصفوف الأفقية فيها "الدورات"، وتسمى العمدة "المجموعات" أو "العائلات". والعناصر الموجودة في مجموعة واحدة لها خواص فيزيائية وكميائية مشابهة. وقد سمي الجدول دوريًا لأن نمط الخواص المشابهة يتكرر من دورة إلى أخرى، وسوف تجده في نهاية هذا الكتاب صورة للجدول الدوري الحديث.

المركبات Compounds

كثير من المواد الكيميائية النقيّة تصنّف على أنها مركبات. ويتكوّن المركب من عنصرين مختلفين أو أكثر متّحددين كيميائياً. وتوجّد معظم المواد في الكون على شكل مركبات. يوجد الآن حوالي (10) ملايين مركب معروفة، وهي في ازدياد مستمر؛ إذ يتم تحضير أو اكتشاف حوالي (100,000) مركب سنويًا.

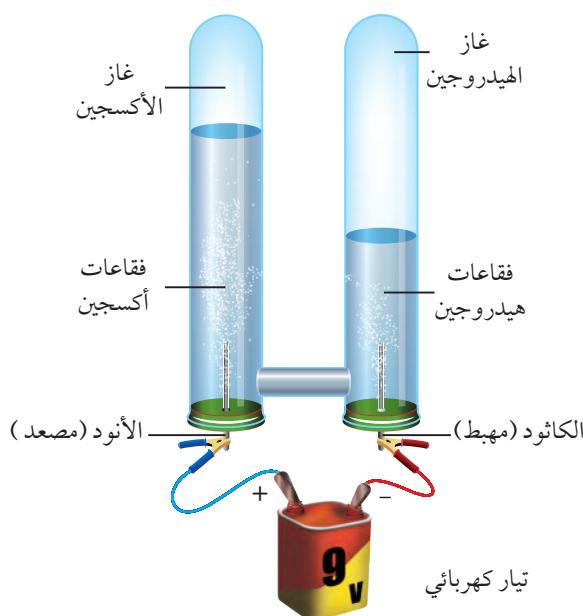
ماذا قرأت؟ عرف العنصر والمركب.

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



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

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



فصل المركبات إلى مكوناتها لا يمكن تجزئة العناصر إلى مواد أبسط منها بطرق فизيائية أو كيميائية، لكن يمكن تجزئة المركبات إلى مواد أبسط بطرق كيميائية. وعموماً فإن المركبات التي توجد في الطبيعة أكثر استقراراً من حالة العناصر المكونة لها، ولكي تتفكك هذه المركبات إلى عناصر فإنهما 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 . وأن 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 الدالة في تركيبها. ويوضح مثال الماء في **الشكل 18-2** هذه الحقيقة. الماء مركب مستقر، وهو سائل في درجات الحرارة العادية، وعند تفككه فإن الأكسجين والهيدروجين الناتجين مختلفان كثيراً عن الماء؛ فالأكسجين والهيدروجين غازان عديماً اللون والرائحة، ويتفاعلان بشدة مع عدة عناصر. وهذا الاختلاف في الخواص ناتج عن تفاعل كيميائي بين العناصر. بين **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 [الماء 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.



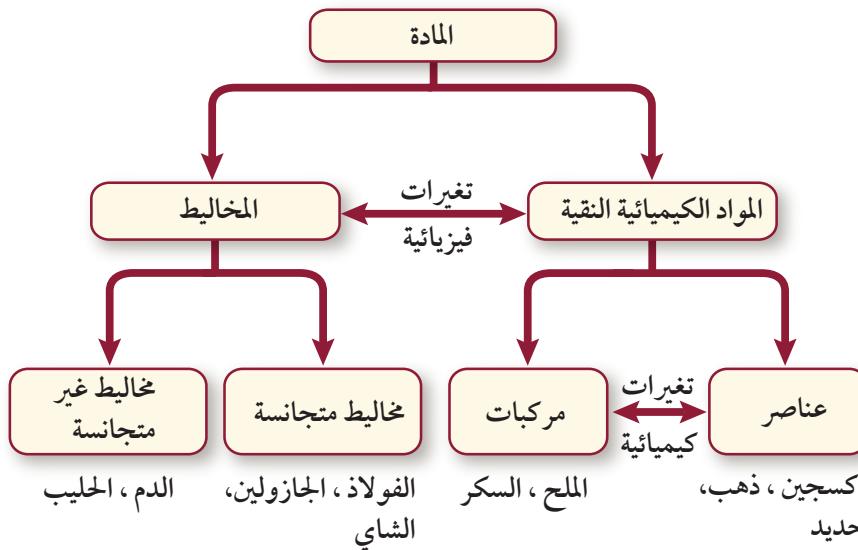
بوتاسيوم



يوديد البوتاسيوم

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

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



تعلم أنه يمكن تصنيف المواد إلى مواد نقيّة ومخاليط. وكما درست في السابق فإن المخلوط إما أن يكون متجانساً أو غير متجانس. وتعرف أيضاً أن العنصر مادة كيميائية نقيّة 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 معًا.

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]. من الحقائق العجيبة في هذا الكون أن الله تعالى أوجد المركبات، والتي تتكون من العناصر نفسها بنسوب ثابتة ومقدّرة بقدر منه سبحانه. وهذا ما يعرف بـ“قانون النسب الثابتة”， الذي ينص على أن المركب يتكون دائمًا من العناصر نفسها بنسوب كتلة 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 معبّراً عنها **بالنسبة المئوية**.

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

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

ماذا قرأت؟ اكتب نص قانون النسب الثابتة.



الجدول 4-2

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

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

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

مسائل تدريبية

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

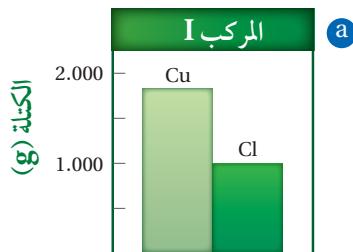
20. يتفاعل 1.0 g هيدروجين كلّياً مع 19.0 g فلور. ما النسبة المئوية بالكتلة للهيدروجين في المركب الناتج؟

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

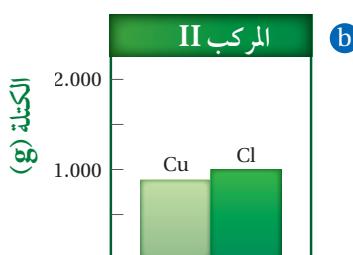
22. تم تحليل مركبين مجهولين فُوجِدَ أن المركب الأول يحتوي على 15.0 g هيدروجين و 120.0 g أكسجين، وأن المركب الثاني يحتوي على 2.0 g هيدروجين و 32.0 g أكسجين. هل المركبان مركب واحد؟ فسر إجابتك.

23. تحضير مركبان كل ما تعرفه عنهما أنها يحتويان على النسبة بالكتلة نفسها من الكربون. هل هما المركب نفسه؟ فسر إجابتك.

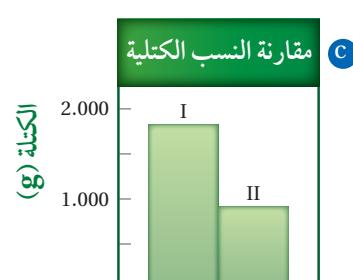
الشكل 2-21 اتحاد النحاس والكلور ينتج عنه مركبات مختلفة.



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



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



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

قانون النسب المتصاعدة Law of Multiple Proportions

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

ماذا قرأت؟ اكتب نص قانون النسب المتصاعدة بكلماتك الخاصة.

الماء وفوق أكسيد الهيدروجين يوضح مركبا الماء H_2O وفوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 قانون النسب المتصاعدة؛ فكلا المركبين مكون من العناصر نفسها (هيدروجين وأكسجين)، لكن الماء مكون من ذرتين هيدروجين وذرة واحدة من الأكسجين، في حين أن فوق أكسيد الهيدروجين يتكون من ذرتين هيدروجين وذرتين أكسجين. لاحظ أن فوق أكسيد الهيدروجين مختلف 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 المتصاعدة مركبات النحاس والكلور؛ إذ يتحد النحاس Cu مع الكلور Cl في ظروف مختلفة لتكون مركبين مختلفين. ويبين الجدول 5-2 نتائج تحليل المركبين؛ فالمركب رقم (I) يحتوي على 64.20% نحاس، في حين يحتوي المركب (II) على 47.27% نحاس، ويحتوي المركب (I) على 35.80% كلور، في حين يحتوي المركب (II) على 52.73% كلور. قارن بين نسب كتل الكلور في المركبين مستعيناً بالجدول 5-2 والشكل 2-21. لاحظ أن نسبة كتلة النحاس إلى الكلور في المركب I تساوي ضعف نسبة النحاس إلى الكلور في المركب II.

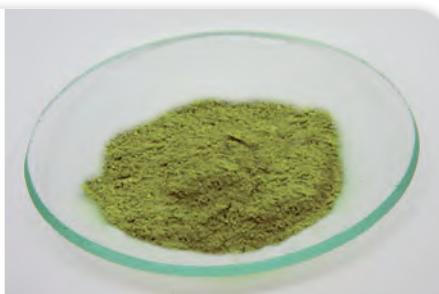
$$\frac{\text{النسبة الكتليلية للمركب I}}{2.00} = \frac{1.739 \text{ g Cu/gCl}}{0.8964 \text{ g Cu/gCl}} = \frac{\text{النسبة الكتليلية للمركب II}}{\text{النسبة الكتليلية للمركب II}}$$

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

تحليل البيانات لمركبي نحاس						الجدول 5-2
النسبة الكتليلية (Cu / Cl)	كتلة (g) في Cl من المركب	كتلة (g) في Cu من المركب	Cl%	Cu%	المركب	
1.793 g Cu / 1 g Cl	35.80	64.20	35.80	64.20	I	
0.8964 g Cu / 1 g Cl	52.73	47.27	52.73	47.27	II	



كلوريد النحاس II



كلوريد النحاس I

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

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

التقويم 2-4

الخلاصة

24. **الفكرة الرئيسية** قارن بين العناصر والمركبات.
25. صف الملامح التنظيمية الأساسية للجدول الدوري للعناصر.
26. فسر كيف ينطبق قانون النسب الثابتة على المركبات؟
27. اذكر مثالين لمركبات ينطبق عليها قانون النسب المتضاعفة.
28. أكمل الجدول الآتي، ثم حلل البيانات الموجودة فيه لتقرر ما إذا كان المركب I والمركب II هما المركب نفسه. إذا كان المركبان مختلفين فاستعمل قانون النسب المتضاعفة لتبيّن العلاقة بينهما.

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

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

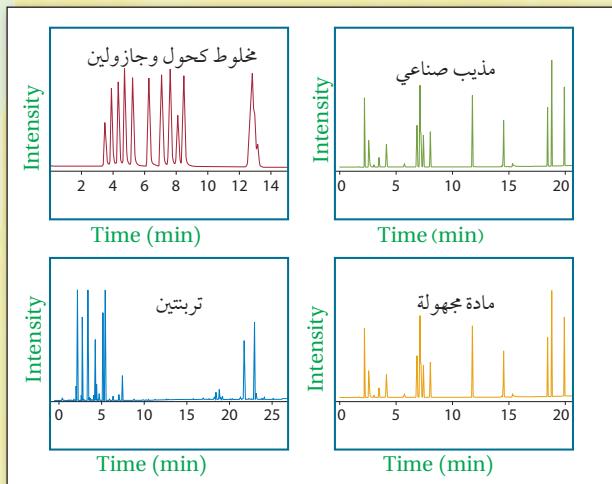


في الميدان

مهن: المحقق

الكشف عن مسرّعات الحرائق المتعمدة

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



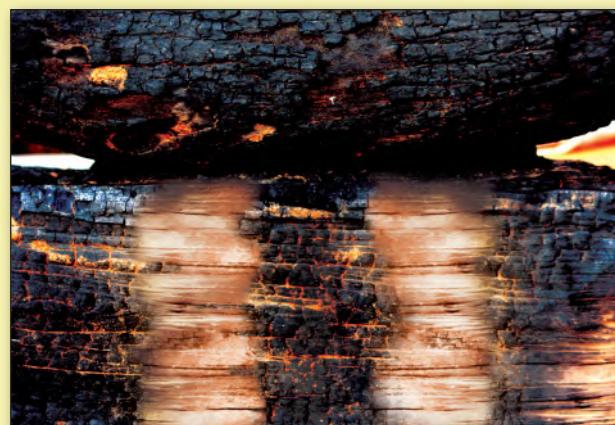
الشكل 2: أشكال بيانية (كروماتوجرام) مميزة للمركبات ك بصمات الأصابع

ومن المؤشرات الأخرى وجود بقع صغيرة على سطح أي مادة رطبة، شبيهة بقع زيت السيارات الطافية على الوحل في شارع رطب. إذا رأى المحققون مثل هذه البقع فإنهم يأخذون عينات منها ليفحصوها. **التحليل الكيميائي** يأخذ المحققون أي عينات يجمعونها إلى المختبر لتحليلها كيميائياً. وهناك تفصيل مكونات كل عينة بعضها عن بعض بعملية تسمى "الكروماتوجرافيا الغازية"، مما يجعل المكونات تظهر في شكل بياني (كروماتوجرام) كتلك المبينة في الشكل 2 لمخلوط من الكحول والجازولين والتربيتين ومذيب صناعي. وهذه الأشكال تشبه بصمات الأصابع؛ فهي تميز كل مادة. وبمقارنة الشكل البياني (الكروماتوجرام) لل المادة المجهولة مع الأشكال الخاصة بالمركبات المعروفة يمكن تحديد نوع المسرع.

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

خواص المسرّعات قد تكون المسرّعات مفيدة إذا استعملت وقوداً، وبعد وجودها خطراً كبيراً في حال وجود حريق؛ فهي مذيبات قوية، ومتتصب بسرعة، ولا تترنح بسهولة مع الماء، وتطفو غالباً فوقه. وفي درجات الحرارة العادي تتبع المسرّعات أبخراً يمكن أن تشتعل.

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



الشكل 1 المسرّعات قد تسبب نمط الاحتراق المتهاوي.

الكيمياء

الكتابة في

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

مختبر الكيمياء

تحديد نواتج التفاعل الكيميائي

8. اثن ورقة الترشيح الدائرية نصفين مرتين لتكون ربع دائرة، وقص الجزء السفلي من الجهة اليمنى للورقة المقابل لك، ثم افتح الورقة المطوية على شكل مخروط وضعها في القمع.
9. أخرج السلك من الدورق، وتخلص منه بحسب توجيهات معلمك.
10. مستعيناً بالساقي الزجاجية، اسكب السائل بيظة داخل القمع؛ لكي تحجز المواد الصلبة الناتجة في ورقة الترشيح.
11. اجمع ما ترشح في الدورق المخروطي، وانقله إلى طبق بتري.
12. عدّل شدة لهب بنزن حتى يصبح لونه أزرق، ثم استخدم الملقط لتسخن مشبك الورق على اللهب حتى يثبت لونه.
13. اغمر المشبك الساخن في السائل في طبق بتري، مستخدماً الملقط. ثم ضعه مرة أخرى فوق اللهب، وسجّل اللون الذي لاحظه. بعد إزالة المشبك عن اللهب اتركه ليبرد قبل أن تلمسه بيده.
14. التنظيف والتخلص من النفايات تخلص من المواد الكيميائية وفق توجيهات معلمك.

حل واستنتاج

1. لاحظ واستنتاج صفات التغيرات التي لاحظتها في الخطوة 6. هل كان هناك دليل على حدوث تغير كيميائي؟
توقع المواد الناتجة.
2. قارن ابحث في أحد المصادر لتحديد ألوان كل من فلز الفضة، ونترات النحاس في الماء، ثم قارن هذه المعلومات بمحاظاتك على المواد المتفاعلة والمادة الناتجة في الخطوة 6.
3. حدد يبعث النحاس ضوءاً أزرق مائلاً إلى الخضراء في اختبار اللهب. هل تؤكّد ملاحظاتك وجود النحاس في السائل الذي جمع في الخطوة 11؟
4. صنف من أي أنواع المحلول يُعد نترات الفضة في الماء؟
أي أنواع المحلول تكون بعد الخطوة 6؟

التوسيع في الاستقصاء

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

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

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

المواد والأدوات الالزمة

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

إجراءات السلامة

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

خطوات العمل

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

دليل مراجعة الفصل

2

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

2-1 خواص المادة

المفاهيم الرئيسية

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

الفكرة **(الرئيسية)** توجد معظم المواد المألوفة على شكل مواد صلبة أو سائلة أو غازية، ولها خواص فيزيائية وكيميائية مختلفة.

المفردات

- حالات المادة
- البلازمـا
- المادة الصلبة
- السائل
- الغاز
- الـبخار
- الخاصية الفيزيائية
- الخاصية غير المميزة
- الخاصية المميزة
- الخاصية الكيميائية

2-2 تغيرات المادة

المفاهيم الرئيسية

- 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 تحول المتفاعلات إلى نواتج.
- ينصّ قانون حفظ الكتلة على أن الكتلة لا تفنى ولا تستحدث في أثناء التفاعل الكيميائي – إلا بقدرة الله تعالى – فهي محفوظة.

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

المفردات

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

كتلة المتفاعلات = كتلة النواتج



دليل مراجعة الفصل

2



2-3 المخاليط

المفاهيم الرئيسية

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

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

المفردات

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

2-4 العناصر والمركبات

المفاهيم الرئيسية

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

الفكرة **الرئيسة** المركب مكون من عنصرين أو أكثر متединين معًا اتحاداً كيميائياً.

المفردات

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



إتقان المفاهيم

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

الجدول 2-6 الخواص الفيزيائية لبعض المواد المأهولة				
درجة الغليان (°C)	الحالة عند 25°C	اللون	المادة	
-183	غاز	عديم اللون	أكسجين	
100	سائل	عديم اللون	ماء	
يتحلل	صلب	أبيض	سكرورز	
1413	صلب	أبيض	كلوريد الصوديوم	

2-2

إتقان المفاهيم

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

a. كسر قلم جزأين.

b. تجمد الماء وتكون الجليد.

c. قلي البيض. d. حرق الخشب.

e. تغير لون ورق الشجر في فصل الخريف.

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

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

45. اذكر أربعة مؤشرات على حدوث التفاعل الكيميائي.

46. صدأ الحديد يتهدى الحديد مع الأكسجين في وجود بخار الماء لتكوين أكسيد الحديد، أو ما يعرف بصدأ الحديد. ما المواد المتفاعلة، وما المواد الناتجة؟

47. بعد أن اشتعلت شمعة مدة ثلاثة ساعات بقي نصفها.

ووضح لماذا لا يخالف هذا المثال قانون حفظ الكتلة؟

48. وضح الفرق بين التغير الفيزيائي والـ **التغير الكيميائي**:

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

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

33. اذكر ثلاث خواص فيزيائية للماء.

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

a. درجة الانصهار b. الكتلة

c. الكثافة d. الطول

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

36. اذكر حالات المادة الثلاث، وأعط أمثلة عليها.

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

38. صنف الخواص الآتية إلى فيزيائية أو كيميائية.

a. للألومنيوم لون فضي.

b. كثافة الذهب 19 g/cm^3 .

c. يشتعل الصوديوم عند وضعه في الماء.

d. يغلي الماء عند 100°C .

e. تكون طبقة سوداء على الفضة.

f. الزئبق سائل في درجات الحرارة العادية.

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

40. درجة الغليان عند أي درجة حرارة يغلي 250 mL من الماء، و 1000 mL من الماء؟ هل درجة غليان الماء خاصية مميزة أم غير مميزة؟

تقويم الفصل

2

إتقان حل المسائل

2-4

إتقان المفاهيم

- .59. عُرّف العنصر.
- .60. صَحَّح العبارات الآتية:
- العنصر مزيج من مركبين أو أكثر.
 - عندما تذوب كمية من السكر كلّيًّا في الماء يتبع محلول غير متجانس.
- .61. ما أهم إسهامات العالم منديليف في الكيمياء؟
- .62. سُمِّ العناصر المكونة لكل من المواد الآتية:
- ملح الطعام NaCl
 - الإيثanol $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
 - الأمونيا NH_3
 - البروم Br_2
- .63. هل يمكن التمييز بين العنصر والمركب؟ كيف؟
- .64. هل تختلف خواص المركب عن خواص العناصر المكونة له؟
- .65. ما القانون الذي يشير إلى أن المركب يتكون من العناصر نفسها متحدة بنسب كثيلية ثابتة؟
- .66. ما النسبة المئوية بالكتلة للكربون في CO_2 ؟
- .67. صنف المركبات الواردة في الجدول 7-2 إلى:
- (1:1)
 - (2:2)
 - (1:2)

الجدول 7-2 نسب العناصر في المركبات

أبسط نسب صحيحة للعناصر	المركب
	NaCl
	CuO
	H_2O
	H_2O_2

إتقان حل المسائل

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

- .49. إنتاج الأمونيا تفاعل 28.0 g من النيتروجين كليًّا مع 6.0 g هيدروجين. ما كتلة الأمونيا الناتجة؟
- .50. تفاعل 45.98 g صوديوم مع كمية زائدة من غاز الكلور، فنتج 116.89 g من كلوريد الصوديوم. ما كتلة غاز الكلور الذي استهلك في هذا التفاعل؟
- .51. تتحلل مادة ما كتلتها 680.0 g إلى عناصرها بالتسخين. ما مجموع كتل عناصرها بعد التسخين؟
- .52. عند حرق 180.0 g جلوكوز في وجود 192.0 g أكسجين تنتج ماء وثاني أكسيد الكربون. فإذا كانت كتلة الماء الناتج 108.0 g، فما كتلة ثاني أكسيد الكربون الناتج؟

2-3

إتقان المفاهيم

- .53. صف خواص المخلوط.
- .54. اذكر طريقة الفصل التي يمكن استعمالها لفصل المخالفات الآتية:
- برادة الحديد والرمل.
 - الرمل والملح.
 - مكونات البحر.
 - غاري الهيليوم والأكسجين.
- .55. ما صحة العبارة الآتية: "المخلوط مادة ناتجة عن اتحاد مادتين أو أكثر كيميائياً"؟ فسر إجابتك.
- .56. فيم يختلف المخلوط المتجانس عن المخلوط غير المتجانس؟

- .57. ماء البحر مكون من ملح ورمل وماء. هل هو مخلوط متجانس أو غير متجانس؟ فسر إجابتك.
- .58. ما الكروماتوجرافيا؟ وكيف تعمل؟

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

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

79. صنف المواد الآتية إلى مواد ندية، أو مخلوط متجانس، أو مخلوط غير متجانس:

- | | | |
|-----------|----------------|------------------|
| a. الهواء | c. التربات | e. التربات |
| b. الدخان | d. الماء النقى | f. الماء الموحّل |
80. حدد ما إذا كان كل مما يأتي مخلوطاً متجانساً أم مخلوطاً غير متجانس، أم مركباً، أم عنصراً:
- | | |
|---------------------|---------------|
| a. ماء الشرب النقى. | c. الهيليوم. |
| b. الماء المالح. | d. ماء البحر. |
| e. الهواء. | |

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

82. البيتزا هل البيتزا مخلوط متجانس أو غير متجانس؟
83. يتفاعل الصوديوم كيميائياً مع الكلور ليكون كلوريد الصوديوم. هل كلوريد الصوديوم مخلوط أو مركب؟

84. بين ما إذا كان اتحاد العناصر الآتية يؤدي إلى تكوين مركب أو مخلوط:

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

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

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

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

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

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

74. أكمل الجدول 8-2 الآتي:

الجدول 8-2 كتل العناصر في المركبات

المركب	كتلة المركب (g)	كتلة الأكسجين (g)	النسبة المئوية بالكتلة للأكسجين (%)	كتلة العنصر الثاني في المركب (g)
CuO	84.0	16	19	
H_2O	18.0	16	89	
H_2O_2	34.0	32	94	
CO	28.0	16	57	
CO_2	44.0	32	73	

مراجعة عامة

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

76. صنف المخالفات الآتية إلى متجانسة أو غير متجانسة:

a. النحاس الأصفر (سيكة من الخارجيين والنحاس)

b. السلطة.

c. الدم.

d. مسحوق شراب مذاب في الماء.



تقويم الفصل

2

تقويم إضافي

الكتابة في ← الكيمياء

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

أسئلة المستندات

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

الجدول 9-2 كتل العناصر في المركبات

الملاحظات	الصيغة الكيمائية	اسم الصيغة
نتج عن تقطير الحشب في وعاء مغلق.	عنصر الكربون (الكربون الأسود)	الفحم
مركب بولي مجوبي شوابئ زجاج.	سليلات النحاس الكالسيوم $\text{CaCuSi}_4\text{O}_{10}$	الأزرق المصري
تم تحضيرها من نباتات مختلفة من جنس الشبرق أو القطف.	$\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_2$	النيلة
يستخدم بصورة مستمرة في كافة المناطق الجغرافية وطوال الزمن.	Fe_2O_3	أكسيد الحديد الأحمر (الميلاتيت) وهو المكون الرئيسي للصدأ
مركبات أخرى من النحاس تحوي كربونات، تسمى الزنجر.	$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$	الزنجر

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

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

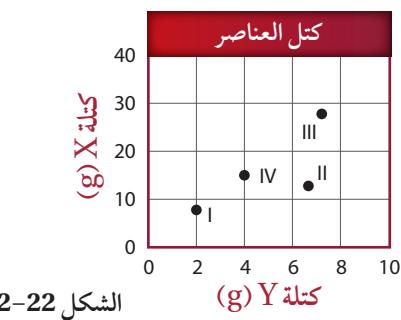
93. اذكر مثلاً على عنصر ومثلاً على مركب، مستعيناً بالجدول 9-2 أعلاه.

94. هل يعد إنتاج الفحم بالتقطر الجاف للخشب تغيراً فيزيائياً أم تغيراً كيمياً؟ فسر إجابتك.



التفكير الناقد

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



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

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

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

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

87. تحليل هل يعد خروج الغاز من عبوة المشروب الغازي المفتوحة تغيراً فيزيائياً، أم تغيراً كيمياً؟ فسر إجابتك.

مسألة تحضير

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

مراجعة تراكمية

89. ما الكيمياء؟

90. ما الكتلة؟

اختبار مقتني

أسئلة الاختيار من متعدد

استعن بالجدول أدناه للإجابة عن السؤالين 1 و 2.

التحليل الكتلي لعينتي كلور - فلور

% F	% Cl	كتلة الفلور (g)	كتلة الكلور (g)	العينة
34.89	65.11	6.978	13.022	I
?	?	9.248	5.753	II

5. تتشابه العناصر: Cs، K، Na، Li في الخواص الكيميائية.
تقع هذه العناصر في الجدول الدوري ضمن:
a. صف b. دورة c. مجموعة d. عنصر.
6. يتفاعل الماغنسيوم مع الأكسجين لتكوين أكسيد الماغنسيوم.
ما العبارة غير الصحيحة فيما يتعلق بهذا التفاعل؟
a. كتلة أكسيد الماغنسيوم الناتج تساوي مجموع كتلتي العنصرين المتفاعلين.
b. يصف التفاعل تكوين مادة جديدة.
c. أكسيد الماغنسيوم الناتج هو مركب كيميائي.
d. خواص أكسيد الماغنسيوم تشبه خواص الماغنسيوم والأكسجين.

أسئلة الإجابات القصيرة

7. قارن بين المتغير المستقل والمتغير التابع في التجربة.

أسئلة الإجابات المفتوحة

استعن بالجدول أدناه للإجابة عن الأسئلة من 8 إلى 10.

خواص المواد المكونة لمخلوط نشارة الخشب وملح الطعام					
حجم الجسيمات (mm)	الكثافة (g/cm³)	ذائبة في الكحول	ذائبة في الماء	ذائبة في الزيوت	المادة
1	0.21	لا	لا	لا	نشارة الخشب
2	2.17	لا	نعم	نعم	ملح الطعام

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

1. ما النسبة المئوية لكل من الكلور والفلور في العينة رقم II

- a. 61.65 و 0.6220 .a
b. 38.35 و 61.65 .b
c. 0.6220 و 38.35 .c
d. 61.650 و 38.35 .d

2. إلى أي القانونين (النسب الثابتة أم المتضاعفة) تخضع نسبة كتلتي الكلور والفلور في العينتين؟

- a. قانون النسب الثابتة؛ لأن العينتين مأخوذتان من مركب واحد.
b. قانون النسب المتضاعفة؛ لأن العينتين مأخوذتان من مركب واحد.
c. قانون النسب الثابتة؛ لأن العينتين مأخوذتان من مركبين مختلفين.
d. قانون النسب المتضاعفة؛ لأن العينتين مأخوذتان من مركبين مختلفين.

3. أي خواص السكر الآتية ليست فيزيائية؟

- a. يوجد على شكل بلورات صلبة في درجات الحرارة العادية
b. يظهر بلون أبيض.
c. يتحلل إلى كربون وبخار ماء عند تسخينه.
d. طعمه حلو.

4. أي العبارات الآتية تصف مادة في الحالة الصلبة؟

- a. تنساب جسيماتها بعضها فوق بعض.
b. يمكن ضغطها إلى حجم أصغر.
c. تأخذ شكل الوعاء الذي توجد فيه.
d. جسيماتها متلاصقة بقوة.

تركيب الذرة

The Structure of Atom

3

الـ

الفكرة (العامة) الذرات هي الوحدات البنائية الأساسية للهادة.

3-1 الأفكار القديمة للمادة

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

3-2 تعريف الذرة

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

3-3 كيف تختلف الذرات؟

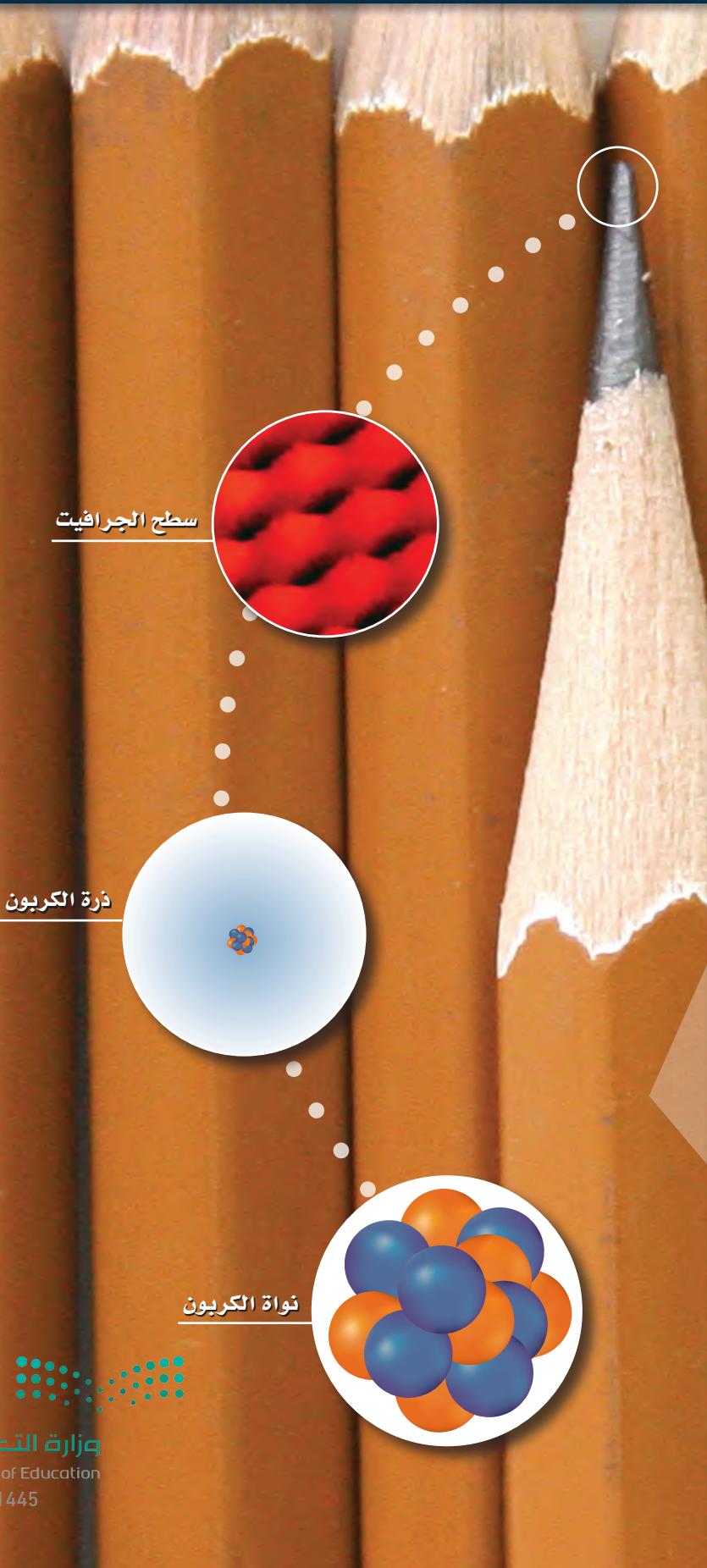
الفكرة (الرئيسية) يحدد عدد البروتونات والعدد الكتلي نوع الذرة.

3-4 الأنوية غير المستقرة والتحلل الإشعاعي

الفكرة (الرئيسية) الذرات غير المستقرة تصدر إشعاعات للوصول إلى حالة الاستقرار.

حقائق كيميائية

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



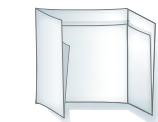
نشاطات تمهيدية

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

المطويات

منظمات الأفكار

الخطوة 1 اثن ورقة من النصف طولياً.
وأجعل الحافة الخلفية أطول من الحافة الأمامية 2 cm.



الخطوة 2 اثن الورقة إلى ثلاثة أجزاء متساوية.

٥٩

الخطوة 3 افتح الورقة، ثم قصها عند أحد خطوط الشيء، بحيث تحصل على جزء صغير وأخر كبير. كما هو مبين في الشكل.



الخطوة 4 سُم الأجزاء كما هو مبين في الشكل.



المطويات استعمل هذه

المطوية في القسم 1-3 من هذا الفصل. وعند الانتهاء من قراءته سجل معلوماتك حول الذرة وتركيبها.



المطويات

منظمات الأفكار

الخطوة 1 اثن ورقة من النصف طولياً.
وأجعل الحافة الخلفية أطول من الحافة الأمامية 2 cm.

الخطوة 2 اثن الورقة إلى ثلاثة أجزاء متساوية.

الخطوة 3 افتح الورقة، ثم قصها عند أحد خطوط الشيء، بحيث تحصل على جزء صغير وأخر كبير. كما هو مبين في الشكل.

الخطوة 4 سُم الأجزاء كما هو مبين في الشكل.

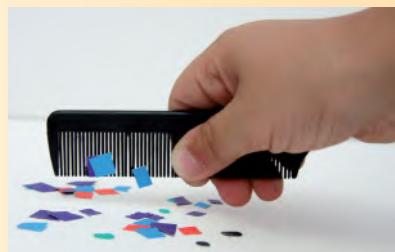
المطويات استعمل هذه

المطوية في القسم 1-3 من هذا الفصل. وعند الانتهاء من قراءته سجل معلوماتك حول الذرة وتركيبها.

تجربة استهلاكية

كيف يمكن ملاحظة تأثير الشحنات الكهربائية؟

تلعب الشحنات الكهربائية دوراً مهماً في تركيب الذرة.



خطوات العمل

- املاً بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية على منصة عين الإثرائية.
- قص قطعاً صغيرة من الورق، ثم وزعها على الطاولة.
- مرر مشطاً بلاستيكياً خلال شعرك وقربه إلى قطع الورق. وسجل ملاحظاتك.
- املاً بالونين بالهواء، واربط كلاً منها بخيط.
- ادلك كلاً منها بقطعة صوفٍ، ثم قرب أحدهما إلى الآخر، ودون ملاحظاتك.

التحليل

- فسّر ملاحظاتك في ضوء معرفتك بالشحنة الكهربائية. حدد أيّ الشحنات متشابهة، وأيّها مختلفة؟
- وضح كيف عرفت؟
- استنتج لماذا انجذبت القطع غير المشحونة إلى المسط المسحون في الخطوة 3 أعلاه.

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



الأفكار القديمة للمادة

Early Ideas About Matter

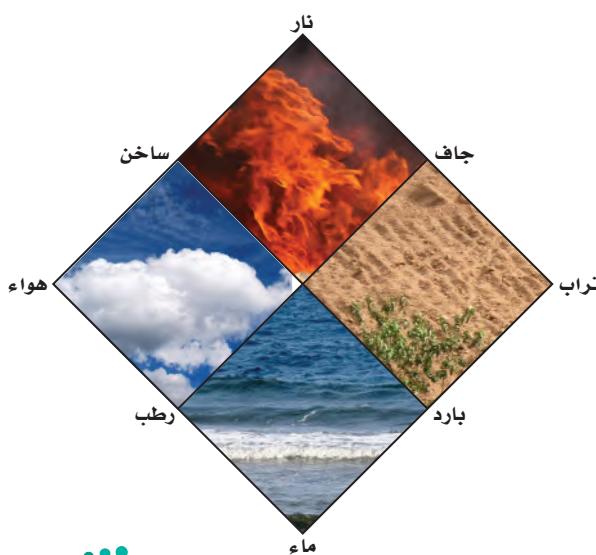
الفكرة الرئيسية حاول الإغريق القدماء فهم المادة، إلا أن الدراسة العلمية للذرة

بدأت مع جون دالتون في أوائل القرن التاسع عشر.

الربط مع الحياة قد يترب 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 المئيين الأخير نماذج للذرة، وقاموا بتعديل نماذجهم بعد جمعهم بيانات جديدة.

