KINGDOM OF BAHRAIN

Ministry of Education

مَمْلَكَةُ البَحْرَيْن

وَزَارَةُ التَّرْبِيَةِ وَالتَّعْلِيم

كيم 102

الكيمياء 1

للمرحلة الثانوية

دليل المعلم

2030 البحرين BAHRAIN

كيم ١٠٢

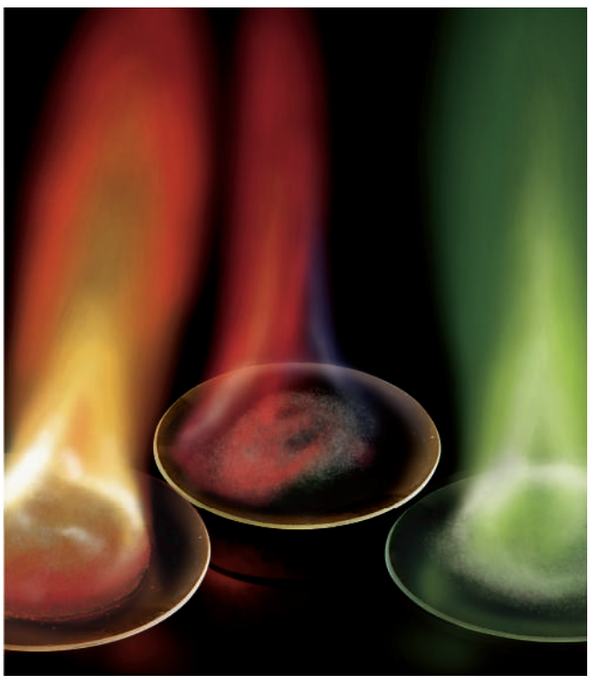
قررت وزارة التربية والتعليم بمملكة البحرين اعتماد هذا الدليل لتدريس الكيمياء ١ بمدارسها الثانوية

إدارة سياسات وتطوير المناهج

الكيمياء ١

للمرحلة الثانوية

دليل المعلم



الطبعة الثانية
١٤٣٤ هـ - ٢٠١٣ م

منهاجي
متعة التعليم الهادف

McGraw Hill Education

العبيكان Obeikan

Original Title:

Chemistry

Matter and Change

By:

Dr. Thandi Buthelezi

Dr. Cheryl Wistrom

Nicholas Hainen.

Laurel Dingrando

Dinah Zike.

الكيمياء ١

أعدَّ النسخة العربية : شركة العبيكان للأبحاث والتطوير

التحرير والمراجعة والمواءمة

عمر سليم دعباس

موسى عطا الله الطراونة

التعريب والتحرير اللغوي

د. موسى أبو زرقة

د. محمود طاهر الوهر

د. هالة هلال الجبر

التحرير اللغوي

عمر الصاوي

حسن فرغلي

محمد السرخي

المواءمة المحلية لنسخة مملكة البحرين

د. فاتن سعد محمود عبدالحميد

سعيد عباس أحمد النصيف

مراجعة نسخة مملكة البحرين

خلود يوسف بوجيري

سيما راشد المناعي

إعداد الصور

د. سعود بن عبدالعزيز الفراج

الإشراف

د. علي بن صديق الحكمي

د. أحمد محمد رفيع

المراجعة والتطوير

فريق متخصّص من وزارة التربية والتعليم بمملكة البحرين.

www.macmillanmh.com

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

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

حقوق الطبعة الإنجليزية محفوظة لشركة ماجروهل©، ٢٠٠٨م.

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

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

حضرة صاحب الجلالة الملك حمد بن عيسى آل خليفة

ملك مملكة البحرين المعظم

بسم الله الرحمن الرحيم

أخي المعلم / أختي المعلمة

يأتي دليل المعلم لكتاب الكيمياء ١ للمرحلة الثانوية في إطار مشروع تطوير مناهج الرياضيات والعلوم وتحديثها في مملكة البحرين والذي يهدف إلى إحداث تطور نوعي في تعليم الرياضيات والعلوم وتعلمهما.