الفلسفه الإغريقي

لم تكن العلوم قبلآلاف 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 الطائق الأولية للوصول إلى الحقيقة. لقد جذب الفضول العلمي انتباه الكثير من المفكرين الأكاديميين المعروفين بالفلسفه، الذين بحثوا في أسرار الحياة المتعددة. وعندما تسألهؤلاء الفلسفه عن طبيعة المادة وضع كثير منهم تفسيرات قائمه على خبراتهم الحياتية الخاصة، واستنتاج كثير منهم أن المادة مكونة من أشياء كالتراب، والماء، والهواء، والنار، كما هو مبين في الشكل 1-3. لقد كان من المتفق عليه أن المادة يمكن تجزئتها إلى أجزاء أصغر فأصغر. ورغم أن هذه الأفكار الأولية كانت إبداعية إلا أنه لم يكن هناك وسيلة متوفرة لاختبار صدقها.



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

الأهداف

• تقارن بين النماذج الذرية لديمو克ريطوس، 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 ناجحة إذا استطعنا استعمالها للقيام ببناؤات صحيحة.

المفردات الجديدة

نظريه دالتون الذرية

المفردات

مفردات أكاديمية

Atom (الذرة)

جاءت من الكلمة الإغريقية atomos وتعني لا تتجزأ. أما في اللغة العربية فالذرة تعني الجزء الم النهائي 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 تخزئتها. والجدول 1-3 يبين أفكار ديموقريطوس.

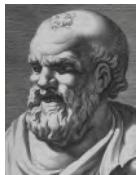
إن كثيراً من أفكار ديموقريطوس لا تتفق مع النظرية الحديثة للذرة، بل وجهت بانتقادات من الفلسفه الآخرين وقتها، حيث تسائلوا: ما الذي يربط الذرات معاً؟ ولم يستطع ديموقريطوس الإجابة عن هذا السؤال.

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 ليست على علم. 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 الفلسفه حول أفكاره عن الطبيعة، تلك الأفكار التي أنكرت وجود الذرات، وبشكل لا يصدق؛ فقد كان تأثير أرسطو عظيماً. وظل التقدم العلمي بدايئاً فيما يتعلق بالذرات.

أفكار الفلسفه الإغريقي حول المادة

الجدول 1-3

الفيلسوف	الجدول 1-3	أفكار الفلسفه الإغريقي حول المادة	الأفكار
Democritus ديموقريطوس 370-460 ق.م		• تكون المادة من ذرات تتحرك في الفراغ. • الذرات صلبة، متجانسة، لا تفني ولا تتجزأ. • الأنواع المختلفة من الذرات لها أحجام وأشكال مختلفة. • حجم الذرات وشكلها وحركتها يحدد خواص المادة.	
Aristotle أرسطو 322-384 ق.م		• لا وجود لفراغ. • المادة مكونة من التراب، والنار، والهواء، والماء.	

نظريّة دالتون الذريّة

الجدول 2-3

الأفكار

- تتكون المادة من أجزاء صغيرة جدًا تسمى الذرات.
- الذرات لا تتجزأ ولا تفنى.
- تتشابه الذرات المكونة للعنصر في الحجم، والكتلة، والخواص الكيميائية.
- تختلف ذرات أي عنصر عن ذرات العناصر الأخرى.
- الذرات المختلفة تتحدد بنسبة عدديّة بسيطة لتكوين المركبات.
- في التفاعلات الكيميائية: تفصل الذرات، أو تتحد، أو يُعاد ترتيبها.

الفيلسوف

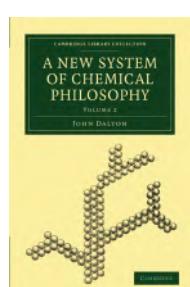
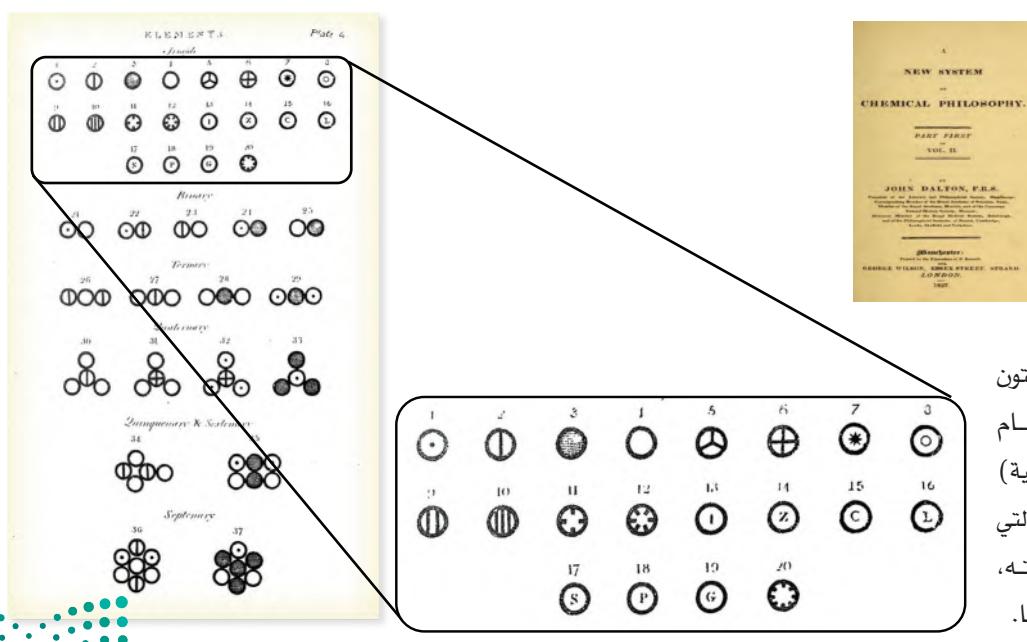
جون دالتون John Dalton
1766 – 1844 م



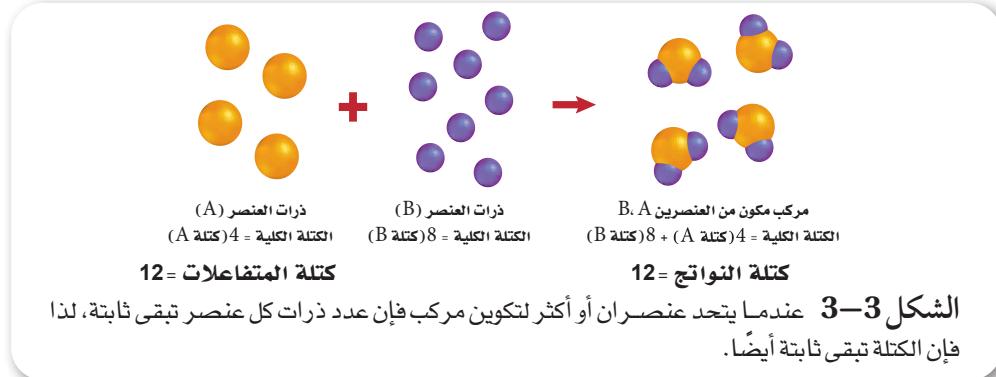
ماذا قرأت؟ استنتاج لماذا كان من الصعب على ديموقريطوس أن يدافع عن أفكاره؟

جون دالتون John Dalton أدت التجارب العلمية التي قام بها دالتون في القرن التاسع عشر إلى بداية تطور النظريّة الذريّة الحديثة. وعمل أيضًا على إعادة إحياء أفكار ديموقريطوس ومراجعةها، معتمدًا 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 سمح لها بدعم فرضيته؛ حيث درس الكثير من التفاعلات الكيميائية، وسجل ملاحظات وقياسات دقيقة، حتى استطاع تحديد النسب الكتليلية للعناصر الداخلة في التفاعلات. وقد أدت نتائج أبحاثه إلى ما أطلق عليه **نظريّة دالتون الذريّة**، التي قام بطرحها عام 1803م. وتُعدُّ النقطة الرئيسيّة لنظرية دالتون.



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



الشكل 3-3 عندما يتحد عناصران أو أكثر لتكوين مركب فإن عدد ذرات كل عنصر تبقى ثابتة، لذا

فإن الكتلة تبقى ثابتة أيضًا.

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 بقدرة الله تعالى. وتوضح نظرية دالتون الذرية حفظ الكتلة في التفاعل الكيميائي، على أساس أن ما يحدث للذرات هو فقط انفصال أو اتحاد أو إعادة ترتيب لها، فهذه الذرات لا تتحطم ولا يستحدث عنها ذرات أخرى. وبين الشكل 3-3 أعلاه حفظ الكتلة عند اتحاد عناصر معينة لتكوين مركب ما؛ إذ بقي عدد ذرات كل عنصر قبل التفاعل وبعده هو نفسه. لقد أدى تقديم دالتون أداته التجريبية المقنعة، وتفسيره الواضح لبنية المركبات ولحفظ الكتلة إلى قبول عام لنظريته الذرية.

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

التفويم 3-1

الخلاصة

- الفكرة قارن بين الطرائق المستعملة من قبل فلاسفة الإغريق وجون دالتون لدراسة الذرة.
- عرف الذرة بأسلوبك الخاص.
- لخص نظرية دالتون الذرية.
- فسر العلاقة بين نظرية دالتون للذرة وقانون حفظ الكتلة.
- 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؟
- صمم خريطة مفاهيمية تقارن فيها بين الأفكار الذرية المطروحة من قبل ديموقريطوس وجون دالتون.

كان ديموقريطوس أول من اقترح وجود الذرات.

اعتقد ديموقريطوس أن الذرات صلبة، ومت詹سة، ولا يمكن تجزئتها.

أنكر أرسطو وجود الذرات.

اعتمدت نظرية جون دالتون الذرية على عدد كبير من التجارب العلمية.



الأهداف

تعريف الذرة Defining the Atom

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

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

The Atom الذرة

الكثير من التجارب منذ أيام دالتون أثبتت وجود الذرات. لكن ما الذرة؟ للإجابة عن هذا السؤال، تخيل أنك قررت أن تبرد قطعةً من النحاس لتتحول إلى كومة من خراطة النحاس. إن كل قطعة من خراطة النحاس ستبقى محفوظة بجميع خواص النحاس. وإذا أمكن - في وجود أدوات خاصة - أن تستمر في تحزئة فنات النحاس إلى جسيمات أصغر فإنك ستحصل في النهاية على جسيمات لا يمكن تحزئتها أكثر بالطريق العادي، وستظل هذه الجسيمات الصغيرة محفوظة بخواص النحاس. ويسمى أصغر جزء يحتفظ بخواص العنصر الذرة.

يقدر عدد الذرات في قطعة صلبة من العملة النحاسية بحوالي 2.9×10^{22} ذرة، وهو ما يقدر بخمسة تريليون مرة أكبر من عدد سكان العالم في عام 2006م وبلغ قطر ذرة النحاس الواحدة $1.28 \times 10^{-10} \text{ m}$ ، فإذا وضعنا 6.5×10^9 ذرة من النحاس جنباً إلى جنب فسوف يتكون خطٌ من ذرات النحاس طوله أقل من متر واحد. ويوضح الشكل 3-4 طريقة أخرى لتصور حجم الذرة. ويمكنك تصوّر صغر الذرة عندما تخيل أنك كبرت الذرة بحيث تصبح في مثل حجم البرقائلة، فإذا صنعت ذلك فكأنك جعلت البرقائلة في مثل حجم الكوكبة الأرضية؛ مع المحافظة على نسبة التكبير نفسها.

- تعرّف الذرة.
- تميّز بين الجسيمات المكونة للذرة من حيث الشحنة والكتلة.
- تصف تركيب الذرة متضمناً مواقع الجسيمات المكونة للذرة.

مراجعة المفردات

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

المفردات الجديدة

الذرة

أشعة المهبط

الإلكترون

النواة

البروتون

النيوترون

الشكل 3-4 تخيل أنك تستطيع زيادة حجم الذرة ليكون مثل حجم البرقائلة. بنفس مقدار هذا التكبير تكون كأنك كبرت حجم البرقائلة إلى حجم الكوكبة الأرضية.



الربط علم الأحياء **انظر إلى الذرات** قد تظن أنه لا توجد طريقة لرؤيه الذرات؛ لأنها صغيرة جداً. إلا أن هناك جهازاً خاصاً 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 حالياً قادرون على جعل ذرات منفردة تتحرك لتكون أشكالاً وأنماطاً، وآلات بسيطة أيضاً، وهو ما يعرف بتقنية النانو، والتي تُعد بصناعة على المستوى الجزيئي، وبناء آلات بحجم صغير جداً (حجم الجزيء). وسوف تعرف لاحقاً أن الجزيئات مجموعة من الذرات مرتبطة معاً، وتعمل كوحدة واحدة.

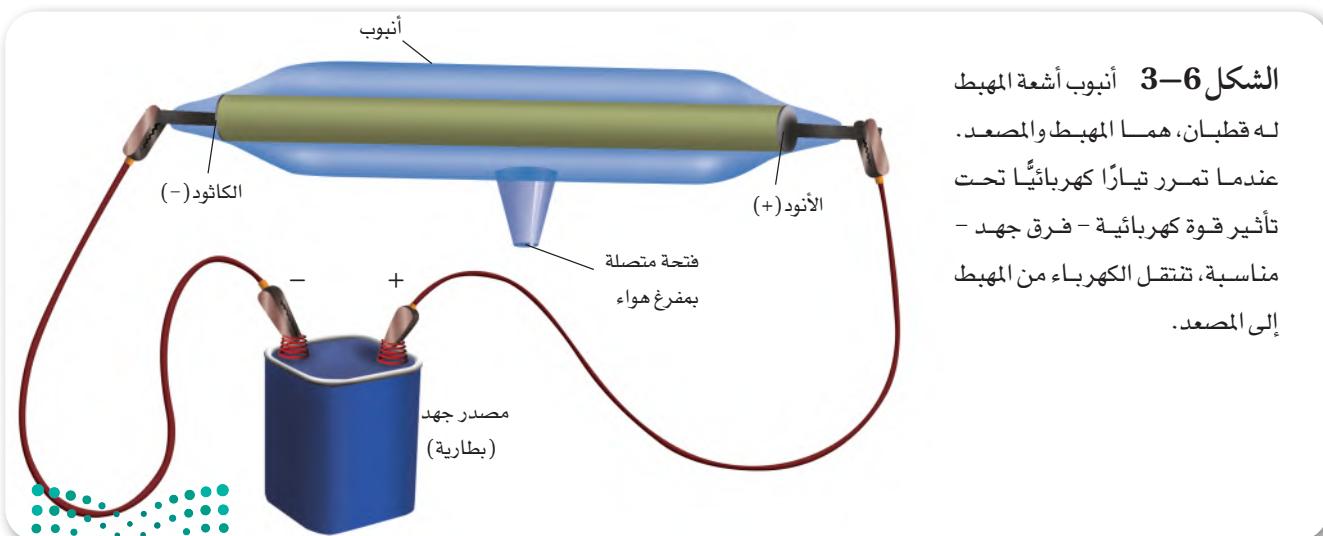


الشكل 3-5 هذه الصورة أخذت بجهاز STM، وهي تبين ذرات منفردة في حمض دهني على سطح من الجرافيت. وقد تم إضافة بعض الألوان للصورة لتوضيح صورة الذرات.

الإلكترون The Electron

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

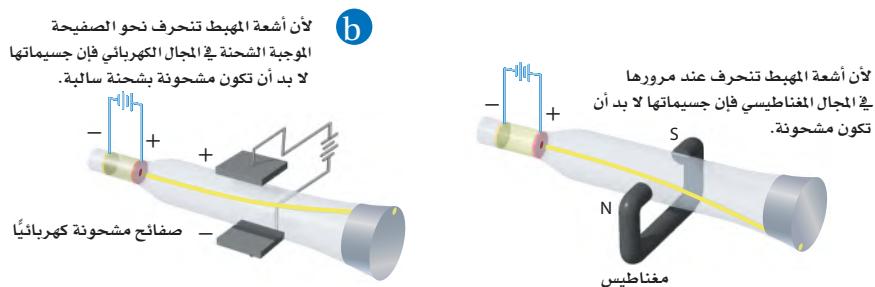
أنبوب أشعة المهبط (الكافود) عندما حاول العلماء تعرّف مكونات الذرة بدؤوا يربطون بين كتلة المادة والشحنات الكهربائية. ولاستشكاف هذه العلاقة تساءل بعضهم: كيف تسلك الكهرباء في غياب المادة؟ فقاموا - بمساعدة مفرّغات الهواء - بتمرير الكهرباء في أنبوب زجاجي فُرغ من الهواء. تسمى مثل هذه الأنابيب أنابيب أشعة المهبط.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



الشكل 6-3 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 ينبع شعاع رفيع من الإلكترونات يمكن الكشف عنه بطلاط الطرف الآخر للأنبوب بالفوسفور الذي يتوهج عندما تصطدم الإلكترونات به.



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

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

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

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

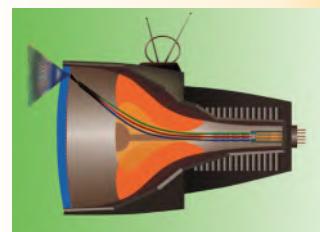
ماذا قرأت؟ اشرح كيف تم اكتشاف أشعة المهبط؟

كتلة الإلكترون وشحنته رغم النجاح الذي تحقق من تجارب أشعة المهبط، إلا أن أحداً لم يستطع تحديد كتلة جسيم واحد من جسيمات أشعة المهبط. لذا فقد بدأ العالم طومسون (1856-1940م) سلسلة من التجارب على أشعة المهبط في جامعة كمبردج في أواخر القرن التاسع عشر؛ لتحديد نسبة 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 بنسبي أخرى

الكيمياء في واقع الحياة

أشعة المهبط



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

المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

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

ماذا قرأت؟ لخُصَّ كيف اكتشف طومسون الإلكترون؟

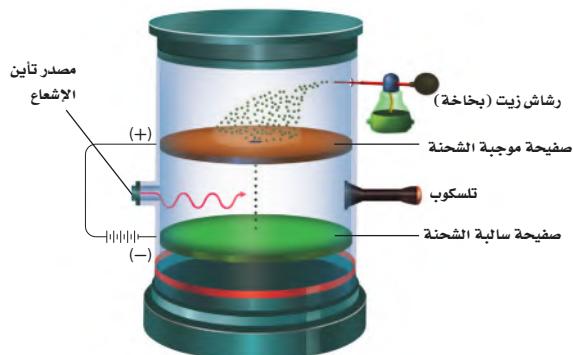
تجربة قطرة الزيت وشحنة الإلكترون إن التطور المهم التالي جاء عام 1910م، عندما قام العالم الفيزيائي روبرت ميلikan Robert Millikan بتحديد شحنة الإلكترون مستعملاً جهاز قطرة الزيت المبين في **الشكل 3-3**. في هذا الجهاز تم رش الزيت باستعمال بخار فوق صفيحتين متوازيتين ومشحونتين، تحتوي الصفيحة العليا على ثقب صغير يستطيع الزيت المرور من خلاله. وتصطدم أشعة X بالإلكترونات الموجودة في الجسيمات بين الصفيحتين. وعندما تلتقط الإلكترونات بقطرات الزيت، وتشحنها بشحنة سالبة. وبتغير شدة المجال الكهربائي استطاع مليkan 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.

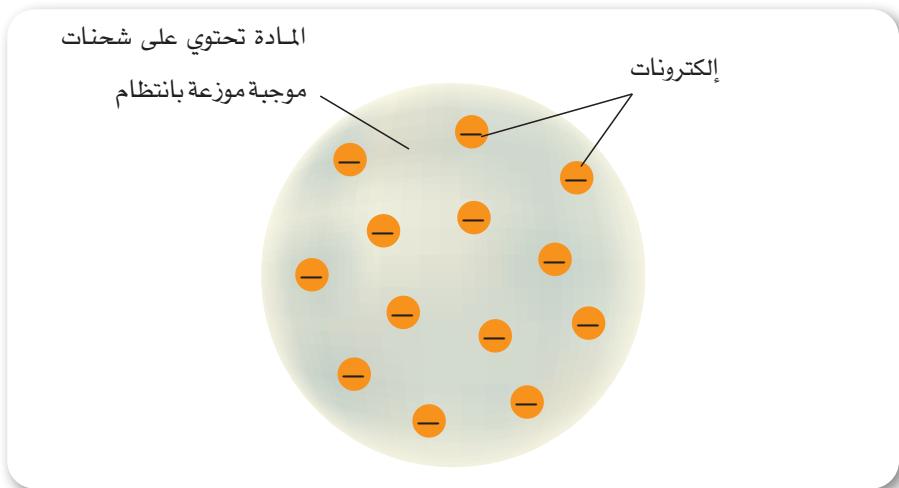
وهكذا فإن الإلكترون الواحد يحمل شحنة مقدارها (1-). لقد كانت تجربة مليkan محكمة جداً، لدرجة أن الشحنة التي قاسها منذ مائة عام لا تختلف أكثر من 1% تقريباً عن القيمة المقبولة حالياً.

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

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

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



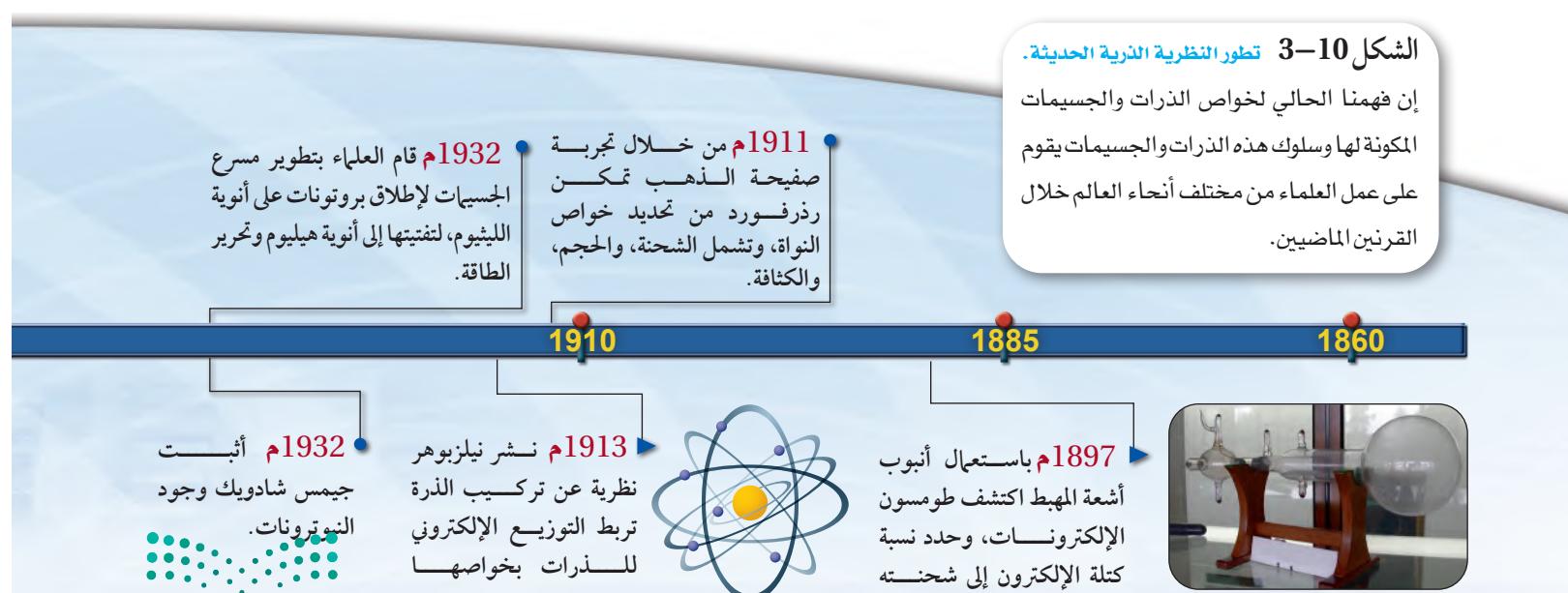


الشكل 3-9 نموذج طومسون يبين أن الذرة متماثلة، كرة موجبة الشحنة تحتوي على إلكترونات.

نموذج طومسون لقد أثار وجود الإلكترون ومعرفته 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؟ وكثالة الإلكترون صغيرة جدًا. فما المسؤول عن كثالة الذرة؟

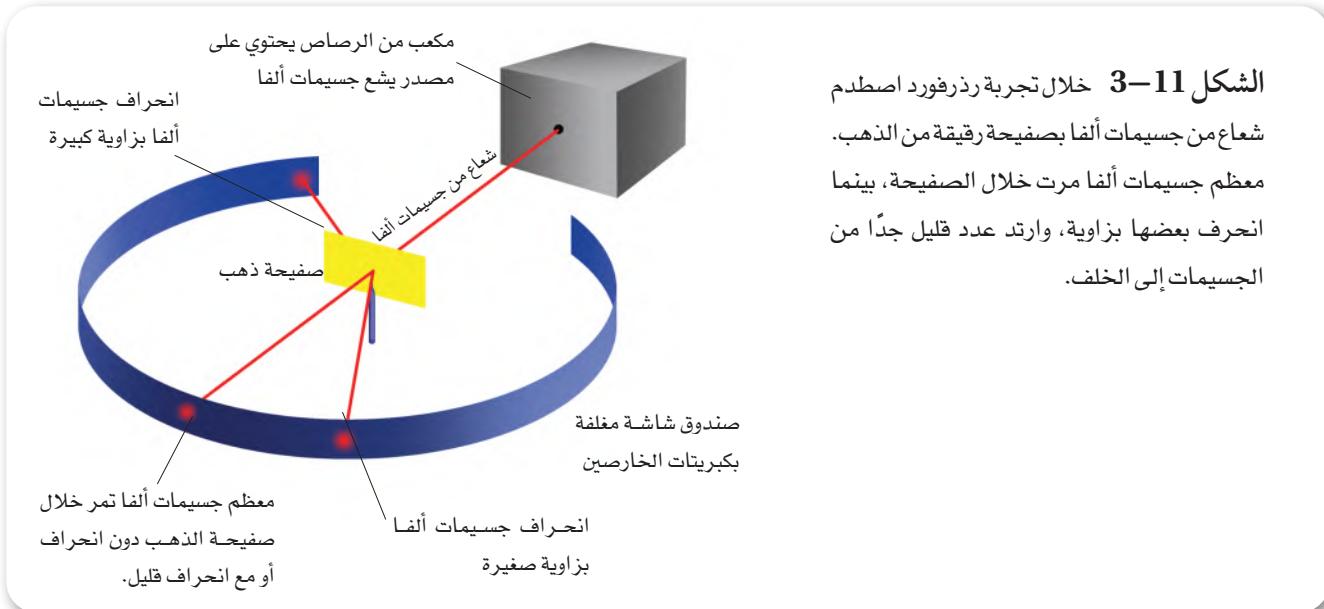
في محاولة للإجابة عن هذه الأسئلة اقترح طومسون نموذجًا للذرة كما ترى في **الشكل 9-3** يتكون هذا النموذج من ذرات كروية الشكل مكونة من شحنات موجبة موزعة بانتظام، معروض فيها الإلكترونات منفردة سالبة الشحنة. لكن هذا النموذج لم يستمر طويلاً. ويلخص **الشكل 10-3** التدرج التاريخي لدراسة تركيب الذرة.

ماذا قرأت؟ وضع نموذج طومسون الذري.



الشكل 10-3 تطور النظرية الذرية الحديثة.

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



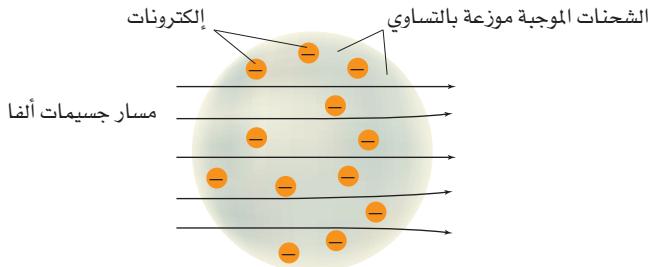
الشكل 11-3 خلال تجربة رذرфорد اصطدم شعاع من جسيمات ألفا بصفحة رقيقة من الذهب. معظم جسيمات ألفا مررت خلال الصفيحة، بينما انحرف بعضها بزاوية، وارتدى عدد قليل جداً من الجسيمات إلى الخلف.

النواة The Nucleus

تجربة رذرфорد في عام 1911م أجرى رذرфорد Rutherford تجربة كما في الشكل 11-3، حيث وجه شعاعاً رفيعاً من جسيمات ألفا الموجبة في اتجاه صفيحة رقيقة من الذهب، ووضع شاشة مغلفة بكريبيات الخارجين حول صفيحة الذهب، حيث تقوم الشاشة بإظهار الضوء عند اصطدام جسيمات ألفا بها. وبملاحظة أماكن حدوث اللمعان استطاع العلماء أن يقرروا ما إذا كانت ذرات صفيحة الذهب قد حرفت جسيمات ألفا عن مسارها.

وقد لاحظ رذرфорد 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.





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

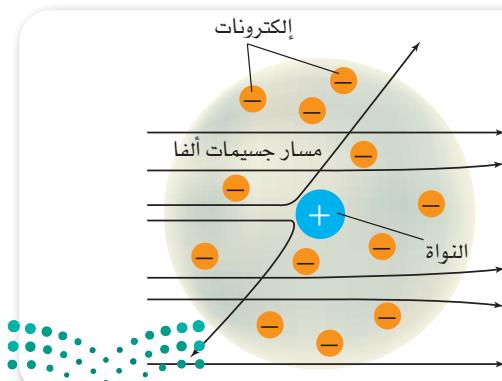
من خلال معرفة Rutherford بنموذج طومسون للذرة توقع أن مسار جسيمات ألفا السريعة ذات الكتلة الكبيرة سوف تتحرف قليلاً نتيجة اصطدامها بالإلكترونات. لأن الشحنة الموجبة موزعة بانتظام في ذرات الذهب فقد اعتقد أنها لا تحرف مسار أشعة ألفا أيضاً. وبين **الشكل 12-3** نتائج تجربة Rutherford.

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

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

ماذا قرأت؟ صف نموذج الذرة الذي وضعه رutherford.

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



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

استنتاج. ما القوة المسبيبة لانحراف جسيمات ألفا؟

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

وفي عام 1932م بينَ العالم جيمس شادويك James Chadwick أن النواة تحتوي أيضاً على جسيمات متعدلة 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

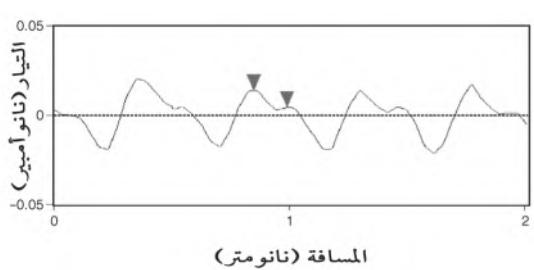
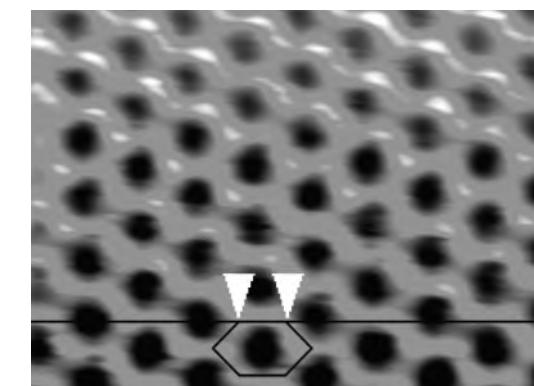
ما المسافات الظاهرة بين ذرات الكربون في مادة ذات شكل بلوري ثابت؟

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

الملاحظات والبيانات

تبين الصورة جميع ذرات الكربون في سطح مادة الجرافيت، وت تكون كل حلقة سداسية في الصورة من ثلاث بقع لامعة مفصولة بثلاث بقع معتمة، وهذه البقع اللامعة ناشئة عن تتبع ذرات الكربون في سطح الجرافيت. ويidel 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 دوريًا.

التفكير الناقد



1. ماذا تمثل البقع السوداء الموجودة في الشكل؟

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

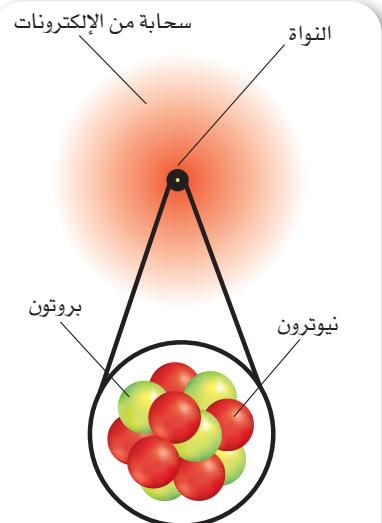


الجدول 3-3

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

إن 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 بـ إلكترون (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 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 المحاطة بها. وبين الشكل 3-14 مكونات الذرة، وخصائص جسيماتها الأساسية الملخصة في الجدول 3-3.

ولا تزال مكونات الذرة موضوع 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 الإلكترونات الذرة كما ستدرس لاحقاً.



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

التقويم 3-2

الخلاصة

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

**الأهداف**

• تفسّر دور العدد الذري في تحديد هوية الذرة.

• تعرّف النظائر.

• تفسّر سبب أن الكتل الذرية ليست أعداداً صحيحة.

• تحسّب عدد البروتونات والنيوتونات والإلكترونات في الذرة مستعملاً العدد الكتلي والعدد الذري.

مراجعة المفردات

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

المفردات الجديدة

العدد الذري

النظائر

العدد الكتلي

وحدة الكتل الذرية

الكتلة الذرية

كيف تختلف الذرات؟**How Atoms Differ?**

الفكرة الرئيسية يحدّد عدد البروتونات والعدد الكتلي نوع الذرة.

الربط مع الحياة تعلم أن الأرقام تستعمل يومياً لتعريف 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 وأنوتها.

العدد الذري Atomic Number

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

العدد الذري

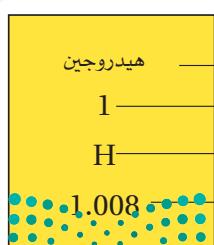
العدد الذري = عدد البروتونات = عدد الإلكترونات

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

الشكل 15-3 يمثل كل عنصر في الجدول الدوري

باسمي الكيميائي، والعدد الذري، والرمز الكيميائي،

ومتوسط الكتلة الذرية.



حدد عدد البروتونات وعدد الإلكترونات في ذرة متوسط الكتلة الذرية

ذهب.

مثال 1-3

العدد الذري أكمل الجدول الآتي:

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

١ تحليل المسألة

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

المطلوب

المعطيات

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

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

c. العنصر، العدد الذري، عدد البروتونات ($P = e^-$) = ?

a. عدد البروتونات = العدد الذري

عدد البروتونات = 82

عدد الإلكترونات = عدد البروتونات

عدد الإلكترونات = 82

عدد البروتونات = عدد الإلكترونات = 82

b. العدد الذري = عدد البروتونات

العدد الذري = 8

عدد الإلكترونات = عدد البروتونات

عدد الإلكترونات = 8

العدد الذري = عدد الإلكترونات = 8

العنصر هو الأكسجين (O).

c. عدد البروتونات = عدد الإلكترونات

عدد البروتونات = 30

العدد الذري = عدد البروتونات

العدد الذري = 30

العدد الذري = عدد البروتونات = 30

العنصر هو الخارضين Zn

٢ حساب المطلوب

طبق علاقة العدد الذري

عوض العدد الذري يساوي 82

طبق علاقة العدد الذري

عوض عدد البروتونات يساوي 8

استعمل الجدول الدوري لتعريف العنصر

طبق علاقة العدد الذري

عوض عدد البروتونات يساوي 30

استعمل الجدول الدوري لتعريف العنصر

٣ تقويم الإجابة

تفق الأجرؤة مع الأعداد الذرية ورموز العناصر الموجودة في الجدول الدوري.

مسائل تدريبية

12. ما عدد البروتونات والإلكترونات في كل من ذرتين العناصر الآتتين؟

9e⁻

10n

9p
9n

b. الماغنيسيوم Mg رادون Rn

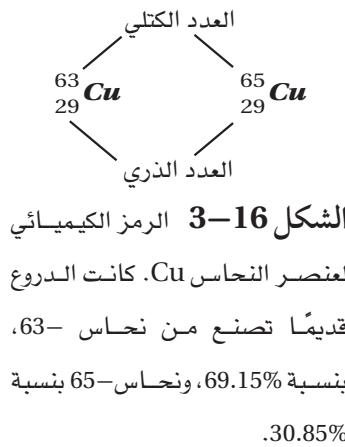
13. ما العنصر الذي تحتوي ذرته على 66 إلكتروناً؟

14. ما العنصر الذي تحتوي ذرته على 14 بروتوناً؟

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



النظام والعدد الكتلي Isotopes and Mass Number



كان جون دالتون مخطئاً عندما اعتقد أنه لا يمكن تحجزه للذرات، وأن ذرات العنصر الواحد مشابهة؛ وذلك لأن ذرات العنصر الواحد لها نفس عدد البروتونات وعدد الإلكترونات، إلا أن عدد النيترونات قد يختلف. فعلى سبيل المثال، هناك ثلاثة أنواع من ذرات البوتاسيوم موجودة في الطبيعة، ويحتوي كل نوع منها على 19 بروتوناً و 19 إلكتروناً، بينما يحتوي أحد أنواع ذرة البوتاسيوم على 20 نيوتروناً، والآخر على 21 نيوتروناً، والثالث على 22 نيوتروناً. تسمى الذرات التي لها عدد البروتونات نفسه لكنها تختلف في عدد النيترونات **النظام**.

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

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

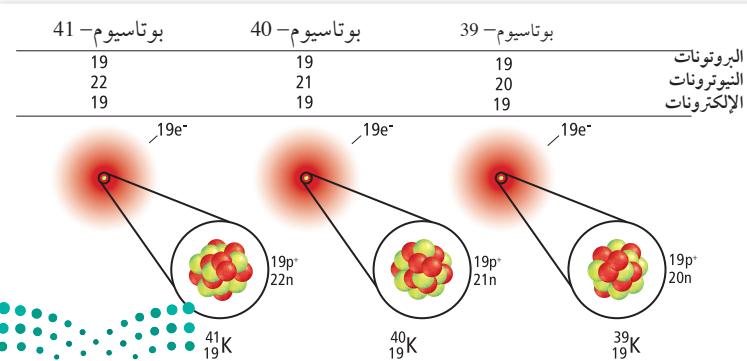
العدد الكتلي

العدد الكتلي = العدد الذري + عدد النيترونات

العدد الكتلي لأي ذرة هو مجموع العدد الذري وعدد النيترونات.

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

النظام في الطبيعة توجد معظم العناصر في الطبيعة على هيئة مخالفات من النظائر. وعند الحصول على أي عينة من العنصر فإن نسبة وجود كل نظير تبقى ثابتة. فعلى سبيل المثال، عند فحص عينة من الموز نجد أنها تحتوي على 93.26% من ذرات البوتاسيوم التي تحتوي على 20 نيوتروناً، و 6.73% من ذراته التي تحتوي على 22 نيوتروناً، و 0.01% من ذراته التي تحتوي على 21 نيوتروناً. وعند فحص عينة أخرى من الموز أو مصدر آخر للبوتاسيوم فإننا سنجد أن نسبة نظائر البوتاسيوم فيها هي نفسها. ويلخص الشكل 17-3 المعلومات المتعلقة بنظائر البوتاسيوم الثلاثة.



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

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

مثال 3-2

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

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

1 تحليل المسألة

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

المطلوب

عدد النيوترونات ، وعدد البروتونات ، وعدد الإلكترونات؟

المعطيات

العنصر: النيون

العدد الذري = 10

اسم النظير = ?

العدد الكتلي = 22

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.

3 تقويم الإجابة

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

مسائل تدريبية

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

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



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

كتل الذرات Mass of Atoms

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

وحدة الكتل 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 الكتل الذرية (amu)** تعرف بأنها $\frac{1}{12}$ من كتلة ذرة (الكربون-12). لذا فإن وحدة الكتلة الذرية تساوي تقريرًا كتلة بروتون واحد أو نيوترون واحد. ولكن من المهم معرفة أن كتلتي البروتون والنيوترون أكبر من واحد وهما مختلفان قليلاً. وبين الجدول 4-3 كتل الجسيمات المكونة للذرّة بدالة وحدة الكتلة الذرية (amu).

رموز الكتب

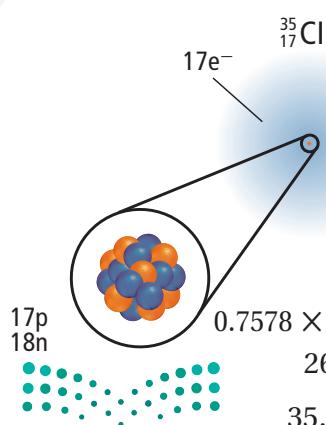
يرمز لوحدة الكتل الذرية atomic mass unit
علم الفيزياء / الكيمياء بالرمز u، وamu
وكلاهما صحيح ويعبران عن نفس الوحدة.

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

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

الشكل 18-3 حساب متوسط الكتلة الذرية

عنصر الكلور



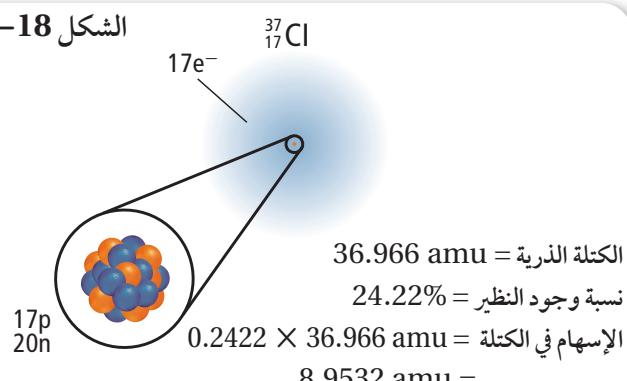
$$\text{الكتلة الذرية} = 34.969 \text{ amu}$$

$$\text{نسبة وجود النظير} = 75.78\%$$

$$\text{الإسهام في الكتلة} = 0.7578 \times 34.969 \text{ amu}$$

$$= 26.4995 \text{ amu}$$

$$35.453 \text{ amu} = 26.500 \text{ amu} + 8.9532 \text{ amu} =$$



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 هي 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. وبين الشكل 3-19 الواقع الرئيسية لإنتاج البروم الموجودة في منطقة البحر الميت في الأردن.



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

تجربة

نمذجة النظائر

التحليل

- احسب نسبة وجود كل مجموعة مستعيناً بالبيانات من الخطوة (2). وللقيام بذلك اقسم عدد حبات كل مجموعة على العدد الكلي لحبات الخرز.
- حدد الكتلة الذرية للخرز من خلال نسبة وجود كل نظير والبيانات من الخطوة (3). وللقيام بذلك استخدم المعادلة الآتية.
$$\text{الإسهام في الكتلة} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الكتلة}} \times \text{نسبة وجود النظير}$$
- استنتج هل تختلف الكتلة الذرية إذا حصلت على كيس آخر يحتوي على عدد مختلف من النوع نفسه من الخرز؟ على إجابتكم.
- فسر لماذا تم تحديد متوسط كتلة كل مجموعة من الخرز بقياس كتلة 10 حبات بدلاً من حبة واحدة من كل مجموعة؟

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

خطوات العمل

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



مثال 3-3

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

1 تحليل المسألة

احسب الكتلة الذرية واستعمل الجدول الدوري للتأكد.

المطلوب

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

$$\text{العنصر } X = ?$$

$${}^6X \text{ الكتلة} = 6.015 \text{ amu}$$

$$\text{نسبة النظير} = 7.59\%$$

$${}^7X \text{ الكتلة} = 7.016 \text{ amu}$$

$$\text{نسبة النظير} = 92.41\%$$

2 حساب المطلوب

$$\text{احسب إسهام } {}^6X$$

$$\text{عرض الكتلة} = 6.015 \text{ amu} \quad \text{والنظير} = 0.0759$$

$$\text{احسب إسهام } {}^7X$$

$$\text{عرض الكتلة} = 7.016 \text{ amu} \quad \text{والنظير} = 0.9241$$

اجمع إسهام الكتلة لإيجاد الكتلة الذرية.

تحديد العنصر باستعمال الجدول الدوري

3 تقويم الإجابة

تواافق 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 amu 10.013. والبورون- 11 (نسبة وجوده 80.2%) وكتلته amu 11.009. احسب الكتلة الذرية للبورون.

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

التقويم 3-3

الخلاصة

العدد الذري لأي ذرة هو عدد البروتونات

في نواتها، والعدد الكتلي هو مجموع

عدد البروتونات والنيترونات.

ذرات العنصر الواحد التي تختلف في عدد

النيترونات 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 أرقاماً صحيحة؟

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

64.928 amu والنحاس- 65 (نسبة وجوده 30.8%)، وكتلته amu 62.93.

احسب الكتلة الذرية للنحاس.

24. احسب للماغنسيوم ثلاثة نظائر: الأول كتلته amu 23.985 ونسبة وجوده

79.99%， الثاني كتلته amu 24.986 ونسبة وجوده 10.00%， والثالث كتلته

25.982 amu ونسبة وجوده 11.01%. احسب الكتلة الذرية للماغنسيوم.



الأهداف

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

مراجعة المفردات

العنصر: مادة ندية لا يمكن تجزئتها إلى مواد أبسط بالطريق الفيزيائية والكيميائية.

المفردات الجديدة

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

الأنوية غير المستقرة والتحلل الإشعاعي**Unstable Nuclei and Radioactivity**

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

الربط مع الحياة إذا أسقطت حجرًا من ارتفاع في مستوى خصرك فإن الحجر ينتقل من حالة تكون فيها طاقة وضعه عالية عند الخصر، إلى حالة تكون طاقة وضعه أقل عند وصوله سطح الأرض. إن 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، ومشاركة 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 **بإشعاعات**. 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 أنويتها غير مستقرة. الأنوية غير المستقرة سواءً كانت ذرات، أو أشخاصاً يقفون على أيديهم، كما هو موضح بالشكل 20-3، يتحقق لهم الثبات عندما يفقدون الطاقة.

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



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

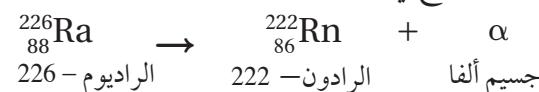
أنواع الإشعاعات Types of Radiation

مهن في الكيمياء

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

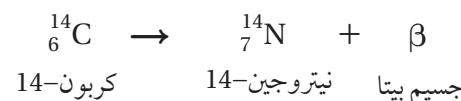
بدأ العلماء البحث حول النشاط الإشعاعي في أواخر القرن التاسع عشر؛ فقد بحثوا في تأثير المجالات الكهربائية في عملية الإشعاع، فتمكنوا من خلال إمرار أشعة صادرة من مصدر مشع بين صفيحتين كهربائياً من التعرف على ثلاثة أنواع من الأشعة، معتمدين على شحنتها الكهربائية. وبين الشكل 21-3 إشعاعاً انحرف نحو الصفيحة السالبة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

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

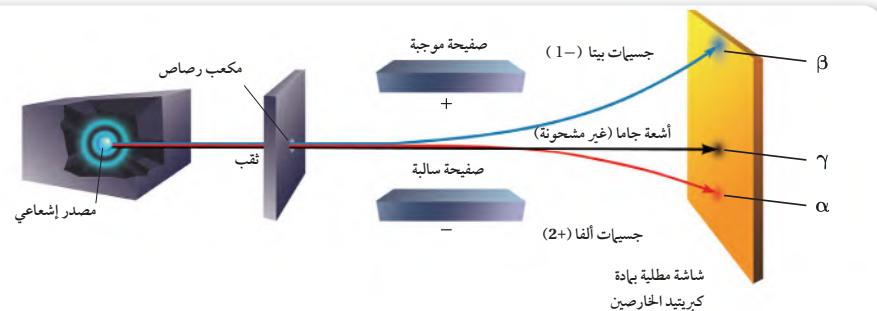


لاحظ أنه تم الحصول على عنصر جديد، وهو عنصر الرادون-222، نتيجة تحلل أشعة ألفا من نواة الراديوم-226 غير المستقرة. وتعرف المعادلة المبينة أعلاه **المعادلة النووية**، وهي تبين العدد الذري والعدد الكتلي للجسيمات المتضمنة في التفاعل.

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 ويكون عندما يتفكك النيوترون غير المستقر إلى بروتون وإلكترون. تفسر الشحنة السالبة لجسيمات بيتا انجدابها نحو الصفيحة الموجبة الشحنة، كما هو مبين في **الشكل 21-3**. ويرمز إليها بالرمز β^- أو e^- . وتبين المعادلة أدناه تحلل عنصر الكربون-14 إلى عنصر النيتروجين-14، وانبعاث جسيمات بيتا.



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



خواص الإشعاعات			الجدول 5-3
جاما	بيتا	ألفا	
γ	e^- أو β	${}^4_2\text{He}$ أو α	الرمز
0	$\frac{1}{1840}$	4	(amu) الكتلة
0	9.11×10^{-31}	6.65×10^{-27}	(kg) الكتلة
0	-1	+2	الشحنة

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



أشعة جاما جسيم ألفا ثوريوم - 234 يورانيوم - 238

و لأن أشعة جاما ليس لها كتلة فإن إشعاعها لا يؤدي إلى تكوين ذرة جديدة. ويلخص المجدول 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 وفقد طاقة من خلال التحلل الإشعاعي لتكوين أنوية مستقرة، وتطلق جسيمات ألفا. وهذه الإشعاعات تؤثر في نسبة النيوترونات إلى البروتونات في الأنوية الجديدة.

التقويم 3-4

الخلاصة

- الخلاصة**

● تتضمن التفاعلات الكيميائية تغيرات في عدد الإلكترونات المحيطة بالذرة، في حين تتضمن التفاعلات النووية تغيرات في أنوية الذرات.

● هناك ثلاثة أنواع من الإشعاعات، هي ألفا، وبيتا، وجاما.

● يتحدد استقرار نواة الذرة بنسبة النيوترونات إلى البروتونات فيها.

● **ال فكرة الرئيسة** فسر كيف يتحقق الاستقرار في الذرات غير المستقرة؟

● 25. اذكر ما الكمييات التي تحافظ عليها عند موازنة تفاعل نووي؟

● 26. صنف كلاً مما يأتي إلى: تفاعل كيميائي، تفاعل نووي، لا شيء منهم.

● 27. a. الثوريوم يصدر أشعة بيتا.
b. تشارك ذرتين في الإلكترونات لتكوين رابطة.
c. عينة من الكبريت النقي تصدر طاقة حرارية عندما تبرد ببطء.
d. صدأ قطعة من الحديد.

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

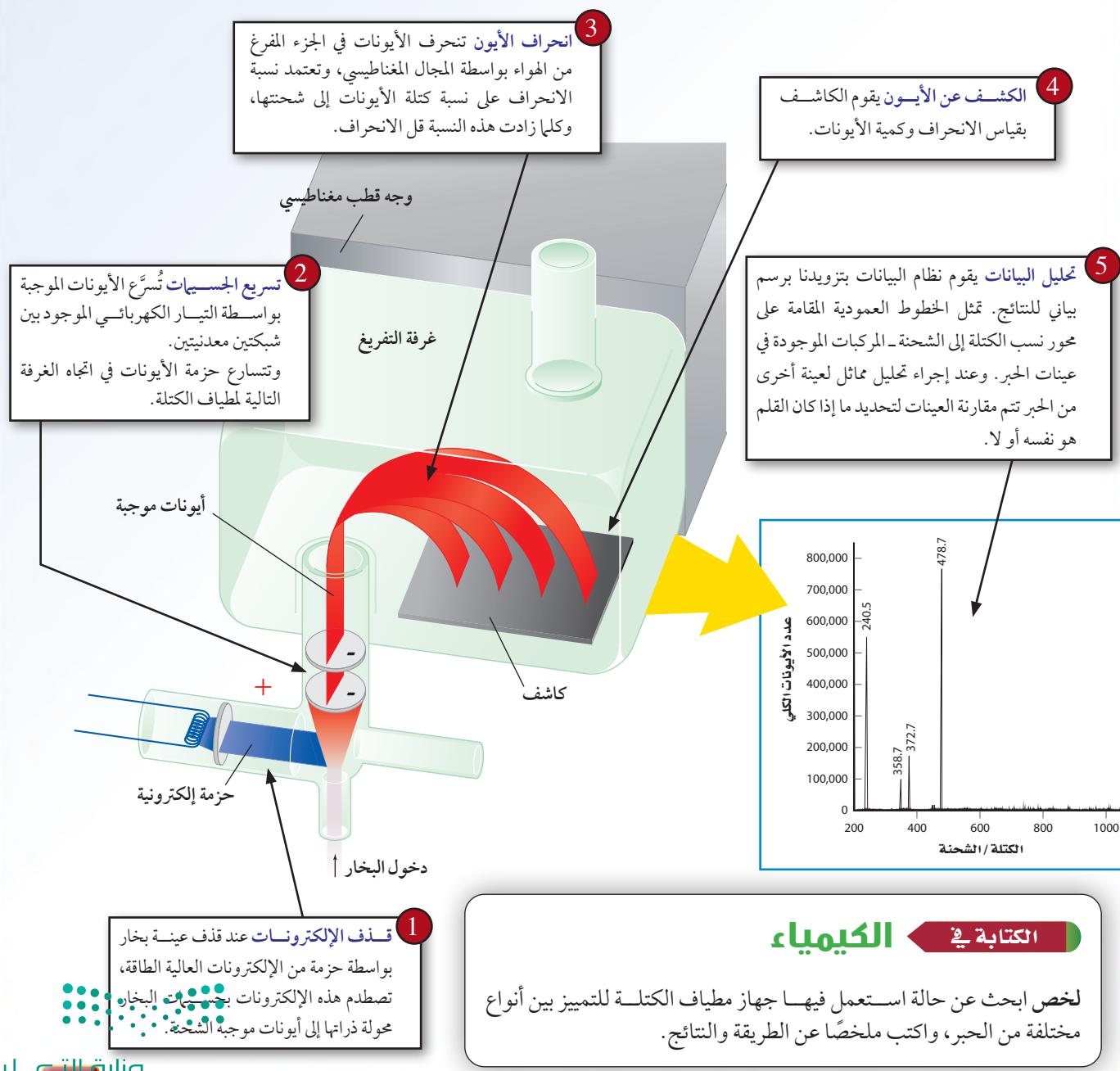
● 29. كون جدولًا بين كيف يؤثر كل نوع من الإشعاعات في العدد الذري والعدد الكتلي للذرة؟



كيف تعمل الأشياء؟

مطياف الكتلة

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



مختبر الكيمياء

نمذجة الكتلة الذرية



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

سؤال كيف تقادس الكتل الذرية لمخاليط النظائر في الطبيعة؟

المواد والأدوات الالزامية

ميزان

آلة حاسبة

كمية من المكسرات

إجراءات السلامة

تحذير: لا تأكل الطعام المستخدم في المختبر.

خطوات العمل

- احسب استخدم نسب أنواع المكسرات والكتلة لحساب متوسط الكتلة الذرية للعنصر الافتراضي "المكسراتيوم".
- فسراً شرح سبب عدم تساوي متوسط الكتلة الذرية لعنصر المكسراتيوم مع كتلة أي نوع من المكسرات.
- استعرض الأقران اجمع بيانات الكتلة الذرية من المجموعات الأخرى، وفسر أي اختلاف بينها وبين بياناتك.
- طبق لماذا لا يعبر عن الكتل الذرية في الجدول الدوري بأعداد صحيحة كما يعبر عن العدد الكتلي للعنصر؟
- تحليل الخطأ ما مصادر الخطأ التي أدت إلى وجود التباين في القيم التي حصلت عليها المجموعات؟ ما الاقتراحات التي يمكنك تقديمها في هذا الاستقصاء للتقليل من نسبة الخطأ؟

التوسيع في الاستقصاء

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



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

حل واستنتاج

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

دليل مراجعة الفصل

3

الفكرة العامة الذرات هي الوحدات البنائية الأساسية للهادة .

1-3 الأفكار القديمة للمادة

المفاهيم الرئيسية

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

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

المفردات

- نظرية دالتون الذرية

2-3 تعريف الذرة

المفاهيم الرئيسية

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

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

المفردات

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



دليل مراجعة الفصل

3

3-3 كيف تختلف الذرات؟

المفاهيم الرئيسية

- 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.

الفكرة **الرئيسية** يحدد عدد البروتونات

والعدد الكتلي نوع الذرة.

المفردات

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

3-4 الأنوية غير المستقرة والتحلل الإشعاعي

المفاهيم الرئيسية

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

الفكرة **الرئيسية** الذرات غير المستقرة

تصدر إشعاعات للوصول إلى حالة الاستقرار.

المفردات

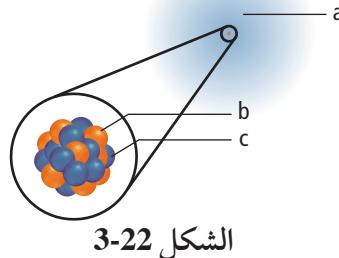
- النشاط الإشعاعي
- الإشعاع
- التفاعل النووي
- التحلل الإشعاعي
- أشعة ألفا
- جسيم ألفا
- المعادلة النووية
- أشعة بيتا
- جسيم بيتا
- أشعة جاما



3-1

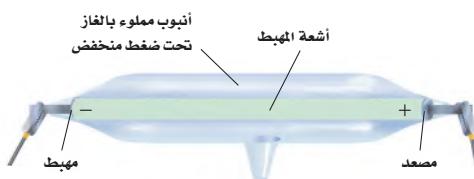
اتقان المفاهيم

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



الشكل 3-22

43. فَسْر سبب تعاوُل الذرات كهربائياً.
44. ما شحنة نواة ذرة العنصر الذي عدده الذري 89؟
45. ما الجسيمات المسؤولة عن معظم كتلة الذرة؟
46. لو كان لديك ميزان يمكنه تحديد كتلة البروتون فما عدد الإلكترونات التي تزن بروتوناً واحداً؟
47. أنابيب أشعة المهبط ما الجسيمات المكونة للذرة التي اكتشفها العلماء باستعمال أنابيب أشعة المهبط؟
48. ما نتائج التجربة التي أدت إلى استنتاج أن الإلكترون جسيم موجود في جميع المواد؟
49. أشعة المهبط استعمل البيانات في الشكل 3-23 لتفسير اتجاه أشعة المهبط داخل الأنبواب.



الشكل 3-23

50. وضح باختصار كيف اكتشف رذرфорد النواة؟
51. انحراف الجسيمات ما الذي سبب انحراف جسيمات ألفا في تجربة رذرفورد؟
52. شحنة أشعة المهبط كيف تم استعمال المجال الكهربائي لتحديد شحنة أشعة (الكافود) المهبط؟
53. وضح ما الذي يبقى الإلكترون في الفبراغ المهبط بالنواة؟

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

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

32. ميز بين أفكار ديموقريطوس ونظرية دالتون الذرية.

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

34. فسر لماذا لم يتمكن ديموقريطوس من إثبات أفكاره تجريبياً.

35. لماذا اعترض أرسطو على النظرية الذرية؟

36. اذكر الأفكار الرئيسية لنظرية دالتون الذرية بلغتك الخاصة. أيها تبيّن مؤخراً أنه خطأ؟ فسر إجابتك.

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

3-2

اتقان المفاهيم

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

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

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

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

تقدير الفصل 3

3

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

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

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

70. أكمل الفراغات في الجدول 6-3 الآتي:

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

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



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



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



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

55. ما نقاط قوة وضعف نموذج رذرфорد للذرة؟

3-3

اتقان المفاهيم

56. فيم تختلف نظائر عنصر ما، وفيما تتشابه؟

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

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

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

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

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

62. النظائر هل العناصر الآتية نظائر لعنصر واحد؟ فسر ذلك.



63. هل وجود النظائر ينافق نظرية دالتون الذرية؟ ووضح ذلك.

اتقان حل المسائل

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

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

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

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



3

تقدير الفصل

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

مراجعة عامة

88. ما الخطأ في نظرية دالتون الذرية؟ وما المكونات الرئيسية للذرة؟
89. أنبوب أشعة المهبط صف أنبوب أشعة المهبط، وكيف يعمل؟
90. الجسيمات المكونة للذرة وضح كيف حدد طومسون نسبة شحنة الإلكترون إلى كتلته؟ وكيف أدى ذلك إلى استنتاج أن الذرات مكونة من جسيمات ذرية؟
91. تجربة رذرфорد كيف اختلفت نتائج تجربة رذرфорد في صفيحة الذهب عن النتائج التي توقعها؟
92. إذا احتوت نواة ذرة متعدلة على 12 بروتوناً فكم الإلكترون في هذه الذرة؟ فسر إجابتك.
93. إذا احتوت نواة ذرة على 92 بروتوناً، والعدد الكتلي لها 235، فما عدد النيوترونات في نواة هذه الذرة؟ وما الرمز الكيميائي لها؟
94. مستعيناً بالجدول الدوري، أكمل الفراغات في الجدول 3-8 الآتي:

الجدول 3-8 مكونات نظائر متعددة

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



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

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

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

الجدول 3-7 بيانات نظائر الكروم

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

3-4

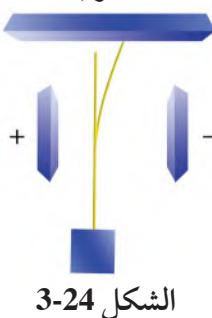
إنقاذ المفاهيم

77. ما التحلل الإشعاعي؟
78. ما سبب أن بعض الذرات مشعة؟
79. نقاش كيف تصل الذرات المشعة إلى حالة الاستقرار؟
80. عرّف جسيم ألفا، وجسيم بيتا، وأشعة جاما.
81. اكتب الرموز المستعملة للتعبير عن إشعاعات كل من ألفا، وبيتا، وجاما.
82. ما نوع التفاعل الذي يتضمن تغيراً في نواة الذرة؟
83. إصدار الإشعاعات ما التغير الذي يحدث في العدد الكتلي عندما تصدر ذرة مشعة: جسيمات ألفا، جسيمات بيتا، أشعة جاما؟
84. ما العامل الرئيس في تحديد ما إذا كانت نواة العنصر مستقرة أو غير مستقرة؟

تقدير الفصل 3

للماغنسيوم بالنسب الآتية: Mg-24 (نسبة وجوده 79%)، Mg-25 (نسبة وجوده 10%)، و Mg-26 (نسبة وجوده 11%)، فإذا حلز زميلاً معدناً مختلفاً يحتوي على الماغنسيوم فهل تتوقع أن يحتوي على النسب نفسها من جميع النظائر؟ فسر إجابتك.

- 105.** الإشعاع حدد نوعي الإشعاع المبينين في الشكل 3-24 أدناه فسر إجابتك.



الشكل 3-24

التفكير الناقد

- 106.** كيف تم استعمال الطرائق العلمية لتحديد نموذج الذرة؟ لماذا تعتبر النموذج نظرية؟
- 107.** نقاش ما التجربة التي أدت إلى خلاف حول نموذج طومسون للذرة؟ ووضح إجابتك.
- 108.** طبق أيهما أكبر: عدد المركبات أم عدد العناصر، وعدد العناصر أم عدد النظائر؟ فسر إجابتك.
- 109.** حلّل عنصر ثلاثة نظائر في الطبيعة. ما المعلومات الأخرى التي يجب عليك معرفتها لكي تحسب الكتلة الذرية للعنصر؟
- 110.** طبق إذا كان معظم حجم الذرة فراغاً فما سبب ذلك؟
- 111.** صمم ارسم نموذجاً حديثاً للذرة، وحدد مكان كل نوع من الجسيمات الذرية المكونة للذرة.
- 112.** طبق للإنديوم In نظيران في الطبيعة وكتلته الذرية 114.818 amu. الإنديوم - 113 كتلته الذرية 112.904 amu، ونسبة وجوده 4.3% ما كتلة ونسبة وجود النظير الآخر للإنديوم؟

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

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

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

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

99. ما العدد الكتلي للبوتا西وم -39؟ وما رمز هذا النظير؟

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

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

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

الجدول 3-9 نظائر التيتانيوم		
نسبة النظير %	الكتلة الذرية (amu)	النظير
8.00	45.953	Ti-46
7.30	46.952	Ti-47
73.80	47.948	Ti-48
5.50	48.948	Ti-49
5.40	49.945	Ti-50

103. صف كيف يؤثر كل نوع من الإشعاعات في العدد الذري والعدد الكتلي للذرة؟

104. الوجود النسبي للنظير يشكل الماغنسيوم حوالي 2% من قشرة الأرض، وله ثلاثة نظائر في الطبيعة. افترض أنك حللت معدناً ما وحصلت على ثلاثة نظائر

تقدير إضافي

الكتابية في 118. الكيمياء شاشات التلفزيون والكمبيوتر

صف كيف تستعمل أشعة المهبط في توليد صور في شاشات أجهزة التلفزيون والكمبيوتر.

الذرات المنفردة يمكن رؤيتها من خلال جهاز متظاهر يسمى STM. اكتب تقريراً مختصراً يبين كيف يتم التصوير، وقم بعمل ألبوم للصور المجهرية معتمداً على الكتب، والمجلات، والإنترنت.

أسئلة المستندات

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

الجدول 10-3 نسب وجود نظائر الزركونيوم

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

ما العدد الكتلي لكل نظير من نظائر الزركونيوم في الجدول 10-3 أعلاه؟

أوجد عدد البروتونات، وعدد النيوترونات لكل نظير من نظائر الزركونيوم.

هل يبقى عدد البروتونات أو عدد النيوترونات ثابتاً في جميع النظائر؟ فسر إجابتك.

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

احسب قيمة متوسط الكتلة الذرية لمزركونيوم.

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

مسألة تحفيز

نظائر الماغنسيوم أوجد قيمة العدد الكتلي للنظير الثالث للماغنسيوم، علمًا بأن نسبة وجود نظائر الماغنسيوم في الطبيعة كالتالي:

$79\% \text{ } ^{24}_{12}\text{Mg}$, $10\% \text{ } ^{25}_{12}\text{Mg}$, $11\% \text{ } ^X_{12}\text{Mg}$
والكتلة الذرية للماغنسيوم 24.305 amu

مراجعة تراكمية

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

صنف المخلوط أدناه إلى مخلوط متجانس، أو مخلوط غير متجانس:

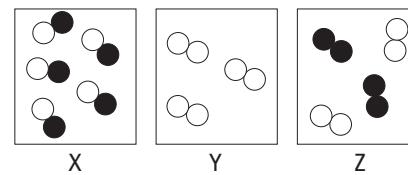
- a. ماء مالح.
- b. شربة خضار.
- c. ذهب عيار 14.
- d. خرسانة.

أي مما يأتي تغيير فيزيائي، وأيها تغيير كيميائي؟

- a. ماء يغلي.
- b. عود ثقاب مشتعل.
- c. سكر ذاتي في الماء.
- d. صوديوم يتفاعل مع الماء.
- e. آيس كريم ينضر.

اختبار مكن

أسئلة الاختيار من متعدد

5. تساوي الشحنة الكهربائية للذرة صفرًا لأن:
- الجسيمات الذرية لا تحمل شحنات كهربائية.
 - الشحنات الموجبة للبروتونات تلغى الشحنات السالبة للنيترونات.
 - الشحنات الموجبة للنيترونات تلغى الشحنات السالبة للإلكترونات.
 - الشحنات الموجبة للبروتونات تلغى الشحنات السالبة للإلكترونات.
6. ما عدد النيترونات، والبروتونات، والإلكترونات في ذرة $^{126}_{52}\text{Te}$ ؟
- 126 نيوترونًا، 52 بروتونًا، 52 إلكترونًا.
 - 74 نيوترونًا، 52 بروتونًا، 52 إلكترونًا.
 - 52 نيوترونًا، 74 بروتونًا، 74 إلكترونًا.
 - 52 نيوترونًا، 126 بروتونًا، 126 إلكترونًا.
7. نواة العنصر X غير مستقرة بسبب كثرة النيترونات. لذا فكل ما يأتي يمكن أن يحدث إلا أن:
- يتحلل إشعاعياً.
 - يتحول إلى عنصر مستقر غير مشع.
 - يتحول إلى عنصر مستقر مشع.
 - يفقد الطاقة تلقائياً.
8. ما الذي يشغل معظم حجم الذرة؟
- البروتونات.
 - النيترونات.
 - الإلكترونات.
 - الفراغ.
1. أي مما يأتي يصف ذرة البلوتينيوم Pu؟
- يمكن تجزئتها إلى جسيمات صغيرة تحتفظ بخواص البلوتينيوم.
 - لا يمكن تجزئتها إلى جسيمات صغيرة تحتفظ بخواص البلوتينيوم.
 - ليس لها خواص البلوتينيوم.
 - العدد الذري للذرة البلوتينيوم 244.
2. النبتوبيوم $^{237}_{93}\text{Np}$ له نظير واحد فقط في الطبيعة $^{241}_{93}\text{Np}$. يتحلل ويصدر جسيم ألفا، وجسيم بيتا، وشعاع جاما. ما الذرة الجديدة التي تتكون من هذا التحلل؟
- $^{241}_{93}\text{Np}$.b $^{233}_{92}\text{U}$.a
 $^{241}_{92}\text{U}$.d $^{233}_{90}\text{Th}$.c
3. ما نوع المادة التي لها تركيب محدد، وتتكون من عدة عناصر؟
- مخلوط غير متجانس.
 - مخلوط متجانس.
 - العنصر.
 - المركب.
4. استعن بالشكل أدناه للإجابة عن السؤال الآتي:
- 

المفتاح
○ = ذرة العنصر A
● = ذرة العنصر B
- أيّ شكل يبيّن مركباً؟
- Y.b X.a
X, Z. كلّ من d Z.c

اختبار مقنن

أسئلة الإجابات القصيرة

9. عينة من كربونات الكالسيوم كتلتها 36.41 g تحتوي على 14.58 g من الكالسيوم و 4.36 g من الكربون.
ما كتلة الأكسجين في العينة؟ وما النسبة المئوية بالكتلة لكل عنصر في المركب؟

استعن بالجدول أدناه للإجابة عن السؤالين 10 و 11.

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

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

11. احسب متوسط الكتلة الذرية للنيون، مستعيناً بالبيانات في الجدول أعلاه.

أسئلة الإجابات المفتوحة

12. افترض أن للعنصر Q ثلاثة نظائر: ^{259}Q , ^{248}Q , ^{252}Q . فإذا كانت الكتلة الذرية للعنصر Q تساوي 258.63 وحدة ذرية فما النظير الأكثر وجوداً في الطبيعة؟
اشرح إجابتك.

13. يتحلل اليود - 131 إشعاعياً، ويكون نظيرًا يحتوي على 54 بروتوناً، و 77 نيوتروناً. ما نوع التحلل الذي حدث لهذا النظير؟ فسر إجابتك.



التفاعلات الكيميائية

Chemical Reactions

4

ف



الفكرة العامة تُحول ملابس التفاعلات الكيميائية الموجودة داخل جسمك ومن حولك التفاعلات إلى نواتج، مما يؤدي إلى إطلاق طاقة أو امتصاصها.

٤-١ التفاعلات والمعادلات

الفكرة الرئيسية تمثل التفاعلات الكيميائية بمعادلات كيميائية موزونة.

٤-٢ تصنيف التفاعلات الكيميائية

الفكرة الرئيسية هناك أربعة أنواع من التفاعلات الكيميائية هي: التكوين، الاحتراق، التفكك، والإحلال.

٤-٣ التفاعلات في المحاليل المائية

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

حقائق كيميائية

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



نشاطات تمهيدية

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

المطويات

نظمات الأفكار

الخطوة 1 اطو ورقة طولياً، على أن يظل الهاشم الأيسر مرئياً، كما في الشكل.



الخطوة 2 قم بقص الجزء العلوي من الورقة إلى 5 أجزاء متساوية.



الخطوة 3 عنون هذه الأجزاء الخمسة على النحو الآتي: التكوين - الاحتراق - التفكك - الإحلال البسيط - الإحلال المزدوج وعنون الهاشم الأيسر الخلفي بأنواع التفاعلات الكيميائية.



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



تجربة استهلاكية

كيف نستدل على حدوث تغير كيميائي؟

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



خطوات العمل



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

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

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

4. ضع قرصاً فواراً في محلوله، ولا حظ ما يحدث. سجل ملاحظاتك، متضمنة أي تغير في درجة الحرارة.

التحليل

1. صُف أي تغيرات في لون محلول أو درجة حرارته.

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

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

استقصاء بمَ يخبرك الكافش العام عن محلول؟ صمم تجربة لدعم توقعاتك.

الأهداف

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

مراجعة المفردات

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

المفردات الجديدة

التفاعل الكيميائي
عدد التأكسد
المعادلات
النواتج
المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة
المعامل

التفاعلات والمعادلات**Reactions and Equations**

الفكرة الرئيسية تمثل التفاعلات الكيميائية بمعادلات كيميائية موزونة.

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

التفاعلات الكيميائية Chemical Reactions

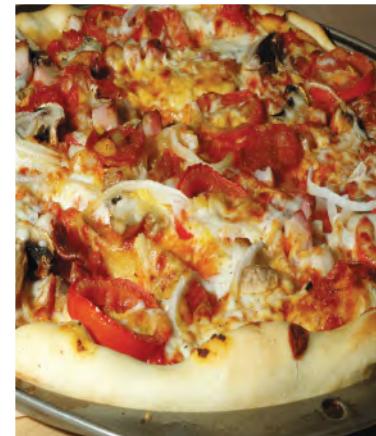
هل تعلم أن الطعام الذي تأكله، والألياف في ملابسك، والبلاستيك في أقراصك المدمجة، بينها شيء مشترك؟ جميع هذه المواد تتحلل عندما يعاد ترتيب الذرات فيها لتكوين مواد أخرى مختلفة. فمثلاً يعاد ترتيب الذرات خلال حرائق الغابات، كما هو موضح في الصورة الواردة في بداية الفصل. وكذلك أعيد ترتيب الذرات عندما ألقى القرص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

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

مؤشرات حدوث التفاعل الكيميائي كيف تعرف أن تفاعلاً كيميائياً قد حدث؟ رغم أن بعض التفاعلات الكيميائية يصعب اكتشافها إلا أن الكثير منها 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 1-4 ينتج النايلون عن تفاعل كيميائي، ويستعمل في كثير من المنتجات، كملابس السجاد، والأدوات الرياضية، والإطارات.



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

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

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

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

التوزيع الإلكتروني عرفت من قبل أن كل مستوى(n) من مستويات الطاقة الرئيسية يسع عدداً محدوداً من الإلكترونات. وأقصى عدد من الإلكترونات يستوعبه مستوى الطاقة الرئيس يمكن حسابه بالمعادلة: $e = 2n^2$

فأقصى عدد من الإلكترونات يمكن أن يستوعبه مستوى الطاقة الرئيس الأول إلكترونين، والمستوى الثاني ثمانية إلكترونات، والمستوى الثالث ثمانية عشر إلكتروناً... وهكذا.