لقد وضع هذا الدليل بحيث يرتبط مباشرة بكتاب الطالب، ويتضمن كماً هائلاً من المعلومات والإرشادات المتعلقة باستراتيجيات التدريس والتقويم والمعلومات الإضافية، والعروض العملية بأشكالها المختلفة، فضلاً عن المصادر التقنية واستعمال الإنترنت، مما يوفر لك خيارات لا حصر لها في إنجاح عمليتي التعليم والتعلم وتنفيذهما وفق أحدث الأساليب التربوية. وإننا نرجو منك خلال تنفيذك للدروس، التركيز على مشاركة الطلبة الفاعلة، من مثل: التعلم الذاتي، والعمل في مجموعات، والمشاركة في النقاشات، والنشاطات العملية، والعروض الصفية، والمشاريع البحثية وغيرها.

ونحن إذ نضع بين يديك هذا الدليل، فإننا نأمل أن يكون لك مرشدًا ومصدرًا مهمًا في تخطيط الدروس وتنفيذها بما يتلاءم مع مستويات الطلبة والبيئة الصفية وأهداف المنهج، وفي الوقت نفسه نرجو ألا يقيدك هذا الدليل بل يكون مساعدًا على تنمية مهاراتك التعليمية وإبراز قدراتك الإبداعية في وضع البدائل حيثما رأيت ذلك مناسبًا.

والله نسأل أن يحقق هذا الدليل الأهداف المتوخاة منه، وأن يوفق الجميع لما فيه خير الوطن وتقدمه وازدهاره.

قائمة المحتويات

استعراض تمهيدي لمحتوى دليل المعلم i

المواد المختبرية vii

القراءة طلبًا للمعلومات - كتاب الطالب ix

رموز السلامة والاحتياطات اللازم مراعاتها في المختبر xii

المخطط التنظيمي للفصل 1 : مقدمة في الكيمياء 8A

الفصل 1 8

المخطط التنظيمي للفصل 2 : المادة - تركيب الذرة 32A

الفصل 2 32

المخطط التنظيمي للفصل 3 : التفاعلات الكيميائية 60A

الفصل 3 60

المخطط التنظيمي للفصل 4 : المول 94A

الفصل 4 94

مصادر تعليمية 114

مواصفات دليل المعلم في الكيمياء

أهلاً بك أخي المعلم إلى دليل المعلم الخاص بكتاب "الكيمياء ١ للمرحلة الثانوية". لقد وضع هذا الدليل بناء على اقتراحات نخبة من معلمي الكيمياء والمستشارين التربويين من ذوي الخبرة لتزويدك بأنشطة واستراتيجيات تدريس قوامها البحث، ذُكرت تحت عنوان "مواقع للاستعمال".

مواقع للاستعمال

- استراتيجيات ونشاطات تطبق مباشرة على المحتوى.
- تشير أيقونة المفاهيم عبر الشبكة الإلكترونية أين يمكن للطلبة أن يتفاعلوا معها باستعمال الفن.

المراجعة والتعزيز

- التدعيم ـ تقديم المهارات والمحتوى وتعزيزهما، وهو مُتضمَّن في الدروس.
- يختبر التقويم مدى استيعاب الطلبة للمفاهيم الأساسية، ويقدم فرصًا لإعادة التدريس في نهاية كل درس.

تعليمات مبنية على الكفايات

طرق تدريس متنوعة

- تساعد الأنشطة المختلفة وطرائق التدريس المتنوعة على تلبية حاجات جميع الطلبة.

بناء هرمي

- **مستوى1:** الفكرة العامة لكل فصل فكرة عامة، تلخص محتواه في عبارة واحدة موجزه جدًّا.
- **مستوى2:** الفكرة الرئيسة لكل درس في الفصل فكرة رئيسة تصف موضوع الدرس، وتدعم الأفكار العامة فيه.