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

↑ تزداد الطاقة
f, d, p, s



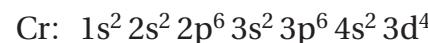
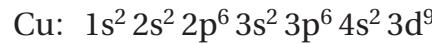
وأقصى سعة من الإلكترونات لمستوى الطاقة الثانوي (s) إلكترون، و(p) ستة إلكترونات، و(d) عشرة إلكترونات، و(f) أربعة عشر إلكتروناً. ويبيّن الجدول 4-1 مستويات الطاقة الثانوية في بعض مستويات الطاقة الرئيسية.

توزع الإلكترونات ضمن مستويات الطاقة الرئيسية في مستويات طاقة فرعية داخل مستوى الطاقة الثانوية بدءاً من الأقل طاقة، انظر الشكل 3-4. وأقصى سعة لمستوى الطاقة الفرعية إلكترون فقط.

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

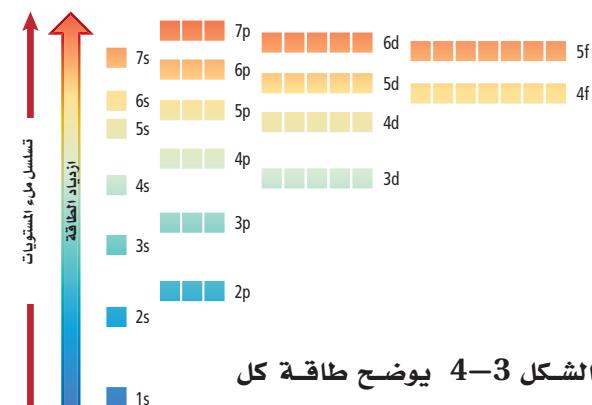
ويبيّن الجدول 2-4 التوزيع الإلكتروني الأكثر استقراراً لبعض العناصر.

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



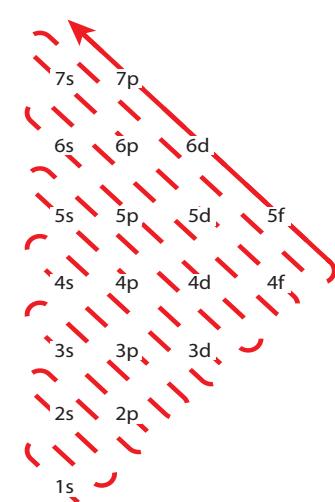
لكن التوزيع الإلكتروني الصحيح لما يظهر في الجدول 2-4، ويعد ذلك من

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



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

الجدول 2-4 التوزيع الإلكتروني لبعض العناصر		العنصر/رمزه
النوع الإلكتروني	العدد الذري	العنصر/رمزه
1s ² 2s ¹	3	ليثيوم 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	الخارصين Zn



الشكل 4-4 يظهر ترتيب ملء مستويات الطاقة بالإنكرونات.

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

كتابة الصيغ الكيميائية لكتابة الصيغ الكيميائية لا بد أن تعرف أولاً عدد تأكسد (تكافؤ) العنصر. **عدد التأكسد** هو عدد الإلكترونات التي تفقدتها أو تكتسبها أو تشارك بها ذرة العنصر في أثناء التفاعل. ويف适用于 في الجدول 3-4 أعداد تأكسد بعض مجموعات العناصر.

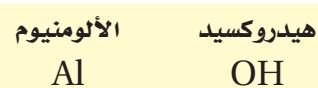
أعداد تأكسد بعض مجموعات العناصر		الجدول 3 - 4
عدد التأكسد	بعض عناصر المجموعة	المجموعة
+1	H, Li, Na, K, Rb, Cs	1
+2	Be, Mg, Ca, Sr, Ba	2
-3	N, P, As	15
-2	O, S, Se, Te	16
-1	F, Cl, Br, I	17

لا يتضمن الجدول 3-4 الفلزات الانتقالية؛ وذلك لأن معظم الفلزات الانتقالية وفلزات المجموعتين 13 ، 14 أكثر من عدد تأكسد محتمل، 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:

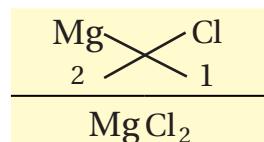
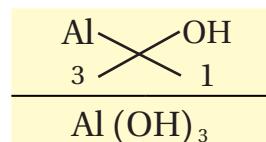
أولاً اكتب رمز العنصر الذي يمثل الأيون الموجب عن اليسار والأيون السالب أو صيغة الأيون العديد الذرات عن اليمين.



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



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



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

الأيونات العديدة الذرات		الجدول 5-4	
الأيون	الاسم	الأيون	الاسم
IO_4^-	البيرايدات	NH_4^+	الأمونيوم
CH_3COO^-	الاسيتات	NO_2^-	النيترات
H_2PO_4^-	الفوسفات الثنائية الهيدروجين	NO_3^-	النترات
CO_3^{2-}	الكريبوتات	OH^-	الهيدروكسيد
SO_3^{2-}	الكربونات	CN^-	السيانيد
SO_4^{2-}	الكبريتات	MnO_4^-	البرمنجتانات
$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	الثيوکبريتات	HCO_3^-	البيكربوتات
O_2^{2-}	البيروكسيد	ClO^-	الهيبوكلوريت
CrO_4^{2-}	الكرومات	ClO_2^-	الكلورات
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	ثنائي الكرومات	ClO_3^-	الكلورات
HPO_4^{2-}	الفوسفات الهيدروجينية	ClO_4^-	فوق الكلورات
PO_4^{3-}	الفوسفات	BrO_3^-	البرومات
AsO_4^{3-}	الزرنيخات	IO_3^-	الأيدمات

تسمية المركبات الأيونية عند تسمية المركبات الأيونية اتبع القواعد الآتية:

أولاًً يسمى الأيون السالب أولاًً 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 تقوم بتسميته أولاًً، ثم نسمي الأيون الموجب.

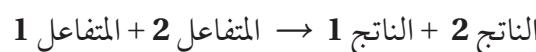
ومن الأمثلة على ذلك كلوريد الصوديوم NaCl ، وبروميد الصوديوم NaBr وأكسيد الألومنيوم Al_2O_3 ، وكلوريد الكوبالت $\text{CoCl}_2 \text{ II}$ ، وهيدروكسيد الصوديوم NaOH ، وكرومات الفضة $\text{Ag}_2\text{CrO}_4 \text{ II}$ ، ونترات النحاس $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \text{ II}$ ، وأكسيد الحديد $\text{FeO} \text{ II}$ ، وأكسيد الحديد III $\text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ III}$.

تمثيل التفاعلات الكيميائية

Representing Chemical Reactions

يستخدم الكيميائيون معادلات لتمثيل التفاعلات الكيميائية. وتوضح هذه المعادلات **المتفاعلات** وهي المواد التي توجد عند بداية التفاعل، **والنواتج** وهي المواد المكونة حلال التفاعل. كما يستعمل فيها سهم لتوضيح اتجاه التفاعل، وفصل المتفاعلات عن النواتج. وتكتب المتفاعلات عن يسار السهم، والنواتج عن يمينه.

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

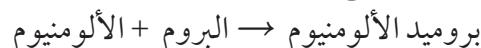


وتشتمل الرموز في المعادلات لتوضيح الحالة الفيزيائية لكل مادة متفاعلة أو ناتجة؛ والتي قد تكون في الحالة الصلبة أو السائلة أو الغازية أو مذابة في الماء، كما هو مبين في الجدول 6-4. ومن المهم توضيح هذه الرموز حيث توضع بين أقواس وتكتب أسفل صيغة كل عنصر أو مركب في التفاعل الكيميائي؛ لأنها تعطي أدلة على كيفية حدوث التفاعل الكيميائي.

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

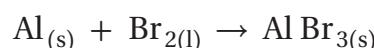


المعادلات الكيميائية اللفظية يمكن استعمال المعادلات اللفظية للتعبير عن كلّ من المواد المتفاعلة والنتاجة في التفاعلات الكيميائية. وتصف المعادلة اللفظية أدناه التفاعل بين الألومنيوم Al والبروم السائل Br₂ الموضح في الشكل 4-5. فالسحابة الحمراء الظاهرة في الصورة هي بروم فائض. والمادة الفائضة هي التي يبقى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

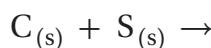


تُقر المعادلة اللفظية كما يأتي: "الألومنيوم والبروم يتفاعلان لإنتاج بروميد الألومنيوم".

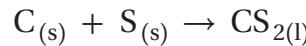
المعادلات الكيميائية الرمزية تستخدم رموز العناصر وصيغ المركبات في المعادلة الكيميائية الرمزية للتعبير عن المتفاعلات والنواتج. فالمعادلة الكيميائية الرمزية للتفاعل بين الألومنيوم والبروم مثلاً تستخدم رمزي الألومنيوم والبروم وصيغة بروميد الألومنيوم بدلاً من الكلمات.



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



وأخيرًا اكتب الصيغة الكيميائية للناتج عن يمين السهم، وأشار إلى حالته الفيزيائية؛ وهو في هذه المعادلة ثاني كبريتيد الكربون السائل، فت تكون معادلة التفاعل الرمزية:



ومن المعادلة الرمزية نفهم أن الكربون الصلب يتفاعل مع الكبريت الصلب ليتجدد ثانٍ 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.

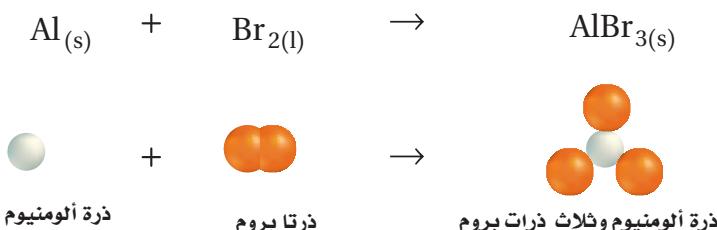
مسائل تدريبية

اكتب معادلات كيميائية رمزية للمعادلات اللفظية الآتية:

1. بروميد الهيدروجين → هيدروجين + بروم
2. ثاني أكسيد الكربون → أكسجين + أول أكسيد الكربون
3. اكتب التوزيع الإلكتروني للكلور KClO₃، إذا علمت أن الأعداد الذرية هي: 19، 35، 17 على الترتيب.
4. اكتب الصيغة الكيميائية للمركب الناتج عن اتحاد أيون الماغنسيوم Mg²⁺ مع أيون النيترات NO₃⁻.
5. تحفيز اكتب المعادلة اللفظية والمعادلة الكيميائية الرمزية للتفاعل الآتي: عند تسخين كلورات البوتاسيوم KClO₃ الصلبة يتتجدد كلوريد البوتاسيوم الصلب وغاز الأكسجين.



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



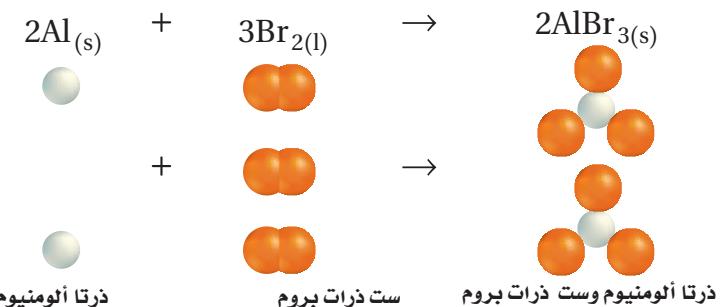
المعادلات الكيميائية الموزونة تشبه المعادلات الرمزية المعادلات الفوضية في أنها تفتقر إلى معلومات مهمة عن التفاعلات. تذكر ما درست أن قانون حفظ الكتلة ينص على أنه خلال التغير الكيميائي لا تفنى المادة ولا تستحدث إلا بقدرة الله تعالى. لذا فالمعادلات الكيميائية يجب أن تظهر أن المادة محفوظة خلال التفاعل. فالمعادلة الرمزية تفتقر إلى هذه المعلومات. انظر إلى **الشكل 6–4**؛ حيث تظهر المعادلة الرمزية للتفاعل بين الألومنيوم والبروم أن ذرة ألومنيوم واحدة تتفاعل مع ذرتين بروم فتنتج مادة تحتوي ذرة ألومنيوم وثلاث ذرات بروم. هل استحدثت ذرة بروم خلال التفاعل؟ الذرات لا تستحدث في التفاعلات الكيميائية، كما ينص قانون حفظ الكتلة. وتوضح 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 الموزونة**. والمعادلة الكيميائية الموزونة تعبر يستخدم الصيغ الكيميائية لتوضيح أنواع المواد المتضمنة في التفاعل الكيميائي وكيمياتها النسبية.

وزن المعادلات الكيميائية Balancing Chemical Equations

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

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



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

خطوات وزن المعادلات

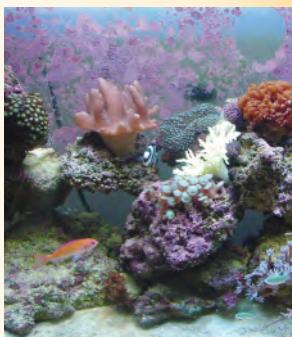
الجدول 4-7

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



مثال ٤-١

الكيمياء في واقع الحياة هيدروكسيد الكالسيوم



الأحواض المائية للشعب المرجانية

يستخدم محلول هيدروكسيد الكالسيوم المائي في الأحواض المائية للشعب المرجانية لتزويد الحيوانات - ومنها الحلزون والمرجان - بعنصر الكالسيوم؛ حيث يتفاعل هيدروكسيد الكالسيوم مع ثاني أكسيد الكربون في الماء لإنتاج أيونات الكالسيوم والبيكربونات.

وتشتمل حيوانات الشعب المرجانية الكالسيوم في بناء أصدافها وأجهزتها الهيكلية

بصورة قوية.

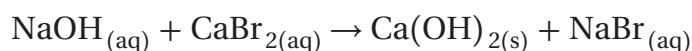
كتابة معادلة كيميائية رمزية موزونة اكتب المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة للتفاعل بين محلول هيدروكسيد الصوديوم ومحلول بروميد الكالسيوم لإنتاج هيدروكسيد الكالسيوم الصلب ومحلول بروميد الصوديوم.

١ تحليل المسألة

لقد أعطيت المتفاعلات والنواتج في التفاعل الكيميائي. لذا ابدأ بمعادلة كيميائية غير موزونة، مستخدماً الخطوات في الجدول ٤-٧ لوزنها.

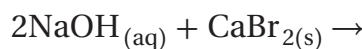
٢ حساب المطلوب

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



عدد ذرات كل عنصر في المتفاعلات

عدد ذرات كل عنصر في النواتج



أدخل المعامل ٢ قبل

وزن ذرات الأكسجين والميدروجين.



أدخل المعامل ٢ قبل

وزن ذرات الصوديوم والبروم.



وزن ذرات الأكسجين والميدروجين.

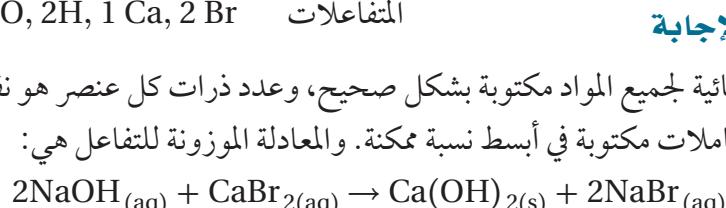


وزن ذرات الصوديوم والبروم.

اكتب المعاملات في أبسط نسبة ممكنة.

تأكد أن عدد ذرات كل عنصر هو نفسه في طرفي

المعادلة، والمعاملات مكتوبة في أبسط نسبة ممكنة. والمعادلة الموزونة للتفاعل هي:



مسائل تدريبية

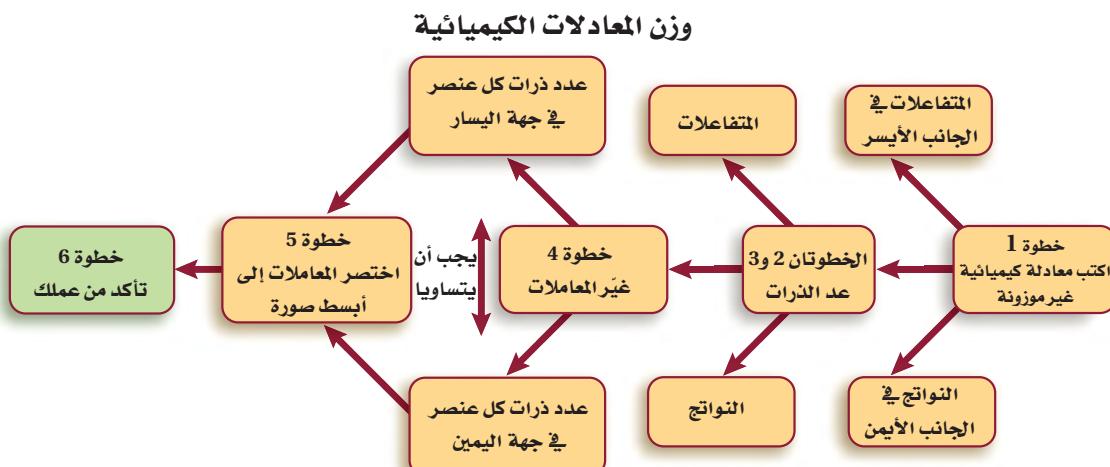
اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة لكل من التفاعلات الآتية:

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

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

٨. تحفيز يتفاعل فلز الخارصين مع حمض الكبرتيك لإنتاج غاز الميدروجين ومحلول كبريتات الخارصين.





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 يتحقق قانون حفظ الكتلة.

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

الشكل 8-4 تطلب دراستك للكيمياء القدرة على وزن المعادلات. استعمل هذه المخطط لمساعدتك على إتقان هذه المهارة. ولا حظ أن الخطوات المرتبة تقابل الخطوات في الجدول 7-4.

التقويم 4-1

الخلاصة

- قد تشير بعض التغيرات الفيزيائية إلى حدوث تفاعل كيميائي.
 - يمكن أن يستوعبه مستوى الطاقة الرئيسي من المعادلة: $e=2n^2$.
 - توفر المعادلات الكيميائية اللفظية والرمزية معلومات مهمة عن التفاعل الكيميائي.
 - توضّح المعادلة الكيميائية الموزونة أنواع المتفاعلات والنواتج في التفاعل الكيميائي وكميّاتها النسبية.
 - يتضمن وزن المعادلة تعديل المعاملات حتى يتّساوى عدد الذرات في طرفي المعادلة.
9. **الغرة** <الرئيسة> فسر ما أهمية وزن المعادلات الكيميائية؟
10. عدّ ثلاثة من المؤشرات التي تدل على حدوث التفاعل الكيميائي.
11. اكتب التوزيع الإلكتروني لكل من ذرة الألومنيوم Al، وذرة الأكسجين O، فإذا علمت أن الأعداد الذرية هي 13، 8 على الترتيب.
12. اكتب الصيغة الكيميائية للمركب الناتج عن اتحاد أيون الحديد III Fe^{3+} مع أيون الأكسجين O^{2-} .
13. قارن بين المعادلة الكيميائية اللفظية والمعادلة الكيميائية الرمزية.
14. فسّر لماذا يجب اختصار المعاملات في المعادلة الموزونة إلى أبسط نسبة من الأعداد الصحيحة.
15. حلّ هل يمكنك عند وزن معادلة كيميائية تعديل الأرقام في الصيغة الكيميائية؟
16. قوم هل المعادلة الآتية موزونة؟ إذا لم تكن كذلك فصحّح المعاملات لوزنها:
- $$\text{K}_2\text{CrO}_4(\text{aq}) + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) \rightarrow \text{KNO}_3(\text{aq}) + \text{PbCrO}_4(\text{s})$$
17. قوم يتفاعل محلول حمض الفوسفوريك المائي H_3PO_4 مع محلول هيدروكسيد الكالسيوم المائي $\text{Ca}(\text{OH})_2$ لإنتاج فوسفات الكالسيوم الصلبة $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ والماء. اكتب معادلة كيميائية موزونة تعبّر عن هذا التفاعل.

تصنيف التفاعلات الكيميائية

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 تصنف الكتب في المكتبات في مجموعات مختلفة لتسهيل عملية البحث عنها. وكذلك تصنف التفاعلات الكيميائية إلى أنواع مختلفة.

أنواع التفاعلات الكيميائية

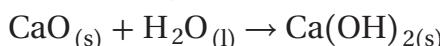
يصنف الكيميائيون التفاعلات الكيميائية لتنظيم الأعداد الكبيرة من هذه التفاعلات التي تحدث يومياً. إن معرفة أنواع التفاعلات الكيميائية تساعدك على تذكرها وفهمها، كما تساعدك أيضاً على معرفة أمثل حدوثها وتوقع نواتج الكثير منها. وهناك عدة طرائق لتصنيف التفاعلات الكيميائية، من أبسطها تلك التي تصنف التفاعلات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

تفاعلات التكوين Synthesis Reactions

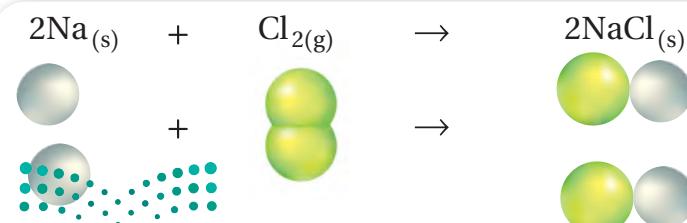
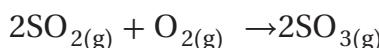
تفاعل التكوين تفاعل كيميائي تتحدد فيه مادتان أو أكثر لتكونين مادة واحدة، ويمكن تمثيله بالمعادلة العامة الآتية:



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



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



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

الأهداف

- تصنف التفاعلات الكيميائية.
- تحديد مميزات الأنواع المختلفة للتفاعلات الكيميائية.

مراجعة المفردات

الفلز: عنصر يكون صلباً في الغالب عند درجة حرارة الغرفة، وموصلاً جيداً للحرارة والكهرباء، ولاماً عموماً.

المفردات الجديدة

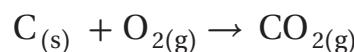
- | | |
|-----------------------|----------------------|
| تفاعل التكوين | تفاعل الاحتراق |
| تفاعل التفكك | تفاعل الإحلال البسيط |
| تفاعل الإحلال المزدوج | الرابس |



الشكل ١٠-٤ الضوء الناتج هنا هو نتيجة تفاعل احتراق بين الأكسجين وفلزات مختلفة.

تفاعلات الاحتراق Combustion Reactions

يمكن أن يصنف تفاعل التكوين بين الأكسجين وثاني أكسيد الكبريت على أنه تفاعل احتراق أيضاً. في تفاعل الاحتراق، كالذى يظهر في الشكل ١٠-٤، يتحد الأكسجين مع مادة كيميائية مطلقاً طاقة على شكل حرارة وضوء. ويمكن للأكسجين أن يتهد بهذه الطريقة مع مواد كثيرة مختلفة، مما يجعل تفاعلات الاحتراق شائعة. ولتعرف المزيد عن اكتشاف التفاعلات الكيميائية سواء كانت تفاعلات احتراق أو غيرها، انظر الشكل ١١-٤. فيحدث تفاعل الاحتراق مثلاً بين الهيدروجين والأكسجين عندما يسخن الهيدروجين؛ حيث يتكون الماء خلال التفاعل، وتنطلق كمية كبيرة من الطاقة، انظر الشكل ١٢-٤. كما يحدث تفاعل احتراق عند حرق الفحم للحصول على الطاقة، بحسب المعادلة الآتية:



المفردات

أصل الكلمة

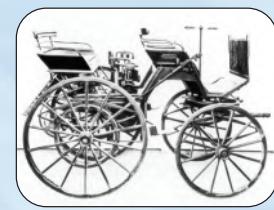
الاحتراق (Combustion): أصل هذه الكلمة لاتيني *comburere*، وتعني يحترق...

الشكل ٤-١١

تفاعلات كيميائية من واقع الحياة

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

في عام ١٨٨٥م اخترع
محرك الاحتراق الداخلي،
وقد صار فيها بعد نموذجاً
للمحرك الحديث.



في عام ١٨٠٠م أدت بعض أبحاث
النبات إلى اكتشاف معادلة كيميائية
مزودة لعملية البناء الضوئي.



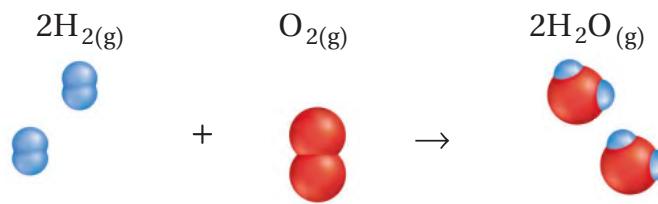
في ١٦٣٥م افتتح أول مصنع
للتفاعلات الكيميائية في ولاية
بوسطن الأمريكية فكان ينتج
الملح الصخري، ومكونات
البارود، والشب الذي يستخدم في
دباغة جلود الحيوانات.

١٩١٠-١٩٠٩م قام
العالان الألمانيان فرتر
هابر وكارل بوش بوضع
عملية تحضير الأمونيوم.

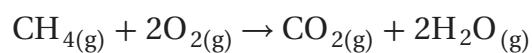
في ١٧٧٥م أثبت أسطوني لافوازيه
أن تفاعلات الاحتراق طاردة للطاقة،
وتتطلب وجود الأكسجين.

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

حل لماذا يعد هذا التفاعل تفاعلاً احتراقياً وتتفاعل تكوين أيضاً؟



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



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

مسائل تدريبية

اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة للفيما يلي، 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 النيتريل.
20. تفاعل غازي ثاني أكسيد النيتروجين والأكسجين، لإنتاج غاز خامس أكسيد ثاني النيتروجين.
21. تحفيز تفاعل حمض الكبريتيك مع محلول هيدروكسيد الصوديوم لإنتاج محلول كبريتات الصوديوم والماء.

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



1974-1978م أثبت الباحثون أن CFCs الكلوروفلوروكربونات 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، وملحوظة آلية حدوثها على المستوى الجزيئي، مما مهد لهندسة النانو.



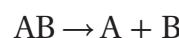
في عام 1952م غطى دخان كثيف من ثاني أكسيد الكبريت وبعض نواتج احتراق الفحم مدينة لندن مدة خمسة أيام وتسبب في 4000 حالة وفاة.



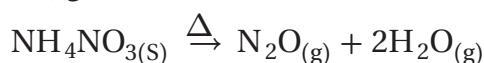


تفاعلات التفكك Decomposition Reactions

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:



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



لاحظ أن هذا التفاعل يتضمن تفكك مادة متفاعلة واحدة إلى أكثر من ناتج. ومن الأمثلة المشهورة على تفاعلات التفكك تفكك أزيد 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 أزيد الصوديوم متوجاً غاز النيتروجين الذي ينفع الكيس بسرعة.

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

المطويات

ضمن مطويتك معلومات من هذا القسم.

مسائل تدريبية

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

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

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

24. تحفيز ينتج عن تسخين كربونات الصوديوم الهيدروجينية كربونات الصوديوم الذائبة وماء وغاز ثاني أكسيد الكربون.

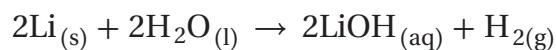
الشكل 14-4 في تفاعل الإحلال البسيط تحل ذرات عنصر محل ذرات عنصر آخر في مركب.



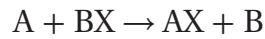
تفاعلات الإحلال Replacement Reactions

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

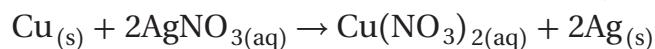
تفاعلات الإحلال البسيط: يبين الشكل (a) 14-4 التفاعل بين الليثيوم والماء، حيث تحل فيه ذرة ليثيوم محل ذرة واحدة من ذرتي الهيدروجين في الماء، كما توضح المعادلة الآتية:



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

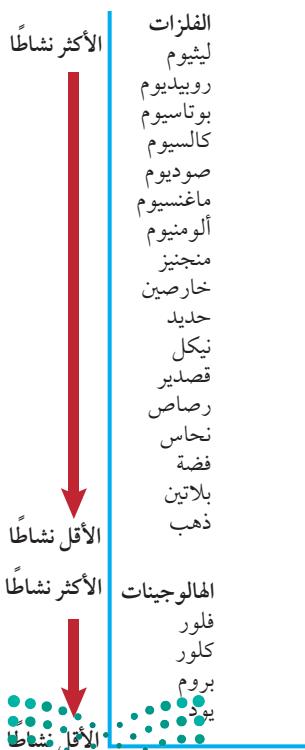


الفلز محل الهيدروجين أو فلز آخر التفاعل بين الليثيوم والماء أحد الأمثلة على تفاعلات الإحلال البسيط؛ حيث تحل فيه ذرة فلز محل ذرة هيدروجين في جزيء الماء. و يحدث نوع آخر من الإحلال البسيط عندما يحل فلز آخر في مركب مذاب في الماء. يظهر الشكل (b) 14-4 حدوث تفاعل إحلال بسيط عند وضع صفيحة من النحاس في محلول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



لا يحل الفلز دائمًا محل فلز آخر في مركب مذاب في الماء؛ وذلك لأن الفلزات تختلف في نشاطها، ويقصد بالنشاط مقدرة الفلز على التفاعل مع مادة أخرى. ويبين الشكل 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 الهايوجينيات أيضًا في سلسلة النشاط الكيميائي بحسب نشاطها، كما هو مبين في الشكل 15-4.

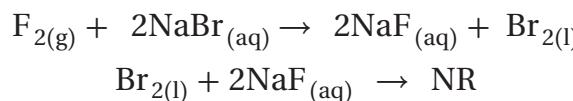
الشكل 15-4 سلسلة النشاط الكيميائي كالمبينة هنا للأفلزات والهايوجينيات هي أدلة مفيدة في تحديد إمكانية حدوث تفاعل كيميائي، وتحديد نواتج تفاعلات الإحلال البسيط.



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



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



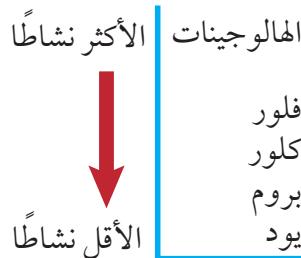
ماذا قرأت؟ وضح كيف يحدث تفاعل الإحلال البسيط؟

تجربة
البساطة
تفاعلات الإحلال

أرجع إلى دليل التجارب العملية على منصة عنن الافتراضية

مخبر حل المشكلات

تحليل التدرج في الخواص



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

التحليل

تفحص الشكل المبين الذي يظهر ترتيب الهايوجينات بحسب نشاطها الكيميائي.

التفكير الناقد

1. فسر كيف تساعدك سلسلة نشاط الهايوجينات 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:

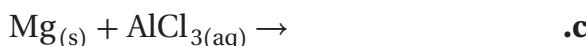
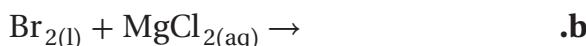


لماذا لا يحل اليود محل البروم؟

4. أي الهايوجينات يتفاعل أسرع مع **البروميد**؟

مثال 4-2

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

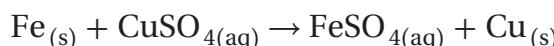


1 تحليل المسألة

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

2 حساب المطلوب

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



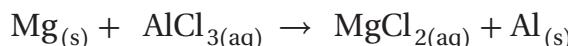
وهذه المعادلة موزونة.

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 الموزونة للتفاعل:



والمعادلة الموزونة هي:

3 تقويم الإجابة

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

مسائل تدريبية

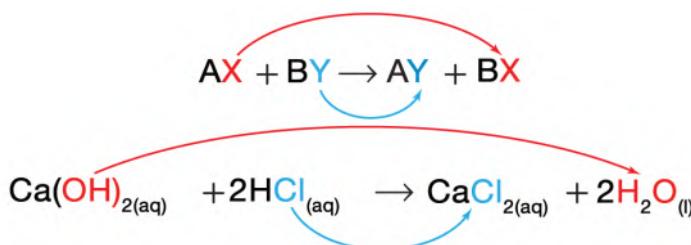
توقع ما إذا كانت تفاعلات الإحلال البسيط الآتية ستحدث أم لا، وأكمل المعادلة الكيميائية الرمزية لكل تفاعل يتوقع حدوثه، ثم زنها:



تحفيز

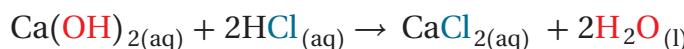


الشكل 4-16 تبادل الأيونات أماكنها في تفاعلات الإحلال المزدوج كما في تفاعل هيدروكسيد الكالسيوم وحمض الهيدروكلوريك.

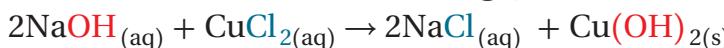


تفاعلات الإحلال المزدوج يسمى التفاعل الذي يتم فيه تبادل الأيونات بين مركبين تفاعل الإحلال المزدوج. انظر المعادلة العامة في الشكل 4-4.

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



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



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

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

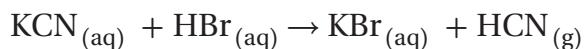


الشكل 17-4 عندما يضاف هيدروكسيد الصوديوم Cl^- إلى محلول كلوريد النحاس II، تتبادل أيونات Cl^- و OH^- موقعهما، وينتج عن التفاعل كلوريد الصوديوم الذي يبقى ذائباً في المحلول، وهيدروكسيد النحاس II الذي يتربس في صورة مادة صلبة زرقاء اللون.

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

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

ارجع إلى تفاعلي الإحلال المزدوج اللذين نوقشاً، حيث يتبع 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.



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

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

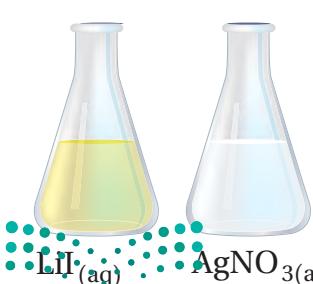
مسائل تدريبية

اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة لتفاعلات الإحلال المزدوج الآتية:

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

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

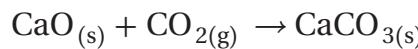
31. يتفاعل محلول كبريتات الصوديوم مع محلول نترات الرصاص II لإنتاج كبريتات الرصاص II الصلبة و محلول نترات الصوديوم.



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

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

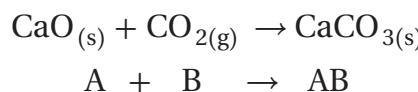
يلخص الجدول 9-4 أنواع التفاعلات الكيميائية. يمكنك الاستعانة بالجدول لمعرفة أنواع التفاعلات المختلفة وتوقع نواتجها. على سبيل المثال، كيف تحدد نوع التفاعل بين أكسيد الكالسيوم الصلب وغاز ثاني أكسيد الكربون في إنتاج كربونات الكالسيوم الصلبة؟
أولاً: اكتب المعادلة الكيميائية.



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

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

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



التفوييم 4-2

الخلاصة

يسهل تصنيف التفاعلات الكيميائية فهمها وتذكرها وتعريفها.

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

33. الفكرة **البنية** وضح الأنواع الأربع من التفاعلات الكيميائية وخصوصيتها.

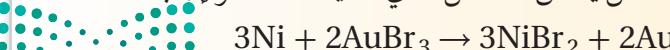
34. اشرح كيف تم ترتيب سلسلة النشاط الكيميائي للفلزات؟

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؟
اكتب معادلة كيميائية موزونة لتفاعل.

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



التفاعلات في المحاليل المائية

Reactions in Aqueous Solutions

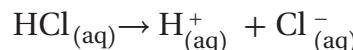
الفكرة الرئيسية تحدث تفاعلات الإحلال المزدوج بين المواد في المحاليل المائية، وتؤدي إلى إنتاج روابس، أو ماء، أو غازات.

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

المحاليل المائية Aqueous Solutions

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

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



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

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 روابس، أو ماء، أو غاز.

مراجعة المفردات

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

المفردات الجديدة

المحلول المائي

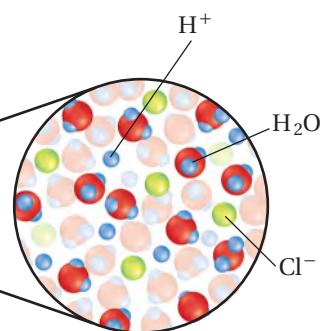
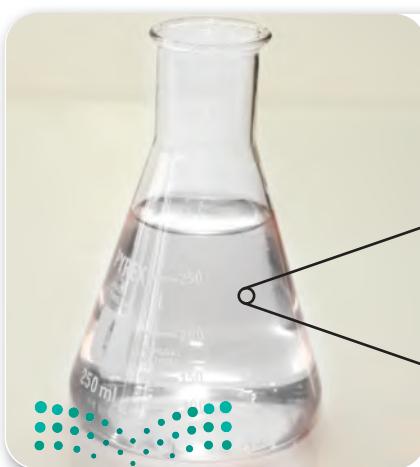
المذاب

المذيب

المعادلة الأيونية الكاملة

الأيونات المترفرجة

المعادلة الأيونية النهائية



الشكل 18-4 يتقاك حمض

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

المفردات

الاستعمال العلمي مقابل

الاستعمال الشائع

المركب

الاستعمال العلمي: اتحاد عنصرین
أو أكثر كيميائياً.

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

الاستعمال الشائع: الكلمة تتكون
من مقطعين.

ملح الطعام يسمى كلوريد
الصوديوم.

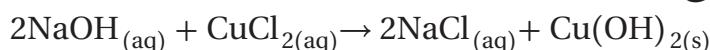
المركبات الأيونية في محلول تكون المركبات الأيونية من أيونات موجبة وأيونات سالبة مرتبطة معًا بروابط أيونية. وعندما تذوب المركبات الأيونية في الماء فإن أيوناتها تنفصل بعضها عن بعض. وتسمى هذه العملية التفكك. فالمحلول المائي لكلوريد الصوديوم مثلاً يحتوي على أيونات Na^+ و Cl^- .