التقويم

- تزود الدروس باختبارات معيارية.
- يقيس التقويم مدى إتقان الطلبة المعايير.
- تزود المصادر الإضافية ببدائل للتقويم.

طرائق تدريس متنوعة

تحديد مستويات الأنشطة

لقد حُددت استراتيجيات التدريس والأنشطة بما يتلاءم ومستوى الطلبة، وقد تم ترميزها على النحو الآتي:

ف م نشاطات الطلبة الذين مستواهم فوق مستوى الصف.

ض م نشاطات الطلبة الذين مستواهم ضمن مستوى الصف .

د م نشاطات الطلبة الذين مستواهم دون مستوى الصف.

الإجابات والدعم الإضافي

يتضمن دليل المعلم ما يلي:

- إجابات الأسئلة الواردة في كتاب الطالب.
- عروض عملية ونشاطات تساعدك على طرح المفاهيم الأساسية بسرعة وسهولة.
- خلفية نظرية عن المحتوى تزودك معلومات إضافية عنه.
- استراتيجيات وطرائق تدريس متنوعة تساعدك على تلبية حاجات الطلبة.

تخطيط الفصل

يشتمل على:

المخطط التنظيمي للفصل يتناول أهداف الفصل جميعها والمواد اللازمة لتدريس الفصل.

سير الدرس يقدم اقتراحات مختلفة. وعندما تستخدمه متلازمًا مع دليل الخطة الزمنية في الصفحة يمكنك من إعداد الخطة بحسب حاجات الطلبة في صفوفك.

المخطط التنظيمي للفصل 1: مقدمة في الكيمياء Introduction to Chemistry

الفصل 1

مقدمة في الكيمياء
Introduction to Chemistry

الفكرة العامة الكيمياء علم أساسي في حياتنا.

1-1 قصة مادتين
الفكرة الرئيسة الكيمياء هي دراسة الأشياء من حولنا.

1-2 الكيمياء والمادة
الفكرة الرئيسة تتناول مجالات علم الكيمياء دراسة الأنواع المختلفة من المادة.

1-3 العناصر والمركبات
الفكرة الرئيسة المركب مكون من عنصرين أو أكثر متحدين معًا.

د م دون المستوى | ض م ضمن المستوى | ف م فوق المستوى | ت ت تعلم تعاوني

8A

الزمن المقترح للدرس - الفصل 1 / مقدمة في الكيمياء (5 حصص)

الدرس	1-1	1-2	1-3	التقويم
عدد الحصص	1	1	2	1

أهداف الدرس	المصادر والتقويم	المواد والأدوات المختبرية
1-1 1. يعرّف المادة الكيميائية. 2. يوضح تكوّن الأوزون وأهميته. 3. يصف تطور الكلوروفلوروكربونات.	**متابعة التقدم** ماذا قرأت؟ صفحة 11 تقويم بنائي، صفحة 11،12 اختبر الرسم البياني، صفحة 13 تقويم الدرس، صفحة 13	نشاط استهلالي صفحة 9: ميزان حساس (رقمي)، شمعة، علبة ثقاب، ساعة وقت. الزمن المقترح: 15 دقيقة
1-2 1. يقارن بين الكتلة والوزن. 2. يفسر سبب اهتمام الكيميائيين بالوصف تحت المجهري للمادة. 3. يحدد مجال التركيز لكل مجال من مجالات الكيمياء المختلفة.	**متابعة التقدم** ماذا قرأت؟ صفحة 15 تقويم بنائي، صفحة 16،17 تقويم الدرس، صفحة 17	
1-3 1. يميز بين العناصر والمركبات. 2. يصف ترتيب العناصر في الجدول الدوري. 3. يشرح كيف تسلك المركبات وفق قانوني النسب الثابتة والمتضاعفة.	**متابعة التقدم** ماذا قرأت؟ صفحة 19،20،21،23 تقويم بنائي، صفحة 19،24 اختبر الرسم البياني، صفحة 23 تقويم الدرس، صفحة 24 **تقويم ختامي** مراجعة الفصل صفحة 27	عرض عملي صفحة 20: جهاز هوفمان، علبة ثقاب. الزمن المقترح: 15 دقيقة

8B

مفتاح المستويات يصف طرائق التدريس المتنوعة المستعملة في نسخة المعلم.