أنواع التفاعلات في المحاليل المائية

Types of Reactions in Aqueous Solutions

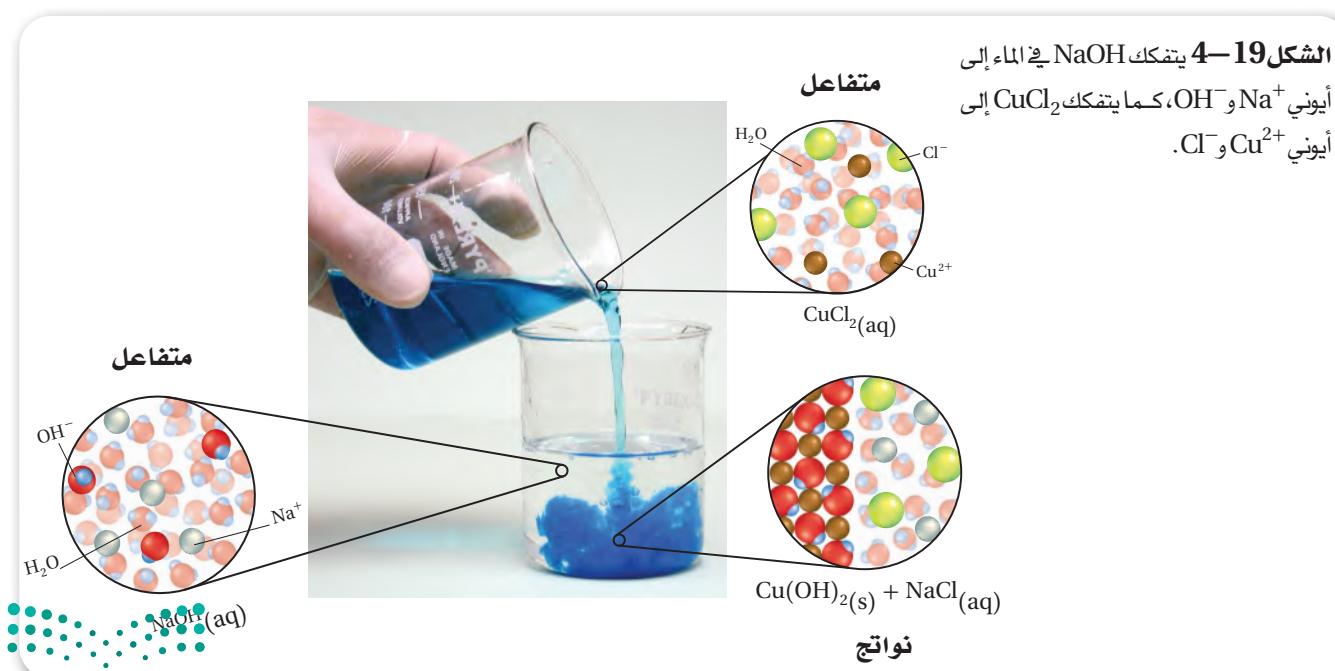
عند مزج محلولين مائيين يحييان أيونات ذائبة فإن الأيونات قد تتفاعل بعضها مع بعض. وكثير من هذه التفاعلات تفاعلات إحلال مزدوج، ويمكن أن تؤدي إلى ثلاثة أنواع من النواتج هي: راسب، أو ماء، أو غاز. أما جزيئات المذيب - وهي في الغالب جزيئات ماء - فلا تتفاعل عادةً.

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



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

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



تجربة

لاحظ تفاعلاً يكون راسباً

كيف يكون محلولان مادة صلبة؟

خطوات العمل   

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

التحليل

1. اكتب معادلة كيميائية رمزية موزونة لتفاعل بين NaOH و MgSO₄. ولاحظ أن أغلب مركبات الكبريتات توجد في صورة أيونات في المحاليل المائية.
2. اكتب المعادلة الأيونية الكاملة لهذا التفاعل.
3. حدد أي الأيونات متفرجة، ثم اكتب المعادلة الأيونية النهاية لتفاعل.

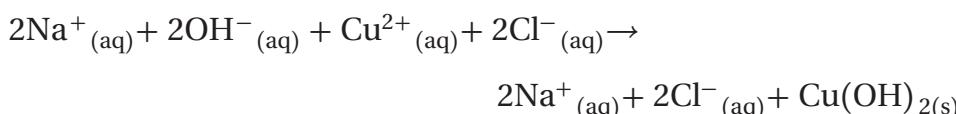
1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية على منصة عين الإثائية.

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

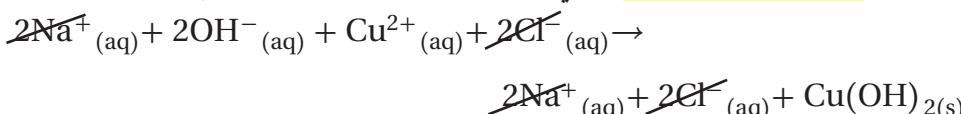
3. زن 4 g من حبيبات NaOH، ثم أضفها بالتدريج حبيبة بعد أخرى إلى الكأس. واحرص على تحريك المحلول بساق التحريك حتى تذوب كل حبيبة تماماً قبل إضافة الأخرى.

4. زن 6 g من ملح إيسوم (كبريتات الماغنيسيوم MgSO₄)، وضعها في كأس آخر سعتها 150 mL، ثم أضف 50 mL ماءً مقطراً إلى الملح، وحركه بساق التحريك حتى يذوب

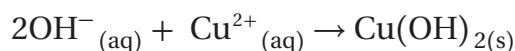
المعادلات الأيونية لتوضيح تفاصيل التفاعلات التي تتضمن أيونات في المحاليل المائية، يستخدم الكيميائيون المعادلات الأيونية، وهي تختلف عن المعادلات الكيميائية الرمزية الموزونة في أنّ المواد التي تكون على شكل أيونات في المحلول تكتب كأيونات في المعادلة. فلذلك تكتب المعادلة الأيونية لتفاعل محلولي NaOH و CuCl₂ مثلاً يجب أن تكتب المتفاعلات والناتج NaCl على شكل أيونات.



وتُسمى 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، وهذا تسمى **الأيونات المتفرجة**. وعند شطب هذه الأيونات من طرف المعادلة الأيونية تحصل على ما يسمى **المعادلة الأيونية النهاية**، وهي تشتمل على الجسيمات المشاركة في التفاعل فقط.



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



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



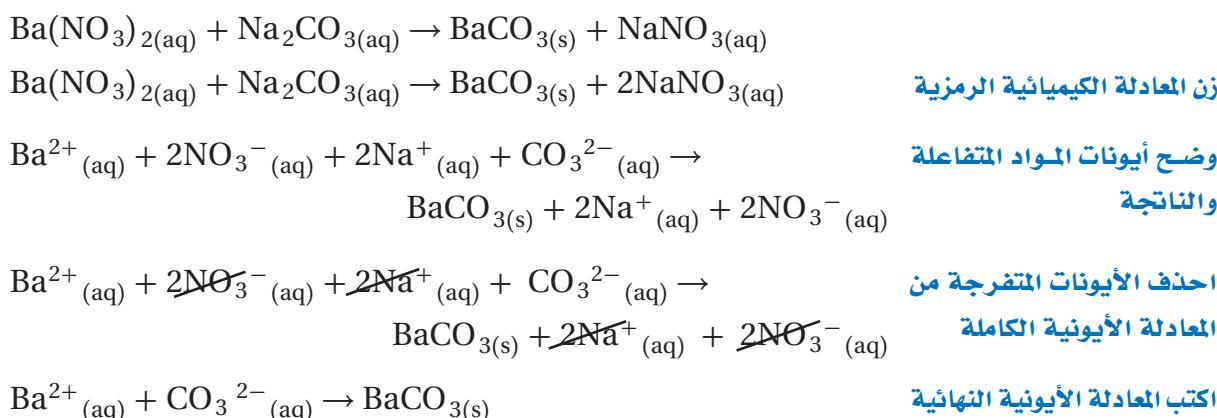
التفاعلات التي تكون راسباً اكتب المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة، والأيونية الكاملة، والأيونية النهائية لتفاعل محلول نترات الباريوم مع محلول كربونات الصوديوم الذي يكون راسباً من كربونات الباريوم.

١ تحليل المسألة

لقد أُعطيت أسماء المركبات للمواد المتفاعلة والتواتج. لكتابة معادلة كيميائية موزونة لتفاعل يجب أن تحدد الكميات النسبية للمواد المتفاعلة والناتجة. ولكتابة المعادلة الأيونية الكاملة تحتاج إلى توضيح الحالات الأيونية للمواد المتفاعلة والناتجة. وبشرط الأيونات المتفرجة من طرف هذه المعادلة يمكنك كتابة المعادلة الأيونية النهائية.

٢ حساب المطلوب

اكتب الصيغ الكيميائية الصحيحة والحالات الفيزيائية لكل المواد في التفاعل:



٣ تقويم الإجابة

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

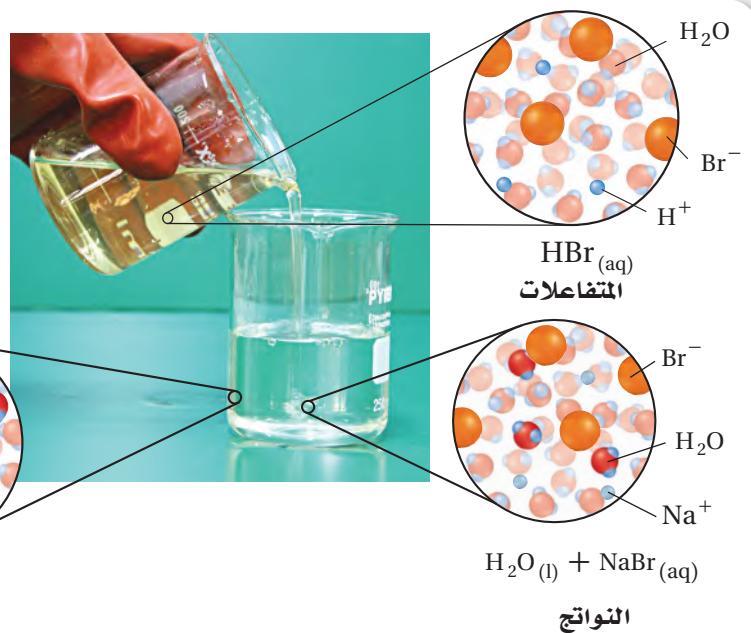
مسائل تدريبية

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

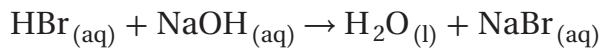
39. عند خلط محلولي يوديد البوتاسيوم KI ونترات الفضة تكون راسب من يوديد الفضة.
40. عند خلط محلولي فوسفات الأمونيوم وكبريتات الصوديوم لم يتكون أي راسب، ولم يتتساعد أي غاز.
41. عند خلط محلولي كلوريد الألومنيوم وهيدروكسيد الصوديوم تكون راسب من هيدروكسيد الألومنيوم.
42. عند خلط محلولي كبريتات الليثيوم ونترات الكالسيوم تكون راسب من كبريتات الكالسيوم.
43. تحضير عند خلط محلولي كربونات الصوديوم وكلوريد المنجنيز الخماسي (V) تكون راسب يحتوي على المنجنيز.

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

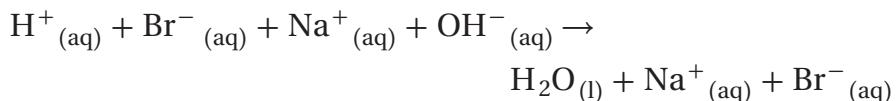
حدد الأيونات السالبة والأيونات الموجبة في هذا التفاعل.



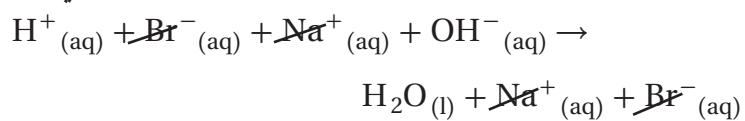
التفاعلات التي تكون ماء هذا النوع من تفاعلات الإحلال المزدوج يؤدي إلى تكوين جزيئات ماء، فيزداد عدد جزيئات الماء (المذيب). وبخلاف التفاعلات التي يتكون فيها راسب، لا يلاحظ في هذا النوع من التفاعلات دليل على حدوث تفاعل كيميائي؛ لأن الماء عديم اللون والرائحة، كما أنه يشكل أغلب محلول. فعندما تخلط محلول حمض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



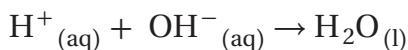
ويتتجزء عن التفاعل بروميد الصوديوم، ويكون في صورة أيونات في محلول المائي. وتوضح المعادلة الأيونية الكاملة لتفاعل هذه الأيونات:



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



وتكون المعادلة الأيونية النهائية لتفاعل كالتالي:



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



مثال 4

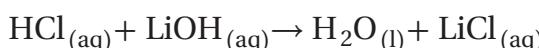
التفاعلات التي تكون ماء اكتب المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة، والأيونية الكاملة، والأيونية النهائية لتفاعل حمض الهيدروكلوريك مع محلول هيدروكسيد الليثيوم الذي يكون ماء و محلول كلوريد الليثيوم.

١ تحليل المسألة

لقد أُعطيت المتفاعلات والنواتج. لكتابية معادلة كيميائية موزونة لتفاعل يجب أن تحدد الصيغ الكيميائية والكميات النسبية للمتفاعلات والنواتج. ولكتابية المعادلة الأيونية الكاملة تحتاج إلى توضيح الحالات الأيونية للمتفاعلات والنواتج. وبسطب الأيونات المتفرجة من طرفي المعادلة يمكنك كتابة المعادلة الأيونية النهائية.

٢ حساب المطلوب

اكتب معادلة كيميائية رمزية لتفاعل، ثم زنها.



وضح أيونات المواد المتفاعلة
والناتجة.

احذف الأيونات المتفرجة من
المعادلة الأيونية الكاملة.

اكتب المعادلة الأيونية النهائية.

٣ 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 لتفاعلات بين المواد الآتية، التي تنتج ماء.

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

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

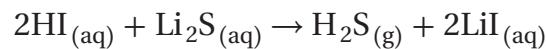
46. عند خلط حمض النيتريك HNO_3 بمحلول هيدروكسيد الأمونيوم ينتج ماء و محلول نترات الأمونيوم.

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

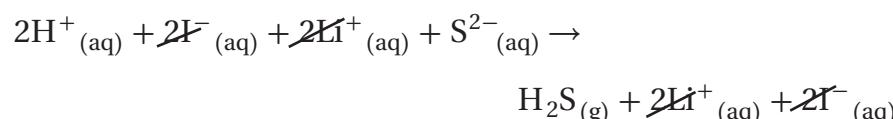
48. تحفيز عند خلط حمض البنزويك $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ وهيدروكسيد الماغnesia ي تكون ماء و بنزوات الماغnesia.



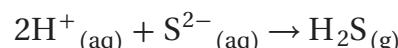
التفاعلات التي تكون غازات يتبع عن هذا النوع من تفاعلات الإحلال المزدوج تكوين غازات، مثل CO_2 ، و H_2S ، و HCN . فعندما تخلط حمض الهيدروبيوديك HI بمحلول كبريتيد الليثيوم Li_2S يتضاعد غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S ، كما يتبع LiI يوديد الليثيوم الذي يظل ذاتياً في محلوله.



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

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

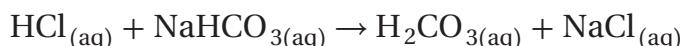
وهناك تفاعل آخر مشابه لتفاعل الخل مع صودا الخبز، يحدث عندما تخلط أي محلول حمضي مع كربونات الصوديوم الهيدروجينية (بيكربونات الصوديوم).

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

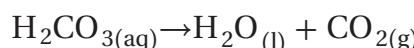


وفي الحالات جميعها يجب أن يحدث تفاعلان متزامنان في المحلول ليتتج غاز ثاني أكسيد الكربون. أحد هذين التفاعلين تفاعل إحلال مزدوج، والآخر تفاعل تفكك. فعندما تذيب كربونات الصوديوم الهيدروجينية مثلاً في حمض الهيدروكلوريك يحدث تفاعل إحلال مزدوج، ويتتج غاز، انظر الشكل 4-21.

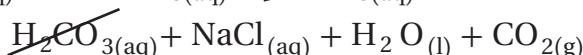
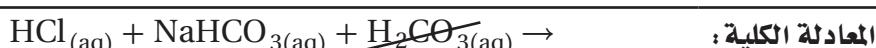
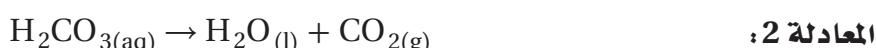
فكlorيد الصوديوم مادة أيونية تبقى في الماء على شكل أيونات منفصلة. أما حمض الكربونيكي H_2CO_3 فيتفكك بمجرد تكوئه إلى ماء وغاز ثاني أكسيد الكربون. فالهيدروجين في حمض الهيدروكلوريك والصوديوم في كربونات الصوديوم الهيدروجيني يحل كل منهما محل الآخر.



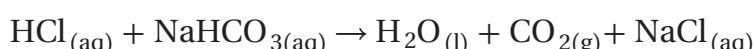
لكن بمجرد أن يتكون حمض الكربونيكي H_2CO_3 يتفكك مكوناً الماء وغاز ثاني أكسيد الكربون. وهذا عكس ما يحدث للمواد الأيونية ومنها كلوريد الصوديوم؛ حيث تبقى أيوناتها منفصلة في المحلول.



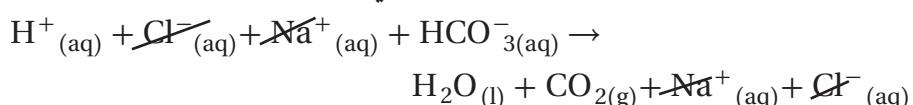
ويمكنك - كما تجمع المعادلات الرياضية - أن تجمع معادلتي التفاعلين وأن تمثلهما بمعادلة كيميائية تسمى المعادلة الكلية للتفاعل.



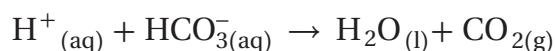
وبحذف H_2CO_3 من طرفي المعادلة تحصل على ما يسمى المعادلة النهائية للتفاعل.



هذا، ويمكنك كتابة المعادلة الأيونية الكاملة كالتالي:



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



ماذا قرأت؟ صُفِّ ما المعادلة النهائية للتفاعل؟ 



مثال ٤-٥

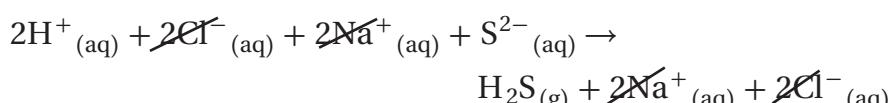
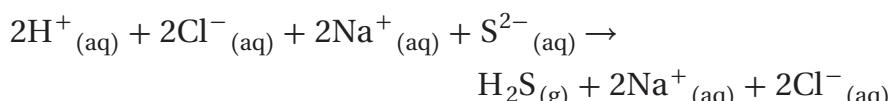
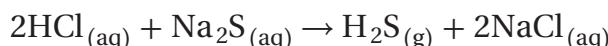
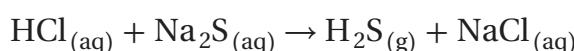
التفاعلات التي تكون غازات اكتب كلاً من المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة، والأيونية الكاملة، والأيونية النهائية للتفاعل بين حمض الهيدروكلوريك و محلول كبريتيد الصوديوم ، والذي يتبع عنه غاز كبريتيد الهيدروجين و محلول كلوريد الصوديوم.

١ تحليل المسألة

لقد أُعطيت المعادلة اللفظية للتفاعل بين حمض الهيدروكلوريك HCl و كبريتيد الصوديوم Na_2S . يجب أن تكتب المعادلة الكيميائية الرمزية للتفاعل وتزويدها. ولكتابة المعادلة الأيونية الكاملة يجب أن توضح الحالات الأيونية للمواد المتفاعلة والنتجة. وبحذف الأيونات المتفرجة من المعادلة الأيونية الكاملة يمكن كتابة المعادلة الأيونية النهائية.

٢ حساب المطلوب

اكتب المعادلة الكيميائية الصحيحة للتفاعل.



زن المعادلة الكيميائية

وضع أيونات المواد المتفاعلة
والناتجة

احذف الأيونات المتفرجة من
المعادلة الأيونية الكاملة

اكتب المعادلة الأيونية النهائية
بأصغر نسبة عددية صحيحة.

٣ تقويم الإجابة

المعادلة الأيونية الكلية تبين الأيونات المشاركة في التفاعل.

مسائل تدريبية

اكتب المعادلات الكيميائية الرمزية الموزونة، والأيونية الكاملة، والأيونية النهائية للتفاعلات الآتية:

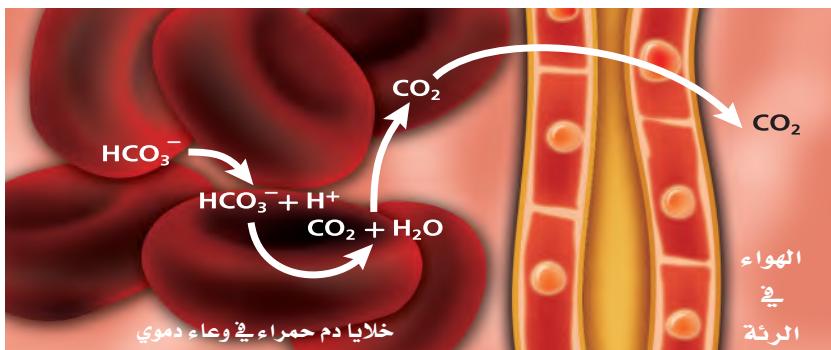
٤٩. يتفاعل حمض فوق الكلوريك HClO_4 مع محلول كربونات الصوديوم لتكوين غاز ثاني أكسيد الكربون والماء و محلول كلورات الصوديوم.

٥٠. يتفاعل حمض الكبرتيك H_2SO_4 مع محلول سيانيد الصوديوم لتكوين غاز سيانيد الهيدروجين و محلول كبريتات الصوديوم.

٥١. يتفاعل حمض الهيدروبروميك HBr مع محلول كربونات الأمونيوم لتكوين غاز ثاني أكسيد الكربون والماء و بروميد الأمونيوم.

٥٢. يتفاعل حمض النيتريل HNO_3 مع محلول كبريتيد البوتاسيوم لتكوين غاز كبريتيد الهيدروجين.

٥٣. تحفيز يتفاعل محلول يوديد البوتاسيوم مع محلول نترات الرصاص لتكوين يوديد الرصاصي الصلب.



الشكل 4-22 بعد أن يدخل أيون البيكربونات HCO_3^- خلية دم حمراء، يتفاعل مع أيون الهيدروجين H^+ لتكوين ماء وثاني أكسيد الكربون CO_2 ، الذي يخرج من الرئتين مع هواء الزفير.

الربط مع علم الأحياء يعد تفاعل أيونات الهيدروجين مع أيونات البيكربونات لإنتاج الماء وثاني أكسيد الكربون من أهم التفاعلات التي تحدث في جسمك؛ فهو يحدث في الأوعية الدموية في رئتيك. وكما هو مبين في **الشكل 4-22** فإن ثاني أكسيد الكربون الذي ينتج في خلايا جسمك يتنتقل في دمك على هيئة أيونات البيكربونات HCO_3^- ، وعندما تمر هذه الأيونات في الأوعية الدموية لرئتيك تتحدد مع أيونات الهيدروجين H^+ وتكون غاز CO_2 الذي يخرج مع هواء الزفير.

هذا التفاعل يحدث أيضًا في المنتجات التي يدخل في تركيبها صودا الخبز المحتوية على كربونات الصوديوم الهيدروجينية التي تجعل الأشياء المخبوزة تتنفس، وتستخدم مضادًا للحموضة، وفي طفليات الحريق، وصناعة كثير من المنتجات.

مهن في الكيمياء

المختص في الكيمياء الحيوية
عالم يدرس العمليات الكيميائية في المخلوقات الحية. وقد يدرس وظائف جسم الإنسان، أو يبحث كيف يؤثر كل من الغذاء والأدوية والمواد الأخرى في المخلوقات الحية.

التقويم 4-3

الخلاصة

الماء هو المذيب في المحاليل المائية دائمًا، أما المواد التي قد تذوب فيه فهي كثيرة. بعض المركبات الجزيئية تكون أيونات عندما تذوب في الماء. بينما يذوب الكثير من المركبات الأيونية في الماء، وتفصل أيوناتها.

عند مزج محلولين يحتويان على أيونات ذاتية، قد تتفاعل الأيونات معًا، أما جزيئات المذيب فلا تتفاعل عادة.

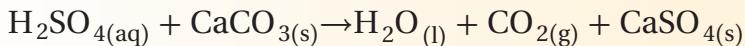
التفاعلات التي تحدث في المحاليل المائية هي تفاعلات الإحلال المزدوج.

54. الفكرة **الرئيسية** عدد ثلاثة أنواع مألفة من نواتج التفاعلات التي تحدث في المحاليل المائية.

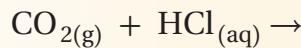
55. صف المذيب والمذاب في محلول المائي.

56. ميز المعادلة الأيونية الكاملة من المعادلة الأيونية النهائية.

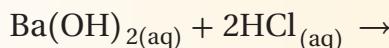
57. اكتب المعادلة الأيونية الكاملة، والأيونية النهائية لتفاعل بين حمض الكبريتิก H_2SO_4 وكربونات الكالسيوم CaCO_3 .



58. حلّ أكمل المعادلة الآتية، ثم ز منها:



59. توقع مانع الناتج الذي سيتكون على الأرجح من التفاعل الآتي؟ فسر ذلك.



60. صغ معادلات يحدث تفاعل عندما يخلط حمض النيتريك HNO_3 بمحلول

مائي من كربونات البوتاسيوم الهيدروجينية (بيكربونات البوتاسيوم)،

ويتتج محلول نترات البوتاسيوم. اكتب المعادلة الكيميائية المرمزية الموزونة والمعادلة الأيونية النهائية لتفاعل.

كيف تعمل الأشياء؟

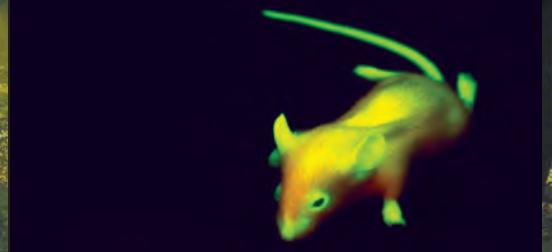
التألق الحيوي

عندما يتجمع اليراع (خنافس مضيئة) في الظلام، يعلن أحد الذكور عن وجوده بإرسال إشارة من الضوء الأصفر المخضر، فتجيب أنثى قريبة من الأرض نداءه، فيهبط في اتجاهها. وقد ينتج عن ذلك تزاوج ناجح، أو قد يلتهم بشرأه إذا خدعته أنثى من نوع آخر من اليراع. إن إنتاج اليراعة للضوء هو نتيجة عملية كيميائية تسمى التألق (التلاؤ) الحيوي، وهي استراتيجية يستخدمها الكثير من المخلوقات الحية في بيئات كثيرة مختلفة. فكيف تعمل؟

1 **الخنافس مضيئة** ليست ذباباً، ولكنها مجموعة من الخنافس التي ترسل ومضاتها للتزاوج، كما أنها تستخدم ضوءها لخداع فريستها. وينبعث الضوء الأصفر المخضر من خلايا في جذعها الأسفلي، وتتراوح أطوال موجاته بين 510 nm و 670 nm.



اكتشاف مضيئة أدى إلى اكتشاف البروتين الحيوي الأخضر المشع، الذي يوجد في بعض أنواع قناديل البحر. ويشعر هذا البروتين ضوءاً أخضر عند تعرضه للأشعة فوق البنفسجية. وقد قام العلماء بإدخال البروتين المشع في مخلوقات مختلفة، كالجرذان، لأغراض البحث العلمي في مجالات السرطان، والملاريا، والعمليات الخلوية. وبسبب أهمية هذا الاكتشاف فقد منح مكتشفو البروتين المشع جائزة نوبل في الكيمياء.



3 **التألق الحيوي** ينتج ويمضي اليراع عن تفاعل كيميائي. والتفاعلات هي الأكسجين، واللوسفيرين (مادة مشعة للضوء توجد في بعض المخلوقات). ويُسرع إنزيم يسمى اللوسفريز التفاعل الذي يؤدي إلى إنتاج الأوكسيلوسفيرين وطاقة على شكل ضوء.



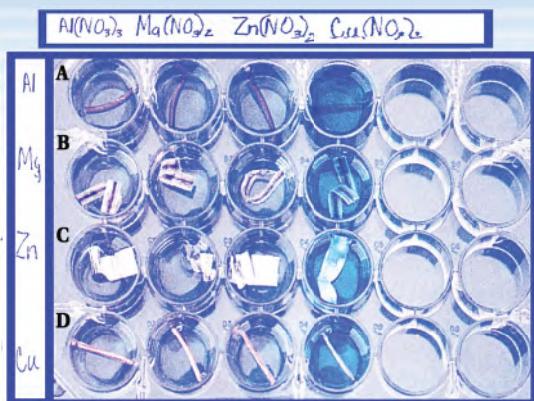
الكتابة في الكيمياء

ابحث حدد أنواعاً مختلفة من المخلوقات الحية تستخدم التألق الحيوي، واعمل كتيباً يوضح لماذا يكون التألق الحيوي فعالاً في هذه المخلوقات؟



مختبر الكيمياء

تطوير سلسلة نشاط الفلزات



9. نُظف أشرطة الخارجيين باستخدام ورق الصنفه حتى تصبح لامعة، ثم ضع كل شريط منها في محلول مختلف في كل فجوة من فجوات الصف C.
10. كرر الخطوة 7 مستخدماً 10cm من سلك النحاس، وضع كل قطعة منها في محلول مختلف في كل فجوة من فجوات الصف D.
11. لاحظ ما يحدث في كل فجوة، ثم سجل ملاحظاتك بعد مرور 5 دقائق في جدول البيانات الذي قمت بتصميمه.
12. التنظيف والتخلص من النفايات تخلص من المواد الكيميائية والمحاليل والماديات كما يطلب إليك معلمك.

حل واستنتاج

1. لاحظ واستنتاج في أي الفجوات من طبق التفاعلات حدث تفاعل كيميائي؟ وأي الفلزات تفاعل مع أكبر عدد من المحاليل؟ وأي الفلزات تفاعل مع أقل عدد من المحاليل؟ وأي الفلزات أكثر نشاطاً؟
2. رتب أكثر الفلزات نشاطاً التي تفاعلت مع أكبر عدد من المحاليل، وأقل الفلزات نشاطاً التي تفاعلت مع أقل عدد من المحاليل. رتب الفلزات الأربع من الأكثر نشاطاً إلى الأقل نشاطاً.
3. طبق اكتب معادلة كيميائية لكل تفاعل إحال حدد في طبق التفاعلات الكيميائية.
4. الكيمياء في الواقع الحياة في أي ظرف من الظروف يكون من المهم معرفة نشاط سلسلة من العناصر.
5. تحليل الخطأ كيف يمكنك مقارنة ما جاء في إجابتك عن السؤال رقم 2 بسلسلة النشاط في الشكل 15-4 وما وجه الاختلاف بينهما؟

التوسيع في الاستقصاء

صمم تجربة ضع ثلاثة أسئلة تبدأ بالعبارة: "ماذا لو...؟" ، وتعلق بهذا المختبر، ويمكن أن تؤثر في نتائج التجربة، ثم صمم تجربة لاختبار سؤال واحد منها.

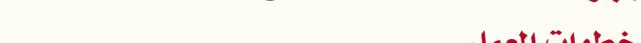
الخافية بعض الفلزات أكثر نشاطاً من الفلزات الأخرى. وعند مقارنة كيفية تفاعل الفلزات المختلفة بأيونات معروفة في الأملاح المائية يمكن ترتيب هذه الفلزات في سلسلة بحسب نشاطها. وتعكس سلسلة النشاط قوّة تفاعل كل فلز من الفلزات التي تم فحصها.

سؤال كيف يمكن تطوير سلسلة النشاط؟

المواد اللازمة

سلك نحاس	1.0M Zn(NO ₃) ₂
سلك ألومنيوم	1.0M Al(NO ₃) ₃
شريط ماغنيسيوم	1.0M Cu(NO ₃) ₂
شريط خارصين	1.0M Mg(NO ₃) ₂
ورق صنفه	ماسرات
طبق تفاعلات بلاستيكى	قاطع أسلاك

إجراءات السلامة



خطوات العمل

1. أملأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية على منصة عين الإثرائية.
2. صمم جدولًا لتدوين البيانات ثم رقم الأعمدة في طبق التفاعلات بعمود 1، عمود 2، عمود 3، عمود 4، كما هو موضح في الشكل على يسارك.
3. استخدم الماصة ملء كل فجوة من العمود 1 بـ 2 mL من محلول 2 1.0 M Al(NO₃)₃.
4. كرر الخطوة 3 واستخدم الماصة ملء كل فجوة من العمود 2 بـ 2 mL من محلول 2 1.0 M Mg(NO₃)₂.
5. كرر الخطوة 3 واستخدم الماصة ملء كل فجوة من العمود 3 بـ 2 mL من محلول 2 1.0 M Zn(NO₃)₂.
6. كرر الخطوة 3 واستخدم الماصة ملء كل فجوة من العمود 4 بـ 2 mL من محلول 2 1.0 M Cu(NO₃)₂.
7. نُظف 10 cm من شريط الألومنيوم باستخدام ورق الصنفه حتى يصبح لاماً، ثم قطع الشريط إلى أربعة أجزاء متساوية طول كل منها 2.5 cm باستخدام قطاعة الأسلاك، ثم ضع كل قطعة منها في محلول مختلف في كل فجوة من فجوات الصف A.
8. كرر الخطوة 7 مستخدماً 10 cm من شريط الماغنيسيوم، وضع كل قطعة منها في محلول مختلف في كل فجوة من فجوات الصف B.

دليل مراجعة الفصل

الفكرة **العامة** تحول ملابس التفاعلات الكيميائية الموجودة داخل جسمك ومن حولك المتفاعلات إلى نوافع، مما يؤدي إلى إطلاق طاقة أو امتصاصها.

1-4 التفاعلات والمعادلات

المفاهيم الرئيسية **الفكرة** **الرئيسية** مثل التفاعلات الكيميائية بمعادلات كيميائية موزونة.

- قد تشير بعض التغيرات الفيزيائية إلى حدوث تفاعل كيميائي.
- توفر المعادلات الكيميائية اللفظية والرمادية معلومات مهمة عن التفاعل الكيميائي.
- توضح المعادلة الكيميائية الموزونة أنواع المتفاعلات والنوافع في التفاعل الكيميائي وكمياتها النسبية.
- يتضمن وزن المعادلة الكيميائية تعديل العوامل حتى يتساوى عدد الذرات في طرفي المعادلة.

المفردات

- التفاعل الكيميائي
- المعادلة الكيميائية
- عدد التأكسد
- الرمذية الموزونة
- المعاملات
- النوافع

2-4 تطبيق التفاعلات الكيميائية

المفاهيم الرئيسية

- يسهل تطبيق التفاعلات الكيميائية فهمها وتذكرها وتعريفها.
- تستخدم سلسلة النشاط الكيميائي للفلزات والهالوجينات في توقع حدوث تفاعلات الإحلال البسيط.

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

المفردات

- تفاعل التكون
- تفاعل الاحتراق
- تفاعل التفكك
- تفاعل الإحلال
- المذدوج
- الراسب
- البساط

3-4 التفاعلات في المحاليل المائية

المفاهيم الرئيسية

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

الفكرة **الرئيسية** تحدث تفاعلات الإحلال المذدوج بين المسواد في المحاليل المائية، وتؤدي إلى إنتاج رؤوس، أو ماء، أو غازات.

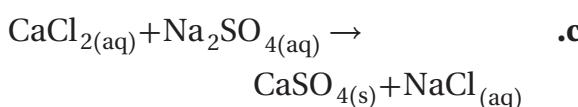
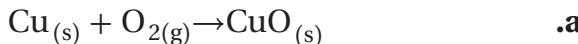
المفردات

- المحلول المائي
- الأيونات المترفرجة
- المذاب
- النهائية
- المذيب
- المعادلة الأيونية
- الكافمة

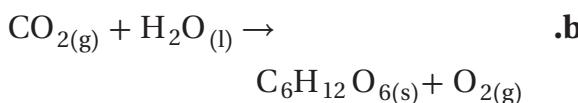
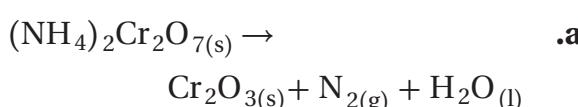
4-1

إتقان المفاهيم

70. اكتب معادلات لفظية للمعادلات الكيميائية الآتية:



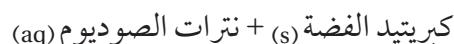
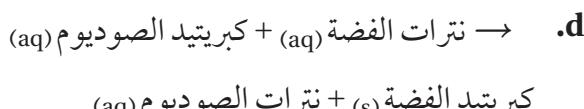
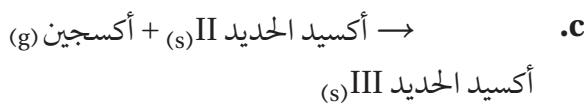
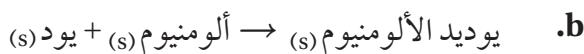
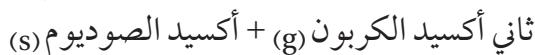
71. زن المعادلين الكيميائيتين الآتتين:



إتقان حل المسائل

72. يتحلل يوديد الهيدروجين إلى غاز الهيدروجين وغاز الاليود في تفاعل تفكك. اكتب معادلة كيميائية رمزية لمعرفة ما يحوله هذا التفاعل.

73. اكتب معادلات كيميائية رمزية لتفاعلاته الآتية:



74. اكتب معادلة كيميائية رمزية لتفاعل بين الليثيوم الصلب وغاز الكلور لإنتاج كلوريد الليثيوم الصلب.

4-1

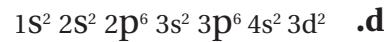
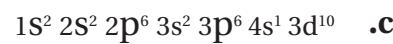
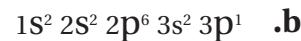
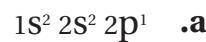
إتقان المفاهيم

61. عرّف المعادلة الكيميائية.

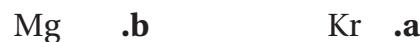
62. ميّز بين التفاعل الكيميائي والمعادلة الكيميائية.

63. وضح الفرق بين المتفاعلات والنواتج.

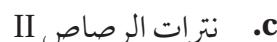
64. اكتب رمز العنصر الذي يمثل بالتوزيع الإلكتروني لكل ما يأتي:



65. اكتب التوزيع الإلكتروني لكل عنصر ما يأتي:



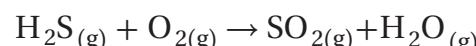
66. اكتب الصيغة الكيميائية لكل ما يأتي:



67. هل يشير تحول مادة إلى مادة جديدة دائمًا إلى حدوث تفاعل كيميائي؟ فسر إجابتك.

68. حدد المتفاعلات في التفاعل الآتي: عند إضافة البوتاسيوم إلى محلول نترات الخارصين، يتكون الخارصين ومحلول نترات البوتاسيوم.

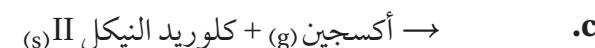
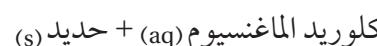
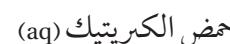
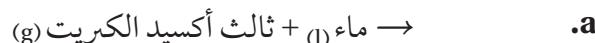
69. زن المعادلة الكيميائية الآتية:



إتقان حل المسائل

- .80. صنف التفاعلات الواردة في السؤال 73 .
- .81. صنف التفاعلات الواردة في السؤال 75 .
- .82. اكتب معادلة كيميائية رمزية موزونة لتفاعل احتراق الميثanol السائل CH_3OH .
- .83. اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة لكل من تفاعلات التكوين الآتية:
- بورون + فلور .a
 - جermanium + كبريت .b
 - كالسيوم + نيتروجين .c
- .84. الاحتراق اكتب معادلة كيميائية رمزية موزونة لاحتراق كل من المواد الآتية:
- .a. الباريوم الصلب
 - .b. البورون الصلب
 - .c. الأسيتون السائل $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$
 - .d. الأوكتان السائل C_8H_{18}
- .85. اكتب معادلات كيميائية موزونه لتفاعلات التفكك الآتية:
- بروميد الماغنيسيوم .a
 - أكسيد الكوبالت II .b
 - كربونات الباريوم .c
- .86. اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة لتفاعلات الإحلال البسيط الآتية التي تحدث في الماء. (وإذا لم يحدث تفاعل فاكتب لا يحدث تفاعل (NR) في مكان النواج).
- .a. كلوريد الماغنيسيوم + نيكل
 - .b. بروميد النحاس II + كالسيوم
 - .c. نترات المقصبة + ملاغنيسيوم

75. اكتب معادلات كيميائية رمزية لتفاعلات الآتية، ثم زنها:



76. اكتب معادلات كيميائية رمزية لتفاعلات الآتية:

a. عند حرق غاز البيوتان C_4H_{10} في الهواء ينتج ماء وغاز ثاني أكسيد الكربون.

b. يتفاعل الماغنيسيوم الصلب مع غاز النيتروجين لإنتاج نيتريد الماغنيسيوم الصلب.

c. عند تسخين غاز ثاني فلوريد الأكسجين OF_2 ينتج غاز الأكسجين وغاز الفلور.

4-2**إتقان المفاهيم**

77. اذكر أنواع التفاعلات الكيميائية الأربع، وأعط مثالاً واحداً على كل منها.

78. ما نوع التفاعل الذي يحدث بين مادتين ويتيح عنه مركب واحد؟

79. في كل من الأزواج الآتية، أي فلز يحل محل الفلز الآخر في تفاعلات الإحلال؟ (استعن بسلسلة النشاط).

.a. القصدير والصوديوم

.b. الرصاص والفضة

.c. الفلور واليود

.d. النحاس والنيكل

تقدير الفصل 4

4-3

اتقان المفاهيم

87. أكمل المعادلة اللغوية الآتية:

→ مذاب + مذيب

88. ما أنواع النواتج المألوفة لتفاعلات التي تحدث في المحاليل المائية؟

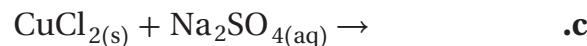
89. قارن بين المعادلات الكيميائية الرمزية الموزونة والمعادلات الأيونية.

90. ما المعادلة الأيونية النهائية؟ وفيما تختلف عن المعادلة الأيونية الكاملة؟

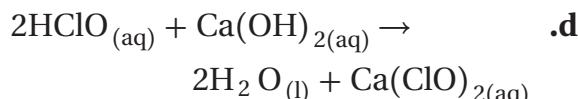
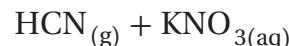
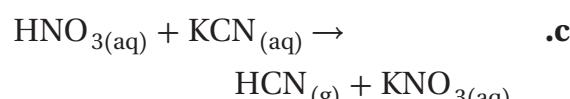
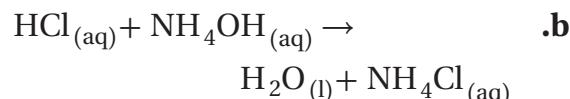
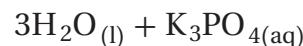
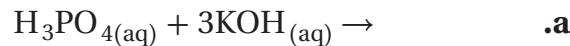
91. ما المقصود بالأيون المترسج؟

اتقان حل المسائل

92. أكمل المعادلات الكيميائية الآتية:



93. اكتب المعادلات الأيونية الكاملة والأيونية النهائية لكل من التفاعلات الآتية:



التفكير الناقد

97. طبق صفات التفاعل بين محلولي كبريتيد الصوديوم وكبريتات النحاس II الذي يؤدي إلى إنتاج راسب من كبريتيد النحاس II.

98. توقع وضعت قطعة من فلز الألومنيوم في محلول KCl المائي، ووضعت قطعة أخرى من الألومنيوم في محلول AgNO_3 المائي. هل يحدث تفاعل في كلتا الحالتين؟ لماذا؟



تقدير إضافي

الكتاب في الكيمياء

103. كيمياء المطبخ اعمل ملصقاً يصف التفاعلات الكيميائية التي تحدث في المطبخ.

104. وزن المعادلات اعمل لوحة تصف فيها خطوات وزن المعادلة الكيميائية.

أسئلة المستندات

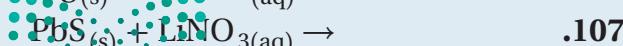
الذائبية يستخدم العلماء جدولاً لقواعد الذائبية لتحديد ما إذا كان سيتكون راسب في التفاعل الكيميائي.

يبي الجدول 11-4 قواعد الذائبية للمركبات الأيونية في الماء.

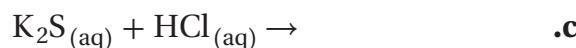
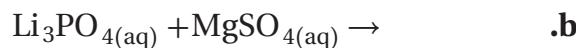
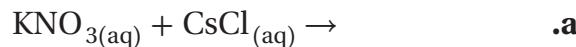
الجدول 11-4 قواعد الذائبية للمركبات الأيونية في الماء

القاعدة	المركب الأيوني
أيونات عناصر المجموعة الأولى (Li^+ , Na^+ , K^+)، و NH_4^+ تكون أملاحاً ذائبة.	الأملاح الذائبة
جميع أملاح النترات ذائبة.	
معظم الهايليدات تذوب في الماء ما عدا هايليدات الأيونات الاقعية: Hg_2^{2+} , Pb^{2+} , Ag^+ , Cu^+ و Hg_2^{2+} و Ag^+ .	
معظم الكبريتات ذائبة ما عدا كبريتات Ba^{2+} و Sr^{2+} , pb^{2+} , Ca^{2+} و Ag^+ هي قليلة الذوبان.	
الهيدروكسيدات والكبريتيدات والأكسيدات غير الذائية، ما عدا مركباتها مع عناصر المجموعة الأولى، وأيونات NH_4^+ . أما عناصر أيونات المجموعة الثانية فهي قليلة الذوبان.	الأملاح غير الذائبة
الكرومات والفوسفات والكريبونات عادة غير ذائبة، ما عدا مركباتها مع عناصر المجموعة الأولى، وأيونات NH_4^+ .	

أكمل المعادلات الآتية باستخدام قواعد الذائبية الواردة في الجدول أعلاه. وبين هل يتكون راسب أم لا، وحدده. (وإذا كان لا يحدث تفاعل فاكتب NR):



99. طبق اكتب المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة والأيونية النهائية لكل من التفاعلات الآتية. (إذا كان لا يحدث تفاعل فاكتب NR في مكان الناتج). علماً أن فوسفات الماغنيسيوم تترسب في محلول المائي.



مسألة تحفيز

100. يحدث تفاعل إحلال بسيط عند تفاعل النحاس مع نترات الفضة. إذا تفاعل g من النحاس مع g 339.8 من نترات الفضة ونتج g 215.8 من الفضة، فاكتب معادلة كيميائية رمزية موزونة للتفاعل. ما الناتج الآخر في هذا التفاعل؟ وما كتلته؟

مراجعة تراكمية

101. ميز بين المخلوط والمحلول والمركب.

102. استعن بالجدول 10-4 لحساب الكتلة الذرية لعنصر الكروم.

الجدول 10-4 بيانات نظائر الكروم

الكتلة الذرية (amu)	نسبة وجوده	النظير
49.946	4.35%	Cr-50
51.941	83.79%	Cr-52
52.941	9.50%	Cr-53
53.939	2.36%	Cr-54

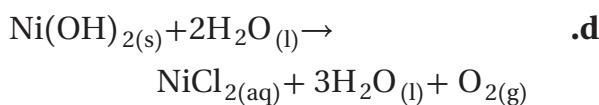
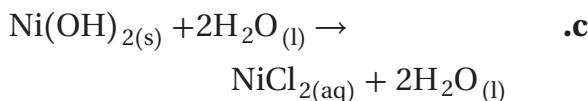
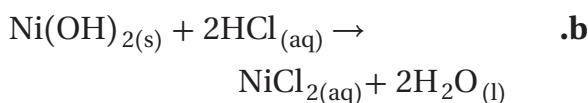
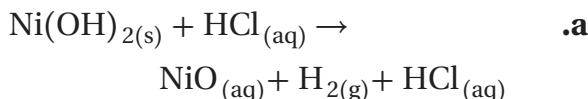
اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

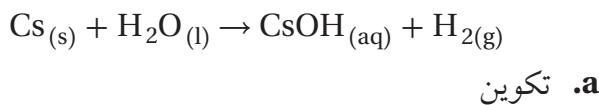
استعن بالجدول أدناه للإجابة عن الأسئلة من 1 إلى 3:

الخواص الفيزيائية لبعض المركبات الأيونية				
درجة الانصهار (°C)	يدوّب في الماء	الحالة عند 25°C	الاسم	المركب
248	نعم	صلب	كلورات الصوديوم	NaClO_3
884	نعم	صلب	كبريتات الصوديوم	Na_2SO_4
1009	نعم	صلب	كlorيد النيكل II	NiCl_2
230	لا	صلب	هيدروكسيد النيكل II	$\text{Ni}(\text{OH})_2$
212	نعم	صلب	نترات الفضة	AgNO_3

3. عند إضافة حمض الهيدروكلوريك HCl إلى هيدروكسيد النيكل II الصلب فإن الهيدروكسيد يختفي. ما المعادلة التي تصف ما حدث في الكأس؟



4. ما نوع التفاعل الموصوف في المعادلة الآتية؟



1. إذا خلط محلول مائي من كبريتات النيكل II بمحلول مائي من هيدروكسيد الصوديوم فهل يحدث تفاعل مرئي؟

a. لا؛ لأن هيدروكسيد النيكل II الصلب يذوب في الماء.

b. لا؛ لأن كبريتات الصوديوم الصلبة تذوب في الماء.

c. نعم؛ لأن كبريتات الصوديوم الصلبة ستترسب في محلول.

d. نعم؛ لأن هيدروكسيد النيكل II الصلب سيترسب في محلول.

2. ماذا يحدث عند خلط محلول $\text{AgClO}_{3(aq)}$ بمحلول NaNO_3 ؟

a. لا يحدث تفاعل يمكن ملاحظته.

b. تترسب NaClO_3 الصلبة في محلول.

c. ينطلق غاز NO_2 خلال التفاعل.

d. ينتج فلز Ag الصلب.



اختبار مقنن

8. إذا علمت أن التوزيع الإلكتروني لعنصر هو:
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$. فما رمز هذا العنصر؟

- Cu .a
Cr .b
Fe .c
Ni .d

9. أي مما يأتي يمثل التوزيع الإلكتروني لعنصر الحديد?
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$.a

- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$.b
 $1s^2 2p^6 3p^6 3d^6$.c
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$.d

أسئلة الإجابات القصيرة

10. اكتب معادلة كيميائية موزونة لتفاعل فلز الكالسيوم الصلب مع الماء لإنتاج هيدروكسيد الكالسيوم الذائب في محلول غاز الهيدروجين.

أسئلة الإجابات المفتوحة

استعن بالمعادلة الكيميائية الآتية للإجابة عن السؤالين 11 و 12:

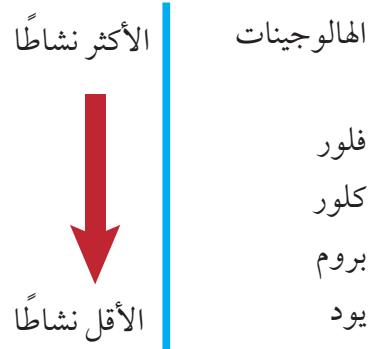


11. ما نوع هذا التفاعل؟ كيف عرفت ذلك من المتفاعلات؟

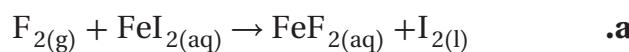
12. ماذا تتوقع أن ينتج عن هذا التفاعل؟

13. ما التوزيع الإلكتروني لأيون الفوسفور P^{3-} ? وضح كيف يختلف التوزيع الإلكتروني له عن التوزيع الإلكتروني لذرة الفوسفور المتعادلة P?

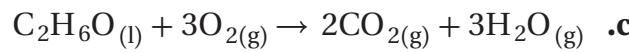
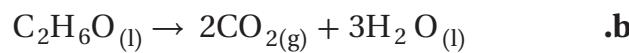
استعن بسلسلة النشاط الآتية للإجابة عن السؤال 5.



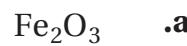
5. أي التفاعلات الآتية تحدث بين الهالوجينات وأملاح الهايليدات؟



6. يتبع عن احتراق الإيثانول ثاني أكسيد الكربون وبخار ماء. ما المعادلة التي تصف ذلك؟



7. ما الصيغة الكيميائية لأكسيد الحديد III؟



المول

The Mole

5

الـ

الفكرة (العامة) يمثل المول عدداً كبيراً من الجسيمات المتناهية في الصغر، ويستعمل في حساب كميات المواد.

1- قياس المادة

الفكرة (الرئيسة) يستعمل الكيميائيون المول لعد الجسيمات ومنها الذرات والأيونات والجزئيات ووحدات الصيغ الكيميائية.

2- الكتلة والمول

الفكرة (الرئيسة) يحتوي المول دائياً على العدد نفسه من الجسيمات، غير أن مولات المواد المختلفة لها كتل مختلفة.

3- مولات المركبات

الفكرة (الرئيسة) يمكن حساب الكتلة المولية للمركب من خلال صيغته الكيميائية، كما يمكن استعمال هذه الكتلة المولية للتحويل بين الكتلة والمولات للمركب نفسه.

حقائق كيميائية

- العملات المعدنية السعودية هي: 5، 10، 25، 50، 100 هيلات. وتتكون العملات المعدنية السعودية من النحاس والنحيل بحسب مختلفة.



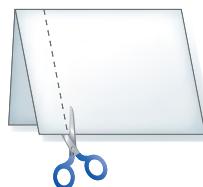
نشاطات تمهيدية

عوامل التحويل قم بعمل المطوية الآتية لمساعدتك على تنظيم معلوماتك عن عوامل التحويل.

المطويات

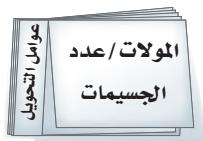
منظمات الأفكار

الخطوة 1 أحضر ثلاث أوراق، واثن كل ورقة



عرضياً من المنتصف. قس وارسم خطأ على بعد 3 cm من الطرف الأيسر. قص الورقة على طول هذا الخط، وكرر ذلك مع الورقتين الأخريين.

الخطوة 2 عنون كل ورقة بوصف عامل التحويل.



الخطوة 3 دبس الأوراق الثلاث معًا من المنتصف على طول حافتها الخارجية.

المطويات استعمل هذه المطوية في القسمين 1—5 و 2—5 من هذا الفصل. دوّن معلوماتك عن عوامل التحويل، ولخص الخطوات التي يتضمنها كل تحويل.



تجربة استهلاكية

ما مقدار المول؟

يسهل عد الأرقام الكبيرة باستعمال وحدات العد المختلفة كالدرزن والزوج والرزمة. ويستعمل الكيميائيون وحدة عد تسمى المول.



خطوات العمل

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

2. اختر جسمًا لتقييس طوله، مثل مشبك الورق، أو قطعة حلوى، أو أي جسم يزودك به معلمك.

3. استعمل المسطرة في قياس طول الجسم إلى أقرب

التحليل

1. احسب كم يمتد مول ($10^{23} \times 6.02$ جسيم) من الجسم الذي اخترته إذا رصبت جسيماته بعضها ببعض؟ عبر عن إجابتك بوحدة المتر.

2. احسب المسافة في الخطوة 1 بوحدة السنة الضوئية (ly) علماً بأن ($10^{15} \text{ m} = 9.46 \text{ ly}$).

3. قارن المسافة التي حسبتها في الخطوة الثانية بهذه المسافات الهائلة:

a. المسافة إلى أقرب نجم (غير الشمس) 4.3 سنة ضوئية.

b. المسافة إلى مركز مجرتنا 30.000 سنة ضوئية.

c. المسافة إلى أقرب مجرة $10^6 \times 2$ سنة ضوئية.

استقصاء قارن نتائجك بنتائج أحد زملائك في الصف. هل تساوي كتلة مول من الجسم الذي اخترته كتلة مول من الجسم الذي اختاره زميلك؟ صمم استقصاء تحدد فيه ما إذا كان هناك علاقة بين المول والكتلة.



Measuring Matter قياس المادة

الأهداف

الغرة الرئيسية يستعمل الكيميائيون المول لعد الجسيمات ومنها الذرات والأيونات والجزيئات ووحدات الصيغ الكيميائية.

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

عد الجسيمات Counting Particles

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

كل من وحدات العد المبينة في الشكل 1-5 تناسب عد نوع معين من الأشياء؛ اعتماداً على حجمها واستخدامها. وبغض النظر عن كون الشيء قفازات أو بيضاً أو أقلام أو ورقاً فإن العدد الذي تمثله الوحدة يبقى دائماً ثابتاً. يحتاج الكيميائيون أيضاً إلى طريقة ملائمة لعد الذرات والجزيئات ووحدات الصيغ الكيميائية (Formula units) في عينة كيميائية مادةً ما. إلا أن الذرات متناهية الصغر، وهناك الكثير منها حتى في العينات الصغيرة جداً، مما يجعل عدتها بشكل مباشر مستحيلاً. لذلك قام الكيميائيون بإيجاد وحدة عد تسمى المول، وقد عرفت من التجربة الاستهلالية أنه يمثل عدداً ضخماً من أي جسيم.

تفسر كيف يستخدم المول بشكل غير مباشر لعد جسيمات المادة.

ترتبط المول بوحدة عد يومية شائعة.

تحول بين المولات وعدد الجسيمات.

مراجعة المفردات

الجزيء: ذرتان أو أكثر مرتبطتان معًا لتكونين وحدة واحدة.

المفردات الجديدة

المول
عدد أفرجادرو

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

اذكر وحدات عد أخرى مألوفة
لديك.



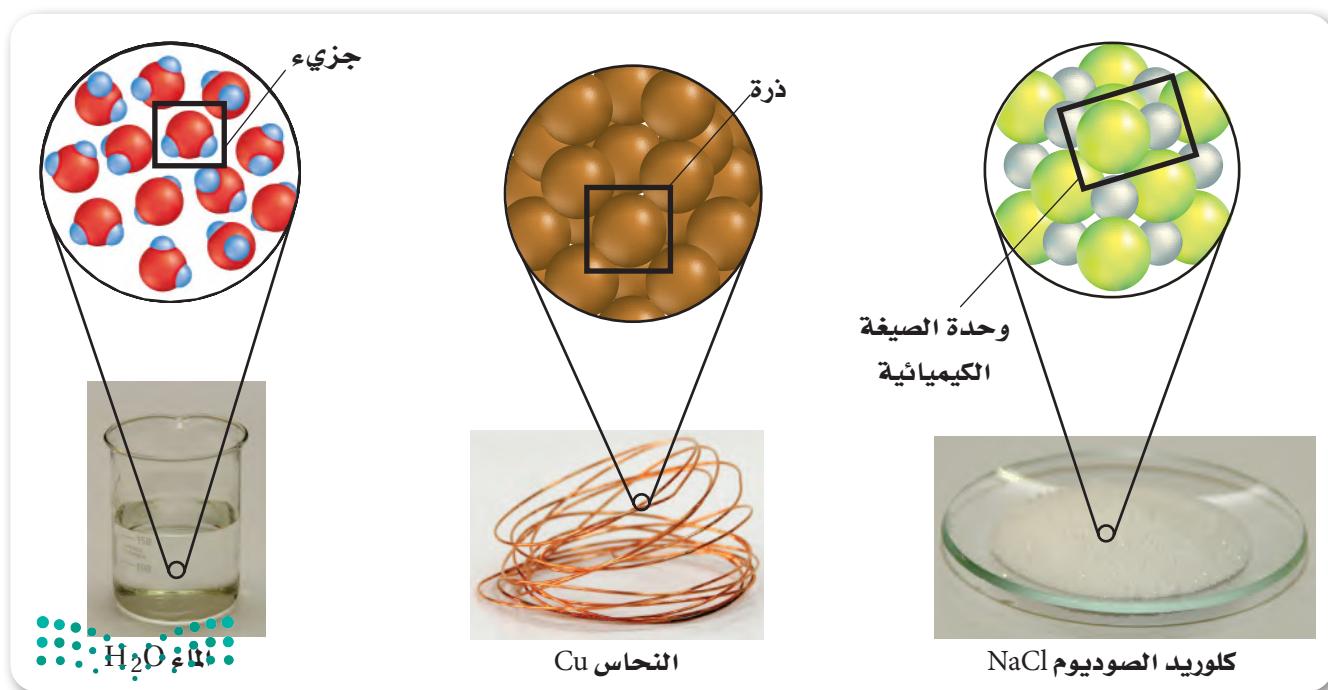
المول تُسمى وحدة النظام الدولي الأساسية المستخدمة لقياس كمية المادة **المول**. يُعرف المول بحسب النظام الدولي للوحدات بأنه عدد ذرات الكربون - 12 في عينة كتلتها 12 g من الكربون-12. وخلال سنوات عديدة من التجارب تم الاتفاق على أن المول الواحد من أي مادة يحتوي على 6.02×10^{23} من الجسيمات المماثلة - وحدات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

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

وُيسمى العدد 6.0221367×10^{23} **عدد أفوجادرو**، تكريّماً 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 صالحًا لعد المكونات المتناهية في الصغر، مثل الذرات. كما يمكننا أن نتصور أن عدد أفوجادرو لن يكون مناسِياً لقياس كمية من كرات اللعب الرجاجية؛ لأن عدد أفوجادرو من هذه الكرات سوف يغطي سطح الأرض إلى عمق يتراوح بين ستة كيلومترات. وكما هو موضح في الشكل 2-5، فإن استخدام المول مناسب لحساب كميات من المواد الكيميائية. وبين الشكل كميات مقدارها مول واحد من كل من الماء، والنحاس، والملح، ويكون كل منها من جسيمات مختلفة. فالجسيمات المماثلة 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 ممينة هي 6.02×10^{23} mol. أو 1 mol من الجسيمات المماثلة المكونة لكل مادة موضحة داخل المربع.



التحويل بين المولات والجسيمات

Converting Between Moles and Particles

افترض أنك اشتريت ثلاثة درازن ونصف الدرزن من الورد، وأردت أن تعرف كم وردة فيها. ينبغي أن تستخدم عامل تحويل يربط بين الدرزن وعدد الورد لحساب عدد الورد، انظر الشكل 3-5.

$$1 \text{ درزن} = 12 \text{ وردة}$$

بقسمة كل من طرفي العلاقة على الطرف الآخر يمكن كتابة عامل تحويل:

$$\frac{12 \text{ وردة}}{1 \text{ درزن}}, \quad \frac{1 \text{ درزن}}{12 \text{ وردة}}$$

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 خطاً؟

تحويل المولات إلى جسيمات (ذرات أو أيونات أو جزيئات) لحساب عدد جزيئات السكروز 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 عامل تحويل يربطان الجسيمات الممثلة بالمولات، هما:

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

ومن خلال استخدام عامل التحويل الصحيح يمكنك حساب عدد الجسيمات الممثلة في عدد من المولات.

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

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

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

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



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 لكتابه عامل تحويل.

المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.



مسائل تدريبية

1. يستخدم الخامصين 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 الفوتوغرافي. ما عدد وحدات الصيغة AgNO_3 في 3.25 mol من نترات الفضة AgNO_3 ؟
4. تحضير احسب عدد ذرات الأكسجين في 5.0 mol من جزيئات الأكسجين O_2 .

تحويل الجسيمات إلى مولات لحساب عدد المولات في عدد معين من الجسيمات

المماثلة، يمكنك استخدام مقلوب عدد أفوجادرو عاملًا للتحويل.

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



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

$$\text{عدد مولات السكرورز} = \frac{1 \text{ mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء سكرورز}} \times 2.11 \times 10^{24} \text{ جزيء سكرورز} = 3.5 \text{ mol}$$

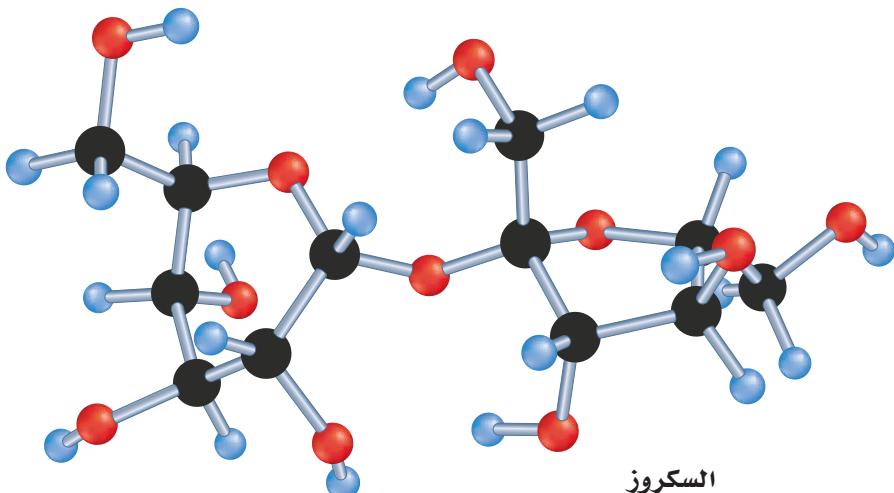
أي أن هناك 3.5 mol من السكرورز في 2.11×10^{24} جزيء منه.

ماذا قرأت؟ اكتب عامل التحويل اللذين يمكن الحصول عليهما من عدد أفوجادرو.

الشكل 4-5 الجسيمات المماثلة لسكرورز

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

تحليل استعن بنموذج جزيء السكرورز لكتابه صيغته الكيميائية.



تحويل الجسيمات إلى مولات يستخدم النحاس Cu في صناعة الأسلام الكهربائية. احسب عدد مولات النحاس التي تحتوي على 4.5×10^{24} ذرة منه.

1 تحليل المسألة

لديك عدد من ذرات النحاس، وعليك أن تحسب عدد المولات. لو قارنت 4.5×10^{24} ذرة من النحاس Cu مع 6.02×10^{23} ، وهو عدد الذرات في المول، يمكنك أن تتوقع أن الإجابة يجب أن تكون أقل من 10 mol.

المطلوب

المعطيات

$$\text{عدد ذرات النحاس} = \text{Cu} \quad \text{عدد مولات} ?$$

$$1\text{mol من النحاس} = \text{Cu} \quad 6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من النحاس}$$

2 حساب المطلوب

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

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

$$\frac{1 \text{ mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من النحاس}} = \frac{4.50 \times 10^{24}}{4.50 \times 10^{24} \text{ ذرة من النحاس}} \quad \text{عوض واضرب الأرقام والوحدات واقسمها}$$

$$= 7.48 \text{ mol}$$

3 تقويم الإجابة

عدد ذرات النحاس وعدد أفو جادرو كلاهما يشتمل على ثلاثة أرقام معنوية. الإجابة مكتوبة بشكل صحيح وهي أقل من 10 mol، كما هو متوقع، كما أن وحداتها صحيحة.

مسائل تدريبية

5. ما عدد المولات في كل من:

a. 5.75×10^{24} ذرة من الألومنيوم Al.

b. 2.50×10^{20} ذرة من الحديد Fe.

6. تحفيز احسب عدد المولات في كل من:

a. 3.75×10^{24} جزيء من ثاني أكسيد الكربون CO₂.

b. 3.58×10^{23} جزيء من كلوريد الخارصين II ZnCl₂.



النحوين 5-1 التقويم

الخلاصة

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

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

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

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

7. الفكرة ▶ الرئيسية فسر لماذا يستخدم الكيميائيون المول؟

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

9. اكتب عوامل التحويل المستخدمة للتحويل بين الجسيمات والمولات.

10. فسر وجه الشبه بين المول والدرزن.

11. طبق كيف يحسب الكيميائي عدد الجسيمات في عدد معين من مولات المادة؟

12. احسب عدد الجسيمات الممثلة (ذرات أو جزيئات أو أيونات أو وحدات صيغة) في كل من المواد الآتية:

a. 11.5 mol من الفضة Ag.

b. 18.0 mol من الماء H₂O.

c. 0.15 mol من كلوريد الصوديوم NaCl.

d. 1.35×10^{-2} mol من الميثان CH₄.

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

Zn 1.25×10^{25} ذرة من الخارصين

Fe 3.56 mol من الحديد

C₆H₁₂O₆ 6.78×10^{22} جزيء من الجلوكوز



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

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 تكون المول.

The Mass of a Mole كتلة المول

لن تتوقع أن كتلة درزن من الليمون تساوي كتلة درزن من البيض؛ لأن البيض والليمون مختلفان في الحجم والتركيب، فمن غير المفاجئ إذن أن تكون لهما كتل مختلفة، كما هو موضح في الشكل 5-5. لذلك فإن كميتين مقدار كل منها مول واحد من مادتين مختلفتين لها كتلتان مختلفتان؛ لأن لكلّ منها تركيباً مختلفاً. فلو وضعتم مولاً واحداً من الكربون مثلاً، ومولاً واحداً من النحاس في ميزانين فسترى فرقاً في الكتلة، كالذى تراه في كتل البيض، والليمون. وهذا يحدث لأن كتلة ذرات الكربون تختلف عن كتلة ذرات النحاس، ولذلك فإن كتلة $10^{23} \times 6.02$ ذرة من الكربون لا تساوي كتلة $10^{23} \times 6.02$ ذرة من النحاس.



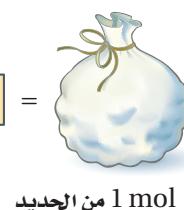
الشكل 5-5 كتلة درزن من الليمون تساوي ضعف كتلة درزن من البيض تقريباً. وبعد الفرق بين الكتلتين منطقياً؛ لأن الليمون مختلف عن البيض في تركيبه وحجمه.



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

طبق ما كتلة مول من النحاس؟

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



الكتلة المولية كيف ترتبط كتلة ذرة واحدة بكتلة مول واحد من تلك الذرة؟ تذكر أن المول يعرف على أنه عدد ذرات الكربون-12 في 12 g منه. ومن ثم فكتلة 1 mol من ذرات الكربون-12 هي 12 g. سواءً كنت مهتماً بذرّة واحدة أو بعدد أفوجادرو من الذرات (1 mol) فإن كتل جميع الذرات تم تعينها بالنسبة إلى كتلة ذرة الكربون-12. وتسمى الكتلة بالجرامات مول واحد من أي مادة نقيّة **الكتلة المولية**.

الكتلة المولية لأي عنصر تساوي عددياً كتلته 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 عددت 6.02×10^{23} ذرة منه. **الشكل 6-5** يوضح العلاقة بين الكتلة المولية ومول واحد من العنصر.

مختبر حل المشكلات

صياغة نموذج



الميليوم-4 الهيدروجين-1

2. ارسم الكربون-12 يحتوي على ستة بروتونات وستة نيوترونات. ارسم نواة الكربون-12، واحسب كتلة الذرة الواحدة بوحدتي g و amu.

3. طبق ما عدد ذرات الهيدروجين-1 في عينة كتلتها 1.007 g؟ تذكر أن 1.007 amu هي كتلة ذرة واحدة من الهيدروجين-1. قرّب إجابتك إلى أقرب جزء من مائة.

4. طبق لو كانت لديك عينة من الميليوم 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؟



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

التفكير الناقد

1. طبق ما كتلة ذرة الميليوم الواحدة بالجرامات؟ (كتلة النيوترون متساوية تقريباً لكتلة البروتون).

استخدام الكتلة المولية Using Molar Mass

تحويل المولات إلى كتلة افترض أنه خلال عملك في مختبر الكيمياء احتجت إلى 3.00 mol من النحاس Cu لتفاعل كيميائي، فكيف تقيس هذه الكمية؟ يمكن تحويل عدد مولات النحاس إلى كتلة تفاص بالميزان. وحساب كتلة عدد معين من المولات أضرب عدد المولات في الكتلة المولية:

$$\text{الكتلة بالجرامات (g)} = \frac{\text{الكتلة المولية (g)}}{1 \text{ mol}} \times \text{عدد المولات (mol)}$$

إذا نظرت إلى الجدول الدوري للعناصر فستجد أن Cu-29 له كتلة ذرية مقدارها 63.54 amu، وأنت تعلم أن الكتلة المولية للعنصر (g/mol) تساوي الكتلة الذرية (معبراً عنها بوحدة amu)، لذلك فكتلة النحاس المولية هي 63.546 g/mol، وباستخدامها يمكنك تحويل 3.00 mol نحاس إلى جرامات نحاس.

$$3.00 \text{ mol Cu} \times \frac{63.546 \text{ g Cu}}{1 \text{ mol Cu}} = 191 \text{ g Cu}$$

لذا، كما هو موضح في الشكل 7-5، يمكنك قياس 3.00 mol من النحاس اللازمة لتفاعل باستخدام ميزان لتعيين 191 g من النحاس، والتحويل العكسي (من الكتلة إلى المولات) يتضمن استخدام مقلوب الكتلة المولية بوصفه عامل تحويل. فهل بإمكانك تفسير السبب؟

المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.



الشكل 7-5 لقياس 3.00 mol من النحاس، ضع ورقة وزن على الميزان، وصفره، ثم ضع 191 g من النحاس.



الربط مع علم الأحياء يكتشف علماء الخلية بروتينات حيوية جديدة باستمرار، حيث تشكل التقنيات الحيوية مستقبل الرعاية الصحية. ويهتم مشروع "نيوم NEOM" بشكل خاص بالتقنيات الحيوية لأنها السبيل إلى مستقبل الرعاية الصحية والرفاهية المستقبلية. ورؤيه مشروع "نيوم NEOM" أن يكون مقصدًا 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 تساعده على الكشف عن التركيب الكيميائي للمركب.

* المصدر: كتيب مشروع نيوم NEOM؛ ص: 10.

مثال 2-5

التحويل من المول إلى الكتلة الكروم Cr عنصر انتقالى، يستخدم في طلاء الحديد والفلزات لحمايتها من التآكل. احسب كتلة mol 0.0450 من الكروم.

١ 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

$$\text{كتلة Cr} = ?$$

المعطيات

$$\text{عدد المولات} = 0.0450 \text{ mol}$$

$$\text{الكتلة المولية للكروم} = 52.00 \text{ g/mol}$$

٢ حساب المطلوب

استخدم عامل التحويل (الكتلة المولية) الذي يربط جرامات الكروم بمولاته، ثم عوض بالقيم المعلومة في المعادلة وحلها.

$$\frac{\text{الكتلة المولية للكروم (g)}}{\text{كتلة الكروم (g)}} = \frac{\text{مولات الكروم (mol)}}{1 \text{ mol من الكروم}}$$

$$= 0.0450 \cancel{\text{mol Cr}} \times \frac{52.00 \text{ g Cr}}{1 \cancel{\text{mol Cr}}}$$

$$= 2.34 \text{ g Cr}$$

طبق عامل التحويل
وضع بالمعطيات وأوجد الحل

٣ تقويم الإجابة

الإجابة أقل من 0.1 كمّا هو متوقع، والوحدة صحيحة، وهي (g).

مسائل تدريبية

14. احسب الكتلة بالجرامات لكل ما يأتي:

a. 3.57 mol من الألومنيوم Al.

b. 42.6 mol من السليكون Si.

15. تحضير احسب الكتلة بالجرامات لكل ما يأتي:

a. $3.54 \times 10^2 \text{ mol}$ من الكوبالت Co.

b. $2.45 \times 10^{-2} \text{ mol}$ من الخارصين Zn.



التحويل من الكتلة إلى المول الكالسيوم Ca من أكثر العناصر توافرًا في الأرض، ويوجد دائمًا متحللاً مع عناصر أخرى بسبب نشاطه العالي. ما عدد مولات الكالسيوم في 525 g منه؟

١ تحليل المسألة

عليك أن تحول كتلة الكالسيوم إلى مولات الكالسيوم؛ فكتلة الكالسيوم هنا أكبر من الكتلة المولية أكثر من عشر مرات، لذلك يجب أن تكون الإجابة أكبر من 10 mol.

المطلوب

عدد مولات Ca = ?

المعطيات

الكتلة = 525 g Ca

الكتلة المولية لـ Ca = 40.08 g/mol

٢ حساب المطلوب

استخدم عامل التحويل (مقلوب الكتلة المولية) الذي يربط مولات الكالسيوم بجراماته، وعوض القيم المعلومة، وحل:

$$\text{مولات الكالسيوم (mol)} = \frac{\text{كتلة الكالسيوم (g)}}{\text{الكتلة المولية للكالسيوم (g)}} \quad \text{طبق عامل التحويل}$$

$$= \frac{525 \text{ g Ca}}{40.08 \text{ g Ca}} \times \frac{\text{mol 1 Ca}}{\text{mol 1 Ca}} = 13.1 \text{ mol Ca} \quad \text{عوض بالمعطيات وأوجد الحل}$$

٣ تقويم الجواب

الإجابة أكبر من 10 mol كما هو متوقع، والوحدة صحيحة، وهي mol.

مسائل تدريبية

16. احسب عدد المولات في كلٌّ مما يأتي:

a. 25.5 g من الفضة Ag

b. 300.0 g من الكبريت S

17. تحفيز حَوْلَ كُلَّاً من الكتل الآتية إلى مولات:

a. 1.25×10^3 g من الخارصين Zn

b. 1.00 Kg من الحديد Fe



التحويل بين الكتلة والذرات إنك لا تستطيع أن تقوم بتحويل مباشر من كتلة المادة إلى عدد الجسيمات المكونة لها؛ إذ لا بد أن تحول الكتلة إلى عدد المولات في البداية، وهذه العملية المكونة من خطوتين موضحة في المثال 4-5.

مثال 4-5

التحويل من الكتلة إلى الذرات الذهب Au هو أحد فلزات العملة (الذهب، الفضة، النحاس). ما عدد ذرات الذهب في عملة ذهبية كتلتها 31.1 g؟

1 تحليل المسألة

عليك أن تحسب عدد الذرات في كتلة معينة من الذهب. ولأنك لا تستطيع التحويل مباشرة من الكتلة إلى عدد الذرات، فعليك أولاً أن تحول الكتلة إلى مولات باستخدام الكتلة المولية، ثم تحول المولات إلى عدد الذرات باستخدام عدد أفوجادرو. ولأن كتلة الذهب المعطاة هي سدس الكتلة المولية للذهب (196.97 g/mol). لذا فعدد ذرات الذهب يجب أن يكون سدس عدد أفوجادرو تقريباً.

المطلوب

عدد ذرات Au = ?

المعطيات

الكتلة = 31.1 g Au

الكتلة المولية = 196.97 g/mol

2 حساب المطلوب

استخدم عامل التحويل (مقلوب الكتلة المولية) الذي يربط مولات الذهب بجراماته.

$$\text{عدد مولات الذهب (mol)} = \frac{\text{كتلة الذهب (Au)}}{\text{الكتلة المولية للذهب (g)}} \times \frac{1 \text{ mol}}{1 \text{ من الذهب}}$$

طبق عامل التحويل

$$31.1 \cancel{\text{g Au}} \times \frac{1 \text{ mol Au}}{196.97 \cancel{\text{g Au}}} = 0.158 \text{ mol Au}$$

بعض بالمعطيات، واحسب عدد المولات

لتحويل المولات إلى عدد ذرات، اضرب في عدد أفوجادرو

$$\text{عدد ذرات الذهب} = \frac{\text{عدد مولات الذهب (mol)}}{\text{1 mol من الذهب}} \times 6.02 \times 10^{23}$$

طبق عامل التحويل

$$= 0.158 \cancel{\text{mol Au}} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من الذهب}}{1 \cancel{\text{mol Au}}}$$

بعض بالمعطيات، وأوجد الحل

$$= 9.51 \times 10^{22} \text{ ذرة من الذهب}$$

3 تقويم الإجابة



الإجابة تساوي سدس عدد أفوجادرو تقريباً، كما هو متوقع. والوحدة صحيحة، وهي ذرة (atom)

مثال 5-5

تحويل الذرات إلى كتلة الهيليوم He غاز نبيل، فإذا احتوى باللون على 5.50×10^{22} ذرة من الهيليوم، فاحسب كتلة الهيليوم فيه.

1 تحليل المسألة

عدد ذرات الهيليوم معلومة لديك، وعليك إيجاد كتلة الغاز. حول أولاً عدد الذرات إلى مولات، ثم حول المولات إلى جرامات.

المطلوب

كتلة He = ?

عدد ذرات الهيليوم $= He \times 5.50 \times 10^{22}$

الكتلة المولية للهيليوم $= 4.00 \text{ g/mol}$

المعطيات

2 حساب المطلوب

استخدم عامل التحويل (مقلوب عدد أفراد ذرة) الذي يربط المولات بعدد الذرات

$$\frac{1 \text{ mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من الهيليوم}} \times \frac{\text{عدد ذرات الهيليوم (mol)}}{\text{عدد مولات الهيليوم}} = \frac{\text{كتلة الهيليوم (g)}}{\text{طبقة عامل التحويل}}$$

$$\frac{1 \text{ mol He}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من He}} \times 5.50 \times 10^{22} \text{ ذرة من He} = 5.50 \times 10^{22} \text{ atoms He}$$

اضرب واقسم الأرقام والوحدات

لتحويل عدد المولات إلى كتلة، اضرب في الكتلة المولية

$$\frac{\text{كتلة المولية للهيليوم (g)}}{1 \text{ mol He}} \times \frac{\text{كتلة الهيليوم بالجرامات (g)}}{\text{عدد مولات الهيليوم (mol)}} = \frac{4.00 \text{ g He}}{1 \text{ mol He}} = 0.366 \text{ g He}$$

طبقة عامل التحويل

عوض عدد مولات He = 0.0914 mol الكتلة المولية للهيليوم = 4.00 g/mol، وأوجد الحل

3 تقويم الإجابة

عبر عن الجواب بالوحدة الصحيحة (g).

مسائل تدريبية

18. ما عدد الذرات في 11.5 g من الزئبق Hg؟

19. ما كتلة 1.50×10^{15} ذرة من النيتروجين N؟

20. تحفيظ احسب عدد الذرات في كل مما يأتي:

a. 4.56 $\times 10^3$ g من السليكون Si.

b. 0.120 kg من التيتانيوم Ti.





الشكل 8-5 بعد المول أساس التحويل بين الكتلة والجسيمات الممثلة (الذرات، الأيونات، الجزيئات، وحدات الصيغة). في الشكل تمثل الكتلة في الميزان والمولات في حقيقة تحتوي على الجسيمات الممثلة، والجسيمات الممثلة تنتشر من الحقيقة. تحتاج إلى خطوتين للتحويل من الكتلة إلى الجسيمات أو العكس.

الآن بعد أن أجريت تحويلات بين الكتلة، والمولات، والجسيمات، أنت تدرك أن المول أساس الحسابات. فالكتلة دائمًا تحول إلى مولات قبل تحويلها إلى ذرات، والذرات تحول إلى مولات قبل أن تحسب كتلتها.

الشكل 8-5 يبين خطوات التحويل. في الأمثلة الحسابية التي مرت بك، استعملت خطوتين في التحويل، 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.

$$= 1.00 \text{ g O}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{31.998 \text{ g O}_2} \times \frac{6.02 \times 10^{23}}{1 \text{ mol O}_2}$$

$$= 1.88 \times 10^{22} \text{ جزيء}$$

التقويم 5-2

- الفكرة الرئيسية** لخص الفرق بين كميات مول واحد من مادتين مختلفتين أحديتي الذرات من حيث الجسيمات والكتلة؟
21. اذكر معامل التحويل اللازم للتحويل بين الكتلة والمولات لذرة الفلور.
 22. اشرح كيف تربط الكتلة المولية كتلة الذرة بكتلة مول واحد من الذرات.
 23. صف الخطوات الالازمة لتحويل كتلة عنصر ما إلى ذراته.
 24. احسب كتلة 0.25 mol من ذرات الكربون-12.
 25. رتب الكميات الآتية من الأصغر إلى الأكبر بحسب الكتلة:
 - 26. 20 g Ne
 - 27. 3.0 × 10²⁴ ذرة من Ar
 - 28. 1.0 mol Kr

الخلاصة

- تسمى الكتلة بالجرامات مول واحد من أي مادة نقية الكتلة المولية.
- الكتلة المولية لأي عنصر تساوي عدديًّا كتلته الذرية.
- الكتلة المولية لأي مادة هي كتلة عدد أفراده من الجسيمات المكونة لهذه المادة.
- تستخدم الكتلة المولية للتحويل من المولات إلى كتلة، ويستخدم مقلوب الكتلة المولية للتحويل من الكتلة إلى مولات.

الأهداف

- تتعرف العلاقات التي تربط المول بالصيغة الكيميائية.
- تحسب الكتلة المولية لمركب.
- تطبق عوامل التحويل لتحديد عدد الذرات أو الأيونات في كتلة معروفة من مركب.

الصيغة الكيميائية والمول

Chemical Formulas and the Mole

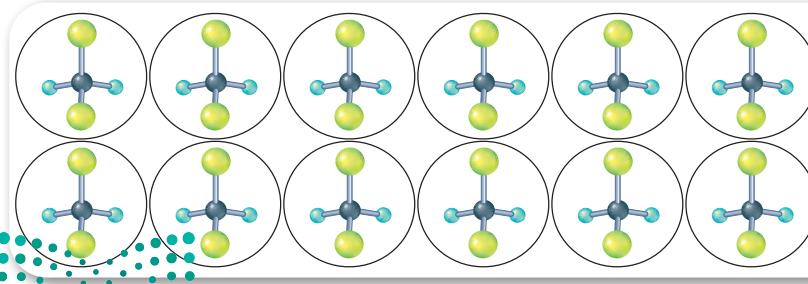
تعلمت أن الأنواع المختلفة من الجسيمات تُعد باستعمال المول، وكذلك تعلمت أن الكتلة المولية تستعمل للتحويل بين المولات والكتلة، وعدد الجسيمات للعنصر. ولتقوم بتحويلات مشابهة للمركبات والأيونات تحتاج إلى معرفة الكتلة المولية لها.

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 C: Cl: F = 1: 2: 2.

والآن، افترض أن لديك مولاً واحداً من CCl_2F_2 ، وهذا يعني أنه يحتوي على عدد أفوجادرو من الجزيئات. وستبقى النسبة 1: 2: 2 بين ذرات C: Cl: F في مولٍ من المركب كما هي في جزيء واحد منه. ويوضح الشكل 9-5 درزاً من جزيئات CCl_2F_2 ؛ إذ تحتوي على درزان 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 9-5 يوضح درزاً من جزيئات CCl_2F_2 تحتوي على درزان 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 ؟

قد تحتاج في بعض الحسابات الكيميائية إلى التحويل بين مولات المركب و摩لات إحدى الذرات المكونة له. فالنسبة أو عوامل التحويل الآتية يمكن كتابتها لاستعمالها في الحسابات بجزء CCl_2F_2 .

$$\frac{2 \text{ mol F}}{1 \text{ mol } \text{CCl}_2\text{F}_2} \quad \frac{2 \text{ mol Cl}}{1 \text{ mol } \text{CCl}_2\text{F}_2} \quad \frac{1 \text{ mol C}}{1 \text{ mol } \text{CCl}_2\text{F}_2}$$

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 و摩لات الفريون.

$$\begin{aligned} \text{عدد مولات F} &= \text{عدد مولات } \text{CCl}_2\text{F}_2 \times \frac{2 \text{ mol F}}{1 \text{ mol } \text{CCl}_2\text{F}_2} \\ 5.50 \text{ mol } \text{CCl}_2\text{F}_2 &\times \frac{2 \text{ mol F}}{1 \text{ mol } \text{CCl}_2\text{F}_2} = 11.0 \text{ mol F} \end{aligned}$$

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 6-5

علاقات المول المرتبطة بالصيغة الكيميائية أكسيد الألومنيوم (Al_2O_3) الذي يسمى غالباً ألومنيا، هو المادة الخام الأساسية لإنتاج الألومنيوم (Al). توجد الألومنيا في معدن الكورنديوم والبوكسايت. احسب عدد مولات أيونات الألومنيوم (Al^{3+}) في 1.25 mol من أكسيد الألومنيوم Al_2O_3 .

١ 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+} و摩لات 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 $\text{Al}_2\text{O}_3 = 1.25 \text{ mol}$

٢ حساب المطلوب

استعمل العلاقة $1 \text{ mol Al}_2\text{O}_3$ يحتوي على 2 mol Al^{3+} لكتابه عامل التحويل.

$$\frac{2 \text{ mol Al}^{3+}}{1 \text{ mol Al}_2\text{O}_3} \quad \text{Al}_2\text{O}_3 \text{ بمولات } \text{Al}^{3+} \text{ يرتبط بـ}$$

لتحويل عدد مولات Al_2O_3 المعروفة إلى مولات أيونات Al^{3+} اضرب في عامل التحويل.

$$\text{mol Al}_2\text{O}_3 \times \frac{2 \text{ mol Al}^{3+}}{1 \text{ mol Al}_2\text{O}_3} = \text{mol Al}^{3+} \quad \text{طبق عامل التحويل}$$

$$1.25 \cancel{\text{mol Al}_2\text{O}_3} \times \frac{2 \text{ mol Al}^{3+}}{\cancel{1 \text{ mol Al}_2\text{O}_3}} = 2.5 \text{ mol Al}^{3+} \quad \text{عوض مستعيناً بالمعطيات، وأوجد الحل}$$

٣ تقويم الإجابة

عدد مولات أيونات Al^{3+} ضعف عدد مولات Al_2O_3 ، كما هو متوقع.



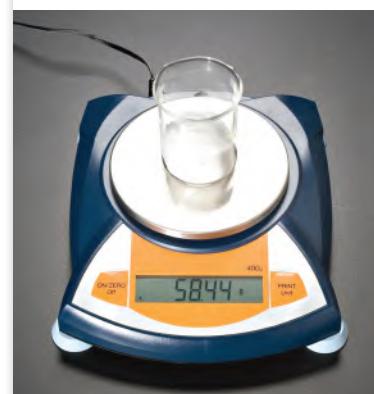
مسائل تدريبية

29. يستعمل كلوريد الخارصين $ZnCl_2$ بوصفه سبيكة لحام لربط فلزين معًا، احسب عدد مولات أيونات Cl^- في 2.50 mol من $ZnCl_2$.
30. تعتمد النباتات والحيوانات على سكر الجلوکوز $C_6H_{12}O_6$ بوصفه مصدرًا للطاقة. احسب عدد مولات كل عنصر في 1.25 mol من الجلوکوز.
31. احسب عدد مولات أيونات الكبريتات الموجودة في 3.00 mol من $Fe_2(SO_4)_3$.
32. ما عدد مولات ذرات الأكسجين الموجودة في 5.00 mol من P_2O_5 ؟
33. تحفيز احسب عدد مولات ذرات الهيدروجين في $1.15 \times 10^1\text{ mol}$ من الماء.

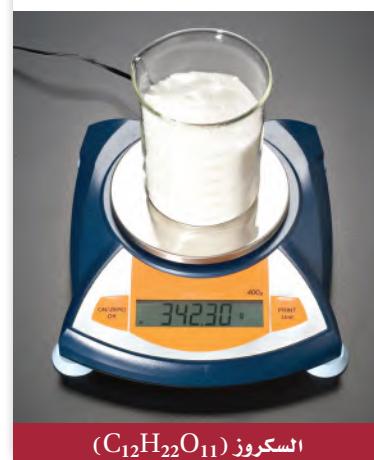
الشكل 10-5 لأن كل مادة تحتوي على أعداد وأنواع مختلفة من الذرات، فإن كتلها المولية مختلفة. فالكتلة المولية لكل مركب هي حاصل مجموع كتل جميع العناصر المكونة له.



كرومات البوتاسيوم (K_2CrO_4)



كلوريد الصوديوم (NaCl)



السكروز ($C_{12}H_{22}O_{11}$)

مسائل تدريبية

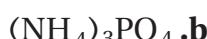
34. احسب الكتلة المولية لكل مركب أيوني من المركبات الآتية:



35. احسب الكتلة المولية لكل مركب تساهي من المركبات الآتية:



36. تحفيز صنف كلاً من المركبات الآتية بوصفه مركبًا جزئياً أو أيونياً، ثم احسب



كتلته المولية:



تحويل مولات المركب إلى كتلة

Converting Moles of a Compound to Mass

إذا أردت إيجاد عدد مولات مركب لعمل تجربة ما، فعليك أولاً أن تحسب الكتلة المطلوبة بالجرامات من خلال عدد المولات، ثم يمكنك قياس هذه الكتلة بالميزان. ففي المثال 2-5 تعلمت كيفية تحويل عدد مولات العناصر إلى كتلة باستعمال الكتلة المولية بوصفها عامل تحويل. وستعمل الطريقة نفسها مع المركبات، إلا أنه يتبع عليك حساب الكتلة المولية للمركب.

مثال 7-5

التحويل من مول إلى كتلة في المركبات تعود الرائحة المميزة للثوم إلى وجود المركب $(C_3H_5)_2S$. فما كتلة 2.50 mol من $(C_3H_5)_2S$ ؟

تحليل المسألة 1

لقد أعطيت عدد مولات $S(C_3H_5)_2$ ، 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 $2.50\text{ mol} = (C_3H_5)_2S$

حساب المطلوب 2

احسب الكتلة المولية لـ $(C_3H_5)_2S$.

$$1 \cancel{\text{mol S}} \times \frac{32.07 \text{ g S}}{1 \cancel{\text{mol S}}} = 32.07 \text{ g S}$$

اضرب مولات S في الكتلة المولية لـ S

$$6 \cancel{\text{mol C}} \times \frac{12.01 \text{ g C}}{1 \cancel{\text{mol C}}} = 72.06 \text{ g C}$$

اضرب مولات C في الكتلة المولية لـ C

$$10 \cancel{\text{mol H}} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{1 \cancel{\text{mol H}}} = 10.08 \text{ g H}$$

اضرب مولات H في الكتلة المولية لـ H

$$= 32.07 \text{ g} + 72.06 \text{ g} + 10.08 \text{ g} = 114.21 \text{ g/mol } (C_3H_5)_2S$$

حاصل جمع الكتل

استعمل عامل التحويل (الكتلة المولية) الذي يربط الجرامات بالمولات.

$$\frac{\text{الكتلة المولية}}{1 \text{ mol}} \times \frac{\text{كتلة}}{(C_3H_5)_2S} = \frac{\text{عدد مولات}}{(C_3H_5)_2S}$$

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

مسائل تدريبية

37. ما كتلة 3.25 mol من حمض الكبريتيك H_2SO_4 ؟

38. ما كتلة $4.35 \times 10^{-2}\text{ mol}$ من كلوريد الخارصين ZnCl_2 ؟

39. تحفيز اكتب الصيغة الكيميائية لبرمنجنات البوتاسيوم، ثم احسب كتلة 2.55 mol منه بالجرامات.



تحويل كتلة المركب إلى مولات

Converting the Mass of a Compound to Moles

إذا نتج عن إحدى التجارب التي أجريتها في المختبر 5.55 g من مركب ما، فما عدد المولات في هذه الكتلة؟
لتحديد ذلك افترض أنك حسبت الكتلة المولية للمركب ووجدتها 185.0 g/mol، وأن الكتلة المولية تربط الجرامات بالمولات، فإنك تحتاج في هذه الحالة إلى مقلوب الكتلة المولية بوصفه عامل تحويل.

$$\text{مثـال 8} \quad \frac{1 \text{ mol}}{185 \text{ g}} \times 5.50 \text{ g} = 0.0297 \text{ mol}$$

التحويل من الكتلة إلى مولات يستعمل مركب هيدروكسيد الكالسيوم $\text{Ca}(\text{OH})_2$ لإزالة ثاني أكسيد الكبريت من غازات العادم المنبعثة من محطات الطاقة، وفي معالجة عشر الماء لإزالة أيونات Ca^{2+} و Mg^{2+} . احسب عدد مولات هيدروكسيد الكالسيوم في 325 g منه.

١ تحليل المسألة

لديك 325 g من $\text{Ca}(\text{OH})_2$ والمطلوب إيجاد عدد مولات $\text{Ca}(\text{OH})_2$. احسب أولاً الكتلة المولية لـ $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

المطلوب

الكتلة المولية $\text{Ca}(\text{OH})_2$

عدد المولات $\text{Ca}(\text{OH})_2$

المعطيات

325 g = $\text{Ca}(\text{OH})_2$

٢ حساب المطلوب

احسب الكتلة المولية للمركب $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

اضرب مولات Ca في الكتلة المولية لـ Ca

$$1 \text{ mol Ca} \times \frac{40.08 \text{ g Ca}}{1 \text{ mol Ca}} = 40.08 \text{ g}$$

اضرب مولات O في الكتلة المولية لـ O

$$2 \text{ mol O} \times \frac{16.0 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}} = 32.0 \text{ g}$$

اضرب مولات H في الكتلة المولية لـ H

$$2 \text{ mol H} \times \frac{1.00 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} = 2.016 \text{ g}$$

حاصل جمع الكتل

$$= 40.08 \text{ g} + 32.00 \text{ g} + 2.016 \text{ g} = 74.10 \text{ g/mol Ca}(\text{OH})_2$$

استعمل عامل التحويل (مقلوب الكتلة المولية) الذي يربط المولات بالجرامات.

$$= 325 \text{ g Ca}(\text{OH})_2 \times \frac{1 \text{ mol Ca}(\text{OH})_2}{74.10 \text{ g Ca}(\text{OH})_2} = 4.39 \text{ mol Ca}(\text{OH})_2$$

عوض مستعيناً بالمعطيات، وحل

٣ تقويم الإجابة

للتحقق من صحة الإجابة، قرب الكتلة المولية لـ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ إلى 75 g/mol Ca إلى $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ، وكذلك الكتلة المعطاة من $\text{Ca}(\text{OH})_2$ إلى 300 g. وأن العدد 300 أربعـة أضعاف العدد 75، لذا فالإجابة مقبولة. كما أن الوحدة صحيحة، وهي المول.

مسائل تدريبية

40. احسب عدد المولات لكل من المركبات الآتية:

a. 22.6 g من نترات الفضة AgNO_3 .b. 6.5 g من كبريتات الخارصين ZnSO_4

41. تحضير صنف كلـاً من المركبين الآتـين إلى أيـوني أو جـزيـئـي، ثم حـولـ الكـتلـ المـعـطـاةـ إلىـ مـوـلاتـ:

a. 2.50 Kg من أكسـيدـ الـحـدـيدـ III .b. 25.4 mg من كلـورـيدـ الرـصـاصـ IV .c. Fe_2O_3

تحويل كتلة مركب إلى عدد جسيمات

Converting the Mass of a Compound to Number of Particles

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

تعرفت كيفية إيجاد عدد المولات في كتلة معينة من المركب. الآن سوف تتعلم كيفية حساب عدد الجسيمات المماثلة - الجزيئات أو الأيونات أو الذرات أو وحدات الصيغة الكيميائية - الموجودة في كتلة معينة.

تذكر أنه لا يمكن التحويل مباشرةً من كتلة المادة إلى عدد الجسيمات المكونة لها؛ إذ لا بد أن تحول الكتلة المعطاة إلى عدد المولات في البداية، وذلك بالضرب في مقلوب الكتلة المولية. ويمكنك بعد ذلك تحويل عدد المولات إلى عدد جسيمات بالضرب في عدد أفوجادرو. ولتحديد عدد الذرات أو الأيونات في المركب سوف تحتاج إلى عوامل تحويل تعطي نسبة أعداد الذرات أو الأيونات في المركب إلى مول واحد منه، وهي تعتمد على الصيغة الكيميائية. والمثال 9-5 يبين كيفية حل هذا النوع من المسائل.

مثال 9-5

التحويل من كتلة إلى مولات ثم إلى جسيمات يستعمل كلوريد الألومنيوم AlCl_3 لتكرير البترول وصناعة المطاط والشحوم.

إذا كان لديك عينة من كلوريد الألومنيوم كتلتها 35.6 g فأوجد:

- عدد أيونات الألومنيوم الموجودة فيها.
- عدد أيونات الكلور الموجودة فيها.
- الكتلة بالجرامات لوحدة صيغة واحدة من كلوريد الألومنيوم.

تحليل المسألة 1

لديك 35.6 g من AlCl_3 وعليك أن تحسب عدد أيونات كل من Al^{3+} و Cl^- وكتلة وحدة صيغة واحدة من AlCl_3 بالجرامات. 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.

المطلوب

$$\begin{aligned}\text{عدد أيونات } \text{Al}^{3+} &=? \\ \text{عدد أيونات } \text{Cl}^- &=? \\ \text{كتلة } \text{AlCl}_3 \text{ لكل وحدة صيغة } &=?\end{aligned}$$

المعطيات

$$35.6 \text{ g} = \text{AlCl}_3$$

حساب المطلوب 2

احسب الكتلة المولية للمركب AlCl_3 .

اضرب عدد مولات Al في كتلته المولية

اضرب عدد مولات Cl في كتلته المولية.

حاصل جمع الكتل

استعمل عامل التحويل (مقلوب الكتلة المولية) الذي يربط المولات بالجرامات.

$$1 \text{ mol Al} \times \frac{26.98 \text{ g Al}}{1 \text{ mol Al}} = 26.98 \text{ g Al}$$

$$3 \text{ mol Cl} \times \frac{35.45 \text{ g Cl}}{1 \text{ mol Cl}} = 106.35 \text{ g Cl}$$

$$26.98 \text{ g} + 106.35 \text{ g} = 133.33 \text{ g/mol AlCl}_3$$



طبق عامل التحويل

$$\text{مولات } \text{AlCl}_3 = \frac{1 \text{ mol AlCl}_3}{\text{الكتلة المولية لـ AlCl}_3} \times \text{كتلة AlCl}_3$$
$$35.6 \text{ g AlCl}_3 \times \frac{1 \text{ mol AlCl}_3}{133.33 \text{ g AlCl}_3} = 0.267 \text{ mol AlCl}_3$$
$$= 0.276 \text{ mol AlCl}_3 \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ وحدة صيغة}}{1 \text{ mol AlCl}_3}$$
$$= 1.61 \times 10^{23} \text{ وحدة صيغة}$$
$$= \text{AlCl}_3 \times 1.61 \times 10^{23} \times \frac{1 \text{ Al}^{3+}}{1 \text{ وحدة صيغة}}$$
$$= 1.61 \times 10^{23} \text{ Al}^{3+}$$
$$= 1.61 \times 10^{23} \times \frac{3 \text{ Cl}^-}{\text{AlCl}_3} = 4.83 \times 10^{23} \text{ Cl}^-$$
$$\text{AlCl}_3$$
$$= 4.83 \times 10^{23} \text{ Cl}^-$$

عوض كتلة AlCl_3 ، ومقلوب الكتلة
المولية، واحسب عدد المولات.
اضرب الأعداد والوحدات واقسمها.

اضرب الأعداد والوحدات واقسمها.

احسب كتلة AlCl_3 باستعمال مقلوب عدد أفو جادرو

$$= \frac{133.33 \text{ g AlCl}_3}{1 \text{ mol}} \times \frac{1 \text{ mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ وحدة صيغة}}$$
$$= \text{Al}^{3+} \times 2.21 \times 10^{-22} \text{ g}$$

عوض g AlCl_3 من 133.33 g ، ثم حل.

3 تقويم الإجابة

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.

مسائل تدريبية

42. يستعمل الإيثanol $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ مصدرًا للوقود، ويخلط أحياناً مع الجازولين. إذا كان لديك عينة من الإيثanol كتلتها 45.6 g فأوجد:
a. عدد ذرات الكربون الموجودة فيها.
b. عدد ذرات الأكسجين الموجودة فيها.
c. عدد ذرات الهيدروجين الموجودة فيها.

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.

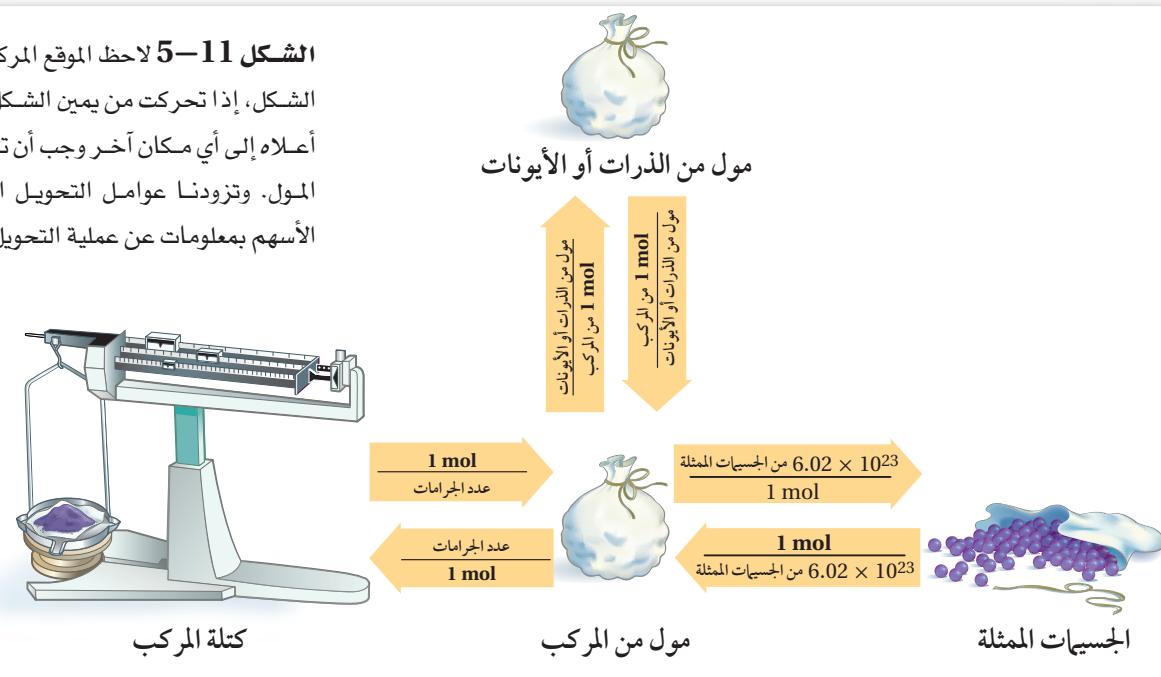
45. ما كتلة كلوريد الصوديوم NaCl التي تحتوي على 4.59×10^{24} وحدة صيغة؟
46. تحفيز عينة من كروماتات الفضة كتلتها 25.8 g :

- a.** اكتب صيغة كروماتات الفضة.
b. ما عدد الأيونات السالبة فيها؟

- c.** ما عدد الأيونات الموجبة فيها؟

- d.** ما مقدار الكتلة بالجرامات لوحدة صيغة واحدة منها؟

الشكل 11-5 لاحظ الموقع المركزي للمول في الشكل، إذا تحركت من يمين الشكل أو يساره أو أعلاه إلى أي مكان آخر يجب أن تمر من خلال المول. وتزودنا عوامل التحويل المكتوبة على الأسهم بمعلومات عن عملية التحويل.



يتضمن الشكل 11-5 ملخصاً للتحويل بين الكتلة والمولات وعدد الجسيمات. لاحظ أن الكتلة المولية ومقلوبها هما عامل التحويل بين الكتلة وعدد المولات، وأن عدد أفراد جدار و مقلوبه هما عامل التحويل 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 المتوجهة إلى أعلى وإلى أسفل في الشكل 11-5، وهذه النسب تشقق من الصيغة الكيميائية.

النسبة المولية

تعريف
عملية

أرجع إلى دليل التجارب العملية على منصة عن الأذرعية

التقويم 5-3

الخلاصة

• 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.

47. الفكرة **الرئيسية** صُف كيف تحدد الكتلة المولية للمركب؟
48. حدد عوامل التحويل المطلوبة للتحويل بين عدد مولات المركب وكتلته.
- 49.وضح كيف يمكنك أن تحدد عدد الذرات أو الأيونات في كتلة معينة من المركب؟
50. طبق ما عدد مولات ذرات كل من $K_2C_2O_4$ في مول واحد من $K_2C_2O_4$ ؟
51. احسب الكتلة المولية لبروميد الماغنيسيوم $MgBr_2$.
52. احسب ما عدد مولات Ca^{2+} الموجودة في 1000 mg من $CaCO_3$ ؟
53. صمم رسماً بيانيًّا بالأعمدة يظهر عدد مولات كل عنصر موجود في 500 g من الدايوكسين $(C_{12}H_4Cl_4O_2)$ الشديد السمية.



الكيمياء والحياة

التاريخ في كأس ماء

هل تتذكر آخر كأس ماء تناولته؟ قد يبدو غير قابل للتصديق أن نقول إن تلك الكأس تحتوي على جزيئات ماء قد تناولها من قبل المتنبي مثلاً، أو أينشتاين، أو نيوتن..! كيف يمكن لكأسين من الماء في زمنين مختلفين أن تحويان بعض الجزيئات نفسها؟ يروي لنا القصة عدد أفو جادرو والحسابات المولية.

المحيطات والمولات الكتلة الكلية للماء في المحيطات وغيرها تقارب 1.4×10^{24} g. أما الكأس فتحتوي على 230 g من الماء. وباستخدام هذه البيانات يمكنك حساب العدد الكلي لكتؤوس الماء المتوافرة للشرب على الأرض، والعدد الكلي لجزيئات الماء في هذه الكؤوس.

من المعروف أن كتلة مول واحد من الماء تساوي 18 g، وباستخدام تحليل الوحدات يمكنك تحويل جرامات الماء في الكأس إلى مولات.

$$\frac{230 \text{ g H}_2\text{O}}{\text{كأس}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}}$$

$$= 13 \text{ mol H}_2\text{O} \text{ لكل كأس}$$

ثم تحويل هذه المولات إلى جزيئات باستخدام عدد أفو جادرو.

$$\frac{13 \text{ mol H}_2\text{O} \times 6 \times 10^{23}}{\text{كأس}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}}$$

$$= 10^{24} \text{ جزيء ماء لكل كأس}$$

كما يمكنك حساب عدد كتؤوس الماء المتوافرة للشرب على النحو الآتي:

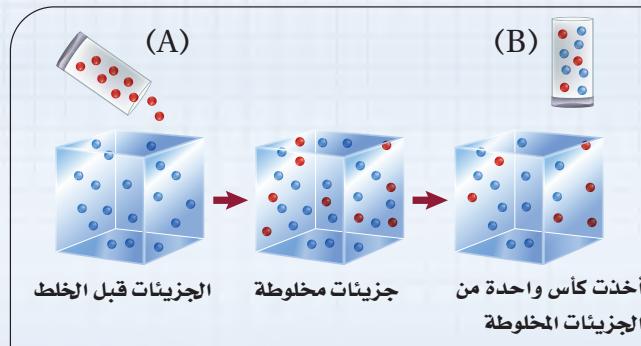
$$1.4 \times 10^{24} \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ كأس ماء}}{230 \text{ g H}_2\text{O}} = 6 \times 10^{21} \text{ كأس ماء}$$

إذن يوجد $10^{24} \times 8$ جزيء في كأس واحدة من الماء، و $10^{21} \times 6$ كأس ماء على الأرض. ولو قارنت بين هذين الرقمين فسترى أن عدد جزيئات الماء في الكأس الواحدة أكثر ألف مرة من عدد كتؤوس الماء على الأرض.

الكتابة في الكيمياء

قدّر يمكن استخدام طريقة التقدير المتبعة في هذه المقالة في إجراء أنواع أخرى من الحسابات. لذا استخدم هذه الطريقة لتقدير الكتلة الكلية للطلاب في مدرستك.





الشكل 1 جزيئات الماء من الكأس (A) (الحمراء) تصب في حاوية تتسع لكل جزيئات الماء على الأرض (الزرقاء). والكأس (B) المأخوذة من الوعاء تحتوي على عدد صغير من جزيئات الماء التي كانت في الكأس الأولى.

الحاوية العملاقة افترض أن الماء كله الذي على الأرض **خُزن** في حاوية واحدة مكعبية الشكل، فإنها ستكون حاوية علائقية طول ضلعها 1100 Km. وتخيل أنك ملأت كأس ماء من هذه الحاوية، ثم أعدته إليها، وانتظرت ليختلط الماء تماماً، ثم ملأت الكأس مرة أخرى، فهل ستكون جزيئات الماء في الكأس الأولى موجودة في الكأس الثانية؟

كما هو موضح في **الشكل 1**، من المرجح أن تشتراك الكأسان في عدد من جزيئات الماء. لماذا؟ لأن عدد جزيئات الماء في الكأس أكثر ألف مرة من عدد الكؤوس في الحاوية. وبهذا المعدل فإن الكأس الثانية ستحتوي على 1000 جزيء ماء تقريباً كانت في الكأس الأولى.

قوة الأرقام الكبيرة فـ**كـَرـّ** في كمية الماء التي مرت في جسم المتنبي أو أينشتاين أو نيوتن، خلال حياتهم - وهي أكبر كثيراً من كأس واحدة - مفترضاً أن جزيئات الماء اختلطت بالتساوي في حجم الماء كاملاً على الأرض. يمكنك أن تستوّع بمقدار ما يجب أن تحتوي كأس الماء على بعض هذه الجزيئات.



دليل مراجعة الفصل

5



(الفكرة العامة) المول يمثل عدداً كبيراً من الجسيمات المتناثرة في الصغر، ويستعمل في حساب كميات المول.

1-5 قياس المادة

المفاهيم الرئيسية

الفكرة الرئيسية يستعمل الكيميائيون المول لعد الذرات، والأيونات، والجزئيات، ووحدات الصيغ الكيميائية.

المفردات

- المول
- عدد أفراد

- المول وحدة تستخدم لعد جسيمات المادة بشكل غير مباشر. المول الواحد من المادة النقية يحتوي على عدد أفراد من الجسيمات.
- الجسيمات الممثلة تشمل الذرات، والأيونات، والجزئيات، ووحدات الصيغ الكيميائية، والإلكترونات، وجسيمات أخرى مشابهة.
- المول الواحد من ذرات $C-12$ له كتلة مقدارها 12 g تماماً.
- يمكن استخدام عوامل التحويل المكتوبة من علاقة عدد أفراد من المولات وعدد الجسيمات.

2-5 الكتلة والمول

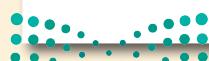
المفاهيم الرئيسية

الفكرة الرئيسية يحتوي المول على العدد نفسه من الجسيمات دائمًا، غير أن مولات المواد المختلفة لها كتل مختلفة.

المفردات

- الكتلة المولية

- تسمى كتلة المول الواحد بالجرامات من أي مادة نقية الكتلة المولية.
- الكتلة المولية لأي عنصر تساوي عددياً كتلته الذرية.
- الكتلة المولية لأي مادة هي كتلة عدد أفراد من الجسيمات لهذه المادة.
- تستعمل الكتلة المولية للتحويل من المولات إلى الكتلة، ويستعمل مقلوب الكتلة المولية للتحويل من الكتلة إلى المولات.



3-5 مولات المركبات

المفاهيم الرئيسية

- تدل الأرقام في الصيغ الكيميائية على عدد مولات كل عنصر في مول واحد من المركب.
- تحسب الكتلة المولية للمركب بحساب الكتل المولية لجميع العناصر في المركب.
- عوامل التحويل المبينة على الكتلة المولية للمركب تستعمل للتحويل بين مولات المركب وكتلته.

الفكرة الرئيسية يمكن حساب الكتلة المولية للمركب من خلال صيغته الكيميائية، كما يمكن استعمال هذه الكتلة المولية للتحويل بين الكتلة والمولات للمركب نفسه.





5-1

اتقان المفاهيم

90. أجر التحويلات الآتية:
- .a 1.51×10^{15} ذرة من Si إلى مولات.
 - .b 4.25×10^{-2} mol H₂SO₄ إلى جزيئات.
 - .c 8.95×10^{25} جزيء من CCl₄ إلى مولات.
 - .d 5.90 mol Ca إلى ذرات.

91. إذا استطعت عدّ ذرتين في كل ثانية، فكم سنة تحتاج لعد مول واحد من الذرات؟

5-2

اتقان المفاهيم

92. وضح الفرق بين الكتلة الذرية والكتلة المولية.
93. أيها يحوي ذرات أكثر: مول واحد من الفضة، أم مول واحد من الذهب؟ فسر إجابتك.
94. أيها أكبر كتلة: مول واحد من الصوديوم أم مول واحد من البوتاسيوم؟ فسر إجابتك.
95. وضح كيف تحول عدد ذرات عنصر إلى كتلة؟
96. ناقش العلاقات بين المول، والكتلة المولية، وعدد أفوجادورو.

اتقان حل المسائل

97. احسب كتلة كل مما يأتي:
- 5.22 mol He .a
 - 2.22 mol Ti .b
 - 0.0455 mol Ni .c



5

تقويم الفصل

102. احسب عدد الذرات في كل عنصر مما يأتي:

a. 0.034 g Zn

b. 0.124 g Mg

98. أجر التحويلات الآتية:

a. 3.5 mol Li إلى جرامات.

b. 7.65 g Co إلى مولات.

c. 5.65 g Kr إلى مولات.

103. رتب تصاعديًّا بحسب عدد المولات:

4.25 mol Ar , $\text{Ne} 3.00 \times 10^{24}$ ذرة من

65.96 g Kr , $\text{Xe} 2.69 \times 10^{24}$ ذرة من

99. ما كتلة العنصر بالجرامات في كل مما يأتي؟

a. $1.33 \times 10^{22} \text{ mol Sb}$

b. $4.75 \times 10^{14} \text{ mol Pt}$

c. $1.22 \times 10^{23} \text{ mol Ag}$

d. $9.85 \times 10^{24} \text{ mol Cr}$

104. أيهما يحوي ذرات أكثر: C 10.0 g, Ca 10.0 g أم

وكم ذرة يحوي كل عنصر منها؟

105. أيهما يحتوي على أكبر عدد من الذرات

C 10.0 mol, Ca 10.0 mol أم

100. أكمل الجدول 2-5:

الجدول 2-5 بيانات الكتلة، والمول، والذرات

الذرات	المولات	الكتلة
	3.65 mol Mg	
		29.54 g Cr
$P 3.54 \times 10^{25}$ ذرة من		
	0.568 mol As	

101. حول عدد الذرات فيها يأتي إلى جرامات:

a. 8.65×10^{25} ذرة من H.

b. 1.25×10^{22} ذرة من O.



تقويم الفصل

5

5-3

إتقان المفاهيم

116. ما كتلة $\text{Ca}(\text{OH})_2$ mol من 1.25×10^2 من $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ؟
117. الحفر على الزجاج يستعمل حمض الهيدروفلوريك HF للحفر على الزجاج. ما كتلة 4.95×10^{25} جزيء من HF ؟
118. احسب عدد الجزيئات في 47.0 g من $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.
119. كم مولًا من الحديد يمكن استخراجه من 100.0 kg من الماجنتيت Fe_3O_4 ؟
120. الطبخ يحتوي الخل المستعمل في الطبخ على 5% من حمض الخل CH_3COOH . فكم جزيئاً من الحمض يوجد في 25.0 g من الخل ؟
121. احسب عدد ذرات الأكسجين في 25.0 g من CO_2 من 1.25×10^2 .

107. ما المعلومات التي يمكنك الحصول عليها من صيغة كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4 ؟
108. ما عدد مولات كل من الصوديوم والفوسفور والأكسجين في صيغة فوسفات الصوديوم Na_3PO_4 ؟
109. لماذا يمكن استعمال الكتلة المولية عامل تحويل ؟
110. اكتب ثلاثة عوامل تحويل تستعمل في التحويلات المولية.
111. أي المركبات الآتية يحتوي على العدد الأكبر من مولات الكربون لكل مول من المركب: حمض الأسكوربيك $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$, أم الجلسرين $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$, أم القنالين $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_3$? فسر إجابتك.

إتقان حل المسائل

112. كم مولًا من الأكسجين في كل مركب مما يأتي؟
- a. 2.5 mol KMnO_4
 - b. 45.9 mol CO_2
 - c. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ من 1.25×10^2 mol
113. كم جزيء CCl_4 , وكم ذرة C , وكم ذرة Cl , في 3 mol CCl_4 ؟ وما عدد الذرات الكلية؟
114. احسب الكتلة المولية لكل مركب مما يأتي:
- a. حمض النيتريل HNO_3
 - b. أكسيد الزنك ZnO

115. كم مولًا في 100 g من CH_3OH ؟



5

تقويم الفصل

مراجعة عامة

تقويم إضافي

الكتابة في الكيمياء

125. الغاز الطبيعي هي درات الغاز الطبيعي هي مركبات كيميائية متبلورة (Clathrate hydrate). أبحث في هذه المركبات وأعد نشرة تعليمية عنها للمستهلكين. يجب أن تناقش هذه النشرة تركيب هذه المركبات، ومكان وجودها، وأهميتها للمستهلكين، والآثار البيئية لاستخدامها.

أسئلة المستندات

126. يشتمل الجدول 4-5 على بيانات عن وقود مكوك فضاء؛ إذ لا بد من توافر $L = 445,164,3$ من الأكسجين، والهيدروجين، وأحادي ميثيل الهيدرازين (الكتلة المولية = 46.07g/mol)، ورابع أكسيد ثنائي النيتروجين (92.00g/mol)، في خزانات الوقود لحظة الإقلاع. كنلتها الكلية ($Kg = 233,727$). أكمل الجدول بحساب عدد المولات، والكتلة بالكيلوجرام، وعدد الجزيئات.

الجدول 4-5 بيانات وقود مكوك فضائي

المادة	الصيغة الجزيئية	الكتلة (Kg)	عدد المولات	عدد الجزيئات
الهيدروجين	H_2		5.14×10^7	1.16×10^{31}
الأكسجين	O_2			
أحادي ميثيل الهيدرازين	$CH_3 NH NH_2$	4909		
رابع أكسيد ثنائي النيتروجين	N_2O_4		8.64×10^4	

التفكير الناقد

122. إذا كانت كتلة ذرة واحدة من عنصر ما تساوي $6.66 \times 10^{-23}\text{ g}$ ، فما العنصر؟

مراجعة تراكمية

124. اكتب معادلات كيميائية موزونة لكل تفاعل ما يأتي:
- a. تفاعل فلز الماغنسيوم مع الماء لتكوين هيدروكسيد الماغنيسيوم الصلب وغاز الهيدروجين.
 - b. تفكك غاز رباعي أكسيد ثنائي النيتروجين إلى غاز ثاني أكسيد النيتروجين.
 - c. تفاعل الإحلال المزدوج بين المحاليل المائية لكل من حمض الكبريتيك وهيدروكسيد البوتاسيوم.



اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

4. ما كتلة جزيء واحد من الجلوكوز $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (الكتلة المولية = 180 g/mol)?

- a.** 2.16×10^{-25} **c.** 6.02×10^{-23} **a.** 3.34×10^{-21} **d.** 2.99×10^{-22}

5. ما عدد ذرات الأكسجين في 18.94 g من $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ (الكتلة المولية = 189 g/mol)?

- a.** 6.02×10^{25} **c.** 3.62×10^{23} **a.** 1.14×10^{25} **d.** 1.81×10^{23}

6. إذا علمت أن الكتلة المولية لهيدروكسيد الصوديوم NaOH هي 40.0 g/mol . فما عدد المولات في 20.00 g منه؟

- a.** 2.00 mol **c.** 0.50 mol **a.** 4.00 mol **d.** 1.00 mol

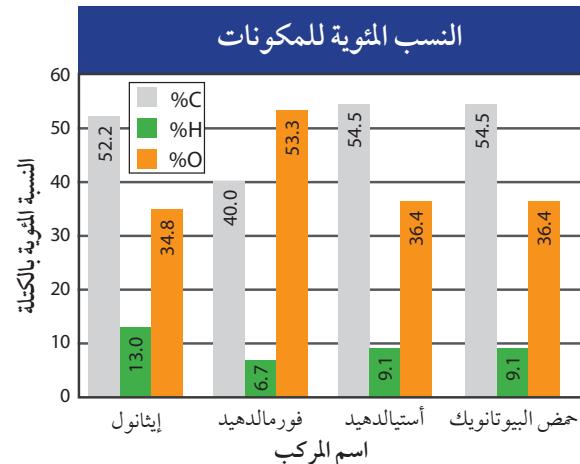
7. كم ذرة في 116.14 g من Ge (الكتلة المولية = 72.64 g/mol)?

- a.** 2.73×10^{25} ذرة. **b.** 6.99×10^{25} ذرة. **c.** 3.76×10^{23} ذرة. **d.** 9.63×10^{23} ذرة.

8. ما كتلة جزيء واحد من (BaSiF_6) علماً أن كتلته المولية = 279.415 g/mol .

- a.** $1.68 \times 10^{26} \text{ g}$ **b.** $2.16 \times 10^{21} \text{ g}$ **c.** $4.64 \times 10^{-22} \text{ g}$ **d.** $6.02 \times 10^{-23} \text{ g}$

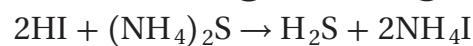
استعن بالرسم البياني أدناه للإجابة عن الأسئلة من 1 إلى 4.



1. يتشابه الأسيطالدهيد وحمض البيوتانويك في:

- a.** الصيغة الجزئية.
b. الصيغة الأولية.
c. الكتلة المولية.
d. الخواص الكيميائية.
2. أي مما يأتي لا يُعد وصفاً للمول؟
- a.** وحدة تستعمل للعد المباشر للجسيمات.
b. عدد أفراده من جزيئات مركب.
c. عدد الذرات في 12 g بالضبط من $12-\text{C}$ النقي.
d. وحدة النظام العالمي لكمية المادة.

3. ما نوع التفاعل الموضح أدناه؟



- a.** تكوين.
b. إحلال بسيط.
c. إحلال مزدوج.
d. تفكك.



اختبار مقنن

أسئلة الإجابات المفتوحة

استعن بالشكل أدناه للإجابة عن السؤال 11.

Li	يقل نشاطها	OH ⁻
Rb		I ⁻
K		Br ⁻
Ca		Cl ⁻
Na		NO ₃ ⁻
Mg		SO ₄ ²⁻
Al		
Zn		
Fe		
Pb		

طلب إليك تحديد ما إذا كانت عينة من الفلز تتكون من الخارصين، أو الرصاص، أو الليثيوم. ولديك المحاليل الآتية: كلوريد البوتاسيوم KCl، كلوريد الألومنيوم AlCl₃ III، كلوريد الحديد III FeCl₃ III، كلوريد النحاس CuCl₂ (II).

11. وضح كيف تستخدم المحاليل في معرفة نوع الفلز الذي تتكون منه العينة؟

9. ما الكتلة المولية لأباتيت الفلور $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$.

314 g/mol .a

344 g/mol .b

442 g/mol .c

504 g/mol .d

524 g/mol .e

أسئلة الإجابات القصيرة

استعن بالجدول أدناه للإجابة عن السؤال 10.

شحنات بعض الأيونات

الصيغة	الأيون
S ²⁻	الكبريتيد
SO ₃ ²⁻	الكبريتيت
SO ₄ ²⁻	الكبريتات
S ₂ O ₃ ²⁻	ثيوكبريتات
Cu ⁺	نحاس I
Cu ²⁺	نحاس II

10. كم مركبًا يمكن أن يتكون من النحاس والكبريت والأكسجين؟ اكتب أسماءها وصيغها.



مصادر تعليمية

ثوابت فيزيائية

القيمة التقريبية	المقدار	الرمز	الكمية
$1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$	$1.66053886 \times 10^{-27} \text{ kg}$	amu	وحدة كتلة الذرة
$6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	$6.0221415 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	N_A	عدد أفوجادرو
amu	9.11×10^{-28}	e^-	كتلة الإلكترون

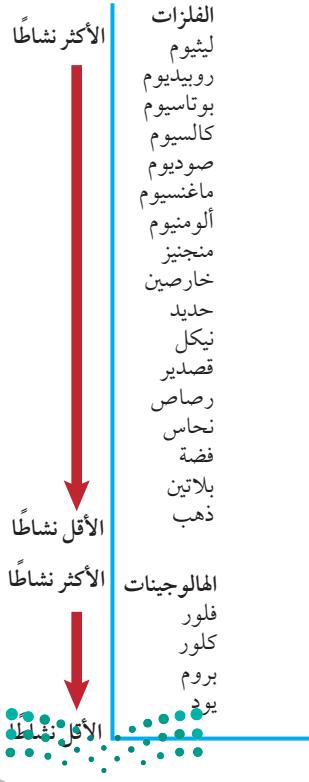
البادئات

التعبير العلمي	الرمز	البادئة
10^{-15}	f	femto
10^{-12}	p	pico
10^{-9}	n	nano
10^{-6}	μ	micro
10^{-3}	m	milli
10^{-2}	c	centi
10^{-1}	d	deci
10^1	da	dica
10^2	h	hecto
10^3	k	kilo
10^6	M	mega
10^9	G	giga
10^{12}	T	tera
 10^{15}	P	peta

مصادر تعليمية

الأيونات العديدة الذرات

الاسم	الأيون	الاسم	الأيون
البيرايدوات	IO_4^-	الأسيتات	CH_3COO^-
الفوسفات الثنائية الهيدروجين	H_2PO_4^-	الكربونات	CO_3^{2-}
الكبريتات	SO_3^{2-}	الثيوکبريتات	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$
البieroکسید	SO_4^{2-}	البieroکسید	O_2^{2-}
الکرومات	CrO_4^{2-}	ثنائي الكرومات	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$
الفوسفات الهيدروجينية	HPO_4^{2-}	الکلورات	ClO_3^-
الفوسفات	PO_4^{3-}	فوق الكلورات	ClO_4^-
الزرنيخات	AsO_4^{3-}	البرومات	BrO_3^-
		الأیودات	IO_3^-



أيونات بعض العناصر

المجموعة	الأيونات الشائعة
3	$\text{Sc}^{3+}, \text{Y}^{3+}, \text{La}^{3+}$
4	$\text{Ti}^{2+}, \text{Ti}^{3+}$
5	$\text{V}^{2+}, \text{V}^{3+}$
6	$\text{Cr}^{2+}, \text{Cr}^{3+}$
7	$\text{Mn}^{2+}, \text{Mn}^{3+}, \text{Tc}^{2+}$
8	$\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}$
9	$\text{Co}^{2+}, \text{Co}^{3+}$
10	$\text{Ni}^{2+}, \text{Pd}^{2+}, \text{Pt}^{2+}, \text{Pt}^{4+}$
11	$\text{Cu}^+, \text{Cu}^{2+}, \text{Ag}^+, \text{Au}^+, \text{Au}^{3+}$
12	$\text{Zn}^{2+}, \text{Cd}^{2+}, \text{Hg}_2^{2+}$
13	$\text{Al}^{3+}, \text{Ga}^{2+}, \text{Ga}^{3+}, \text{In}^+, \text{In}^{2+}, \text{In}^{3+}, \text{Tl}^+, \text{Tl}^{3+}$
14	$\text{Sn}^{2+}, \text{Sn}^{4+}, \text{Pb}^{2+}, \text{Pb}^{4+}$

(أ)

أشعة ألفا Alpha Ray: إشعاعات مكونة من جسيمات ألفا، وجسيم ألفا يحتوي على بروتونين ونيوترونين؛ أي يحمل شحنة ثنائية موجبة.

أشعة بيتا Beta Ray: إشعاعات مكونة من جسيمات بيتا السريعة الحركة، وجسيم بيتا عبارة عن إلكترون يحمل شحنة سالبة أحادية.

أشعة جاما Gamma ray: إشعاعات عالية الطاقة غير مشحونة، وليس لها كتلة، لا تنحرف في المجال المغناطيسي أو الكهربائي. وترافق إشعاع ألفا أو بيتا عادة، وهي مسؤولة عن معظم الطاقة المفقودة خلال التحلل الإشعاعي.

أشعة المهبط Cathode Ray: إشعاعات تصدر من المهبط، وتنتقل إلى المصعد في أنبوب أشعة المهبط.

الإلكترون Electron: سالب الشحنة، سريع الحركة، كتلته صغيرة جداً، ويوجد في كل مادة، ويتحرك في الفراغ المحيط بنواة الذرة.

الأيون المتفرج Spectator Ion: الأيون الذي لا يشارك في التفاعل.

الاستنتاج Conclusion: حكم قائم على المعلومات التي يتم الحصول عليها.

الإشعاع Radiation: تسمى الطاقة والجسيمات المنبعثة من المواد المشعة بالإشعاعات.

(ب)

البحث التطبيقي Applied Research: البحث العلمي الذي يجرى لحل مشكلة محددة.

البحث النظري Pure Research: البحث العلمي الذي يهدف إلى الحصول على المعرفة لأجل المعرفة ذاتها.

البخار Vapor: الحالة الغازية لمادة توجد في الحالة الصلبة أو السائلة في درجات الحرارة العادية.

البروتون Proton: جسيم متناه في الصغر من مكونات نواة الذرة، وشحنته موجبة (+1).

البيانات الكمية Quantitative Data: معلومات رقمية تبين كبر، أو صغر، أو طول، أو سرعة شيء ما.

البيانات النوعية Qualitative Data: معلومات تصف اللون، أو الرائحة، أو الشكل، أو بعض الخواص الفيزيائية.

البلازما Plasma: وهي وهي حالة مميزة من حالات المادة يمكن وصفها بأنها غاز متأين تكون فيه الإلكترونات حرجة وغير مرتبطة بالذرة أو الجزيء.

(ت)

التبلور Crystallization: طريقة للفصل تؤدي إلى الحصول على مادة ندية صلبة من محلول يحتوي على هذه المادة.

التجربة Experiment: مجموعة من المشاهدات المضبوطة التي تختبر الفرضية.

التحلل الإشعاعي Radioactive Decay: تفقد الأنوية غير المستقرة الطاقة نتيجة إصدار الإشعاع بشكل تلقائي.

الترشيح Filtration: إحدى طرائق فصل المخاليط، يستخدم فيها حاجز مسامي لفصل مادة صلبة عن سائل.

تغيير الحالة State Change: تحول المادة من حالة إلى أخرى.

التغير الفيزيائي Physical Change: تغير يؤثر في الخواص الفيزيائية للمادة دون أن يغير تركيبها.

التغير الكيميائي Chemical Change: عملية تتضمن تغيير مادة أو أكثر إلى مواد جديدة، ويسمى أيضًا التفاعل الكيميائي.

تفاعل الاحتراق Combustion Reaction: تفاعل مادة مع الأكسجين وينتج عنها طاقة في صورة ضوء وحرارة.

تفاعل الإحلال البسيط Single – Replacement Reaction: تفاعل كيميائي ينتج عندما تحل ذرات أحد العناصر محل ذرات عنصر آخر في مركب.

تفاعل الإحلال المزدوج Double – Replacement Reaction: تفاعل كيميائي ينتج عن تبادل أيونات مادتين، وينشأ عنه غاز، أو راسب، أو ماء.

تفاعل التفكك Decomposition Reaction: تفاعل يحدث نتيجة لتفكك أحد المركبات إلى عنصرين أو أكثر أو إلى مركبات جديدة.

تفاعل التكوين Synthesis Reaction: تفاعل مادتين أو أكثر لإنتاج مادة واحدة.

التسامي Sublimation: عملية تتbxر فيها المادة الصلبة دون أن تنصهر، أي دون أن تمر بالحالة السائلة.

التفاعل النووي Nuclear Raetion: تفاعل يتضمن التغير في نوأة الذرة.

القطير Reactionlation: طريقة لفصل المواد اعتماداً على الاختلاف في درجات غليانها.

التفاعل الكيميائي: هي عملية إعادة ترتيب الذرات في مادة أو أكثر لتكوين مواد مختلفة.



(ج)

الجدول الدوري Periodic Table: جدول ينظم كل العناصر المعروفة في صفوف أفقية (دورات) وأعمدة (مجموعات) مرتبة تصاعدياً بحسب العدد الذري.

جسيمات ألفا Alpha Particles: جسيمات تحتوي بروتونين ونيوترونين وشحتها $+2$ ، وتكافئ نواة ذرة هيليوم -4 وتمثل بالرمز ${}^4_2 \text{He}$ ، وتبعد خلال التحلل الإشعاعي.

جسيمات بيتا Beta Particles: إلكترونات عالية السرعة، شاحتها -1 ، وتصدر خلال التحلل الإشعاعي وتتمثل بالرمز ${}^0_1 \beta$.

(ح)

حالات المادة States of Matter: الأشكال الفيزيائية للمادة في وضعها الطبيعي على الأرض: الصلبة، والسائلة، والغازية.

(خ)

الخاصية غير المميزة Extensive Property: خاصية فизيائية تعتمد على كمية المادة الموجودة، ومنها: الكتلة، والطول، والحجم.

الخاصية الفيزيائية Physical Property: الخاصية التي يمكن ملاحظتها أو قياسها من دون تغيير تركيب العينة.

الخاصية الكيميائية Chemical Property: قدرة مادة ما على الاتحاد مع غيرها أو التحول إلى مادة أخرى.

الخاصية المميزة Intensive Property: خاصية فизيائية ثابتة بغض النظر عن كمية المادة الموجودة.

(ذ)

الذرة Atom: أصغر جسيم في العنصر لها جميع خواص العنصر، وهي متعادلة الشحنة، وشكلها كروي، وتتكون من: الإلكترونات، والبروتونات والنيوترونات.

(ر)

الراسب Precipitate: مادة صلبة تتكون خلال التفاعل الكيميائي.



(س)

السائل: Liquid: حالة من حالات المادة، أو شكل من أشكال المادة له صفة الجريان، وحجمه ثابت، ويأخذ شكل الوعاء الذي يوضع فيه.

الستاج: Soot: دقائق من الكربون تختلف من نقص في حرق الوقود.

(ض)

الضابط: Control: المعيار الذي يستعمل للمقارنة في التجربة.

(ط)

الطريقة العلمية: Scientific Method: طريقة نظامية تستعمل في الدراسات العلمية، وهي عملية منظمة يستعملها العلماء لحل المشكلات وللحصول على تأكيد من عمل العلماء الآخرين.

(ع)

عدد أفوجادرو: Avogadro's Number: هو 6.0221367×10^{23} ، وهو عبارة عن عدد الجسيمات في مول واحد، ويمكن تقريب هذه القيمة إلى ثلاثة منازل 6.02×10^{23} .

العدد الذري: Atomic Number: عدد البروتونات في نواة الذرة.

العدد الكتلي: Mass Number: عدد يكتب بعد اسم العنصر، ويمثل مجموع البروتونات والنيوترونات.

العنصر: Element: مادة نقية لا يمكن تجزئتها إلى أجزاء أصغر بوسائل فизيائية أو كيميائية.

عدد التأكسد: هو عدد الألكترونات التي تفقدتها أو تكتسبها أو تشارك بها ذرة العنصر في أثناء التفاعل الكيميائي.



(غ)

الغاز Gas: حالة من حالات المادة، يأخذ شكل الإناء الذي يوجد فيه، ويملؤه تماماً، وهو قابل للانضغاط.

(ف)

الفرضية Hypothesis: تفسير مؤقت لما تم ملاحظته، قابل للاختبار.

(ق)

قانون حفظ الكتلة Law of Conservation of Mass: قانون ينص على أن الكتلة لا تفنى ولا تستحدث في أثناء التفاعل الكيميائي إلا بقدرة الله تعالى.

القانون العلمي Scientific law: علاقة موجودة في الطبيعة تدعمها عدة تجارب.

قانون النسب الثابتة Law of Definite Proportions: قانون ينص على أن المركب يتكون دائمًا من العناصر نفسها بنسبة كتيلية ثابتة منها اختلفت كميته.

قانون النسب المتناسبة Law of Multiple Proportions: قانون ينص على أنه عند تكوين مركبات مختلفة من اتحاد العناصر نفسها فإن النسبة بين كتلة أحد العناصر التي تتحدد مع كتلة ثابتة من عنصر آخر في هذه المركبات هي نسبة عددية بسيطة وصحيحة.

(ك)

الكتلة Mass: مقياس لكمية المادة.

الكتلة الذرية المتوسطة Avarage Atomic Mass: متوسط كتلة نظائر العنصر.

الكتلة المولية Molar Mass: الكتلة بالجرامات لمول واحد من أي مادة ندية.



الクロموجرافيا: طريقة لفصل مكونات مخلوط ، اعتماداً على قدرة كل مكون من مكوناته على الانتقال أو السحب على سطح مادة أخرى.

الكيمياء: دراسة المادة والتغيرات التي تحدث لها.

(م)

المادة الصلبة **Solid**: حالة من حالات المادة، لها شكل وحجم محددان.

المادة الكيميائية **Chemical Substance**: مادة لها تركيب محدد ثابت، وتسمى أيضاً المادة النقية.

المتغير التابع **Dependent Variable**: متغير تعتمد قيمته على المتغير المستقل في التجربة.

المتغير المستقل **Independent Variable**: متغير يُخطط لتغييره في التجربة.

المتفاعلات **Reactants**: المواد التي يبدأ بها التفاعل الكيميائي.

المحلول **Solution**: مخلوط منتظم التركيب يمكن أن يحيي مواد صلبة، أو سائلة، أو غازية، ويسمى أيضاً مخلوطاً متجانساً.

المحلول المائي **Aqueous Solution**: محلول يحتوي على مادة أو أكثر مذابة في الماء.

المخلوط **Mixture**: مزيج مكون من مادتين نقيتين أو أكثر، تحفظ كل منها بخواصها الأصلية.

المخلوط غير المتجانس **Heterogeneous Mixture**: المخلوط الذي ليس له تركيب منتظم، وتبقى المواد فيه متمايزة.

المخلوط المتجانس **Homogeneous Mixture**: مخلوط له تركيب ثابت وطور واحد، ويسمى أيضاً محلولاً.

المذاب **Solute**: مادة أو أكثر مذابة في محلول.

المذيب **Solvent**: المادة التي تذيب المذاب وتحتويه.

المركب **Compound**: مزيج مكون من عنصرين أو أكثر متعددين كيميائياً، ويمكن تحليله إلى مواد أبسط بالطرق الكيميائية، ويتختلف في صفاته عن أي من مكوناته.



المعادلة الأيونية الكاملة Complete Ionic Equation: معادلة أيونية تُظهر كافة الأيونات في محلول بصورتها الواقعية.

المعادلة الأيونية النهائية Net Ionic Equation: معادلة أيونية تشتمل فقط على الجسيمات المشاركة في التفاعل.

المعادلة الكيميائية Chemical Equation: جملة تستعمل فيها الصيغ الكيميائية لتحديد المواد المشاركة في التفاعل وكميات المواد المتفاعلة والناتجة.

المعادلة النووية Nuclear Equation: نوع من المعادلات يبين العدد الذري والعدد الكتلي للجسيمات المضمنة في التفاعل.

العامل Coefficient: رقم يكتب قبل صيغة المادة المتفاعلة أو الناتجة في المعادلة الكيميائية الموزونة. وتصف المعاملات في المعادلة الموزونة أبسط نسبة عددية صحيحة لكميات كل من المتفاعلات والنواتج.

المول Mole: وحدة نظام عالمي تستعمل في قياس كمية المادة ، وهو عبارة عن عدد ذرات الكربون الموجودة في 12g من الكربون ، والمول الواحد كمية من المادة الندية تحتوي على 6.02×10^{23} من الجسيمات.

(ن)

النتيجة Result: حكم قائم على المعلومات التي يتم الحصول عليها.

النسبة المئوية بالكتلة Mass Percent: نسبة كتلة كل عنصر في مركب إلى كتلة المركب الكلية معبرا عنها كنسبة مئوية.

النشاط الإشعاعي Radioactivity: عملية تقوم من خلالها بعض المواد بإصدار الإشعاعات تلقائياً.

النظائر Isotopes: ذرات للعنصر نفسه، تختلف في عدد النيوترونات.

النظرية Theory: تفسير لظاهرة طبيعية، قائم على عدة مشاهدات واستقصاءات.

نظريّة دالتون الذريّة Dalton's Atomic Theory: تبيّن أنّ المادة مكوّنة من جسيمات صغيرة جدًا تسمى الذرات، وهي غير مرئية ولا تتجزأ . ذرات عنصر ما متشابهة في الحجم، والكتلة، والخواص الفيزيائية، والخواص الكيميائية، وتختلف عن ذرات أي عنصر آخر. وتحدّد الذرات المختلفة بنسبة عدديّة بسيطة وتكون المركبات. وخلال التفاعل الكيميائي قد تنفصل الذرات أو تتحد أو يعاد ترتيبها.

النموذج Model: تفسير مرئي أو لفظي أو رياضي للبيانات التجريبية.



النواتج Products: مواد تتكون خلال التفاعل الكيميائي.

النواة Nucleus: مركز الذرة الصغير جدًا، موجب الشحنة، كثيف، يحتوي على البروتونات الموجبة والنيوترونات غير المشحونة.

النيوترون Neutron: (جسيم) غير مشحون في نواة الذرة، وكتلته قريبة من كتلة البروتون.

(و)

وحدة الكتلة الذرية Atomic Mass Unit: $\frac{1}{12}$ من كتلة ذرة الكربون - 12.

الوزن Weight: مقياس لكمية المادة، ولقوه جذب الأرض للمادة أيضًا.



الجدول الدوري للعناصر

جد اول مر جمیہ



يدل لون صندوق كل عنصر على
كونه فلزًا أو شبه فلز أو لافلز.

									18
فلز	شبہ فلز	لافلز							
یدل لون صندوق کل عنصر علی کونہ فلزاً او شبہ فلز او لافلز.									
10	11	12	13	14	15	16	17		
Nickel 28 Ni 58.693	Copper 29 Cu 63.546	Zinc 30 Zn 65.409	Boron 5 B 10.811	Carbon 6 C 12.011	Nitrogen 7 N 14.007	Oxygen 8 O 15.999	Fluorine 9 F 18.998	Neon 10 Ne 20.180	
Palladium 46 Pd 106.42	Silver 47 Ag 107.868	Cadmium 48 Cd 112.411	Gallium 31 Ga 69.723	Germanium 32 Ge 72.64	Arsenic 33 As 74.922	Selenium 34 Se 78.96	Bromine 35 Br 79.904	Krypton 36 Kr 83.798	
Platinum 78 Pt 195.078	Gold 79 Au 196.967	Mercury 80 Hg 200.59	Thallium 81 Tl 204.383	Lead 82 Pb 207.2	Bismuth 83 Bi 208.980	Polonium 84 Po (209)	Astatine 85 At (210)	Radon 86 Rn (222)	
Darmstadtium 110 Ds (281)	Roentgenium 111 Rg (272)	Copernicium 112 Cn 285.177	Nihonium 113 Nh 286.183	Flerovium 114 Fl 289.191	Moscovium 115 Mc 290.196	Livermorium 116 Lv 293.205	Tennessine 117 Ts 294.211	Oganesson 118 Og 294.214	

Europium 63 Eu 151.964	Gadolinium 64 Gd 157.25	Terbium 65 Tb 158.925	Dysprosium 66 Dy 162.500	Holmium 67 Ho 164.930	Erbium 68 Er 167.259	Thulium 69 Tm 168.934	Ytterbium 70 Yb 173.04	Lutetium 71 Lu 174.967
Americium 95 Am (243)	Curium 96 Cm (247)	Berkelium 97 Bk (247)	Californium 98 Cf (251)	Einsteinium 99 Es (252)	Fermium 100 Fm (257)	Mendelevium 101 Md (258)	Nobelium 102 No (259)	Lawrencium 103 Lr (262)

جدائل مرجعية

جدائل مرجعية

العناصر في كل عمود تدعى مجموعة، وله خواص كيميائية مشابهة.

1	Hydrogen 1 H 1.008	Lithium 3 Li 6.941	Beryllium 4 Be 9.012	Hydrogen 1 H 1.008	العنصر العدد الذري الرمز الكتلة الذرية	غاز سائل جامد مُصنع	حالة المادة	
2								
3	Sodium 11 Na 22.990	Magnesium 12 Mg 24.305						
4	Potassium 19 K 39.098	Calcium 20 Ca 40.078	Scandium 21 Sc 44.956	Titanium 22 Ti 47.867	Vanadium 23 V 50.942	Chromium 24 Cr 51.996	Manganese 25 Mn 54.938	Iron 26 Fe 55.845
5	Rubidium 37 Rb 85.468	Strontium 38 Sr 87.62	Yttrium 39 Y 88.906	Zirconium 40 Zr 91.224	Niobium 41 Nb 92.906	Molybdenum 42 Mo 95.94	Technetium 43 Tc (98)	Ruthenium 44 Ru 101.07
6	Cesium 55 Cs 132.905	Barium 56 Ba 137.327	Lanthanum 57 La 138.906	Hafnium 72 Hf 178.49	Tantalum 73 Ta 180.948	Tungsten 74 W 183.84	Rhenium 75 Re 186.207	Iridium 77 Ir 192.217
7	Francium 87 Fr (223)	Radium 88 Ra (226)	Actinium 89 Ac (227)	Rutherfordium 104 Rf (261)	Dubnium 105 Db (262)	Seaborgium 106 Sg (266)	Bohrium 107 Bh (264)	Meitnerium 109 Mt (268)

الرقم المحاط بقوسين هو العدد الكتلي للنظير الأطول عمرًا للعنصر.

صفوف العناصر الأفقية تدعى دورات. يزداد العدد الذري من اليسار إلى اليمين في كل دورة.

يدل السهم على المكان الذي يجب أن توضع فيه هذه العناصر في الجدول. لقد تم نقلها إلى أسفل الجدول توفيرًا للمكان.

سلسلة الالثانيات
سلسلة الأكتنيات

Cerium 58 Ce 140.116	Praseodymium 59 Pr 140.908	Neodymium 60 Nd 144.24	Promethium 61 Pm (145)	Samarium 62 Sm 150.36
Thorium 90 Th 232.038	Protactinium 91 Pa 231.036	Uranium 92 U 238.029	Neptunium 93 Np (237)	Plutonium 94 Pu (244)