قوائم المصادر تحدد الأهداف، والمعايير، ومواد وأدوات المختبر، والمواد المساندة، ومصادر التقنية الضرورية لتدريس الفصل.

تدريس الفصل

استعن في بداية الفصل **بالصورة والفكرة العامة** لمساعدتك على التدريس.

الفكرة العامة تساعد النشاطات الطلبة على فهم البناء المفاهيمي للفصل ـ ابتداءً بالفكرة العامة وانتهاءً بالأفكار الرئيسة التي هي أساس كل درس.

استعمال الصورة عبارة عن سؤال حول الصورة الافتتاحية للفصل. **والصورة والسؤال يجعلان الطلبة يفكرون في موضوع الفصل.**

يزودك نموذج التدريس ثلاثي الخطوات بالاتجاهات المطلوبة لتلبية حاجات الطلبة المختلفة، ويتضمن ما يلي:

1. **التركيز** يؤدي تدريس مجموعة من المفاهيم أو المهارات إلى جذب انتباه الطلبة.
2. **التدريس** استعمل أنواعًا مختلفة من استراتيجيات التدريس الفعالة.
3. **التقويم** تزودك استراتيجيات تقويم المهارة، والمعرفة، والأداء بطرائق مختلفة لتقويم طلبتك.

مثال في الصف مثال إضافي يمكن للمعلم إعطاؤه في الصف.

تقويم الدروس

توفر الأنشطة والأسئلة المتضمنة في الكتاب فرصًا للتقويم العلاجي خاصة والتقويم بصورة عامة.

3. التقويم يقدم تقويمًا لمفهوم أساسي ونشاط لإعادة تعليم الطلبة الذين يواجهون صعوبات في تحقيق أهداف التعليم.

التقويم يوفّر تقويماً في منتصف الفصل للمفاهيم الأساسية.

تقويم الدرس يزود الطلبة بملخص للمفاهيم والأسئلة التي ترتبط بالأهداف التعليمية في كل درس.

الإجابات يشتمل دليل المعلم على إجابات جميع أسئلة التقويم.

3. التقويم

التحقق من الفهم

اكتب على السبورة: $N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow N_2O_{5(g)}$

اسأل الطلبة لماذا يعد من الخطأ وزن المعادلة بتغيير صيغة الأكسجين المتفاعل إلى O_5. على الرغم من أن المعادلة ستتوازن إلا أنها ستكون غير صحيحة، لأن الأكسجين ثنائي الذرات O_2 وليس خماسي الذرات O_5. ض م

إعادة التدريس

اطلب إلى الطلبة مراجعة التفاعلات التي سجلوها في دفاترهم، ووزن كل معادلة غير موزونة. واطلب إليهم أيضًا تبادل هذه التفاعلات مع زملائهم في الصف. ض م

التوسع

يمكن اعتبار التفاعلات التي تحتوي على أيونات عديدة الذرات وحدة واحدة لتسهيل عملية وزن المعادلات، فمثلاً في التفاعل:

$2Li_3PO_{4(aq)} + 3CaCl_{2(aq)} \rightarrow 6LiCl_{(aq)} + Ca_3(PO_4)_{2(S)}$

فإن مجموعتي الفوسفات على طرفي المعادلة توازنان ذرات الأكسجين والفوسفور. لذا اطلب إلى الطلبة وزن عدة تفاعلات تحوي أيونات عديدة الذرات. ض م

التقويم

المعرفة اطلب إلى الطلبة كتابة معادلة موزونة للتفاعل بين نترات الرصاص ويوديد البوتاسيوم. ض م

$Pb(NO_3)_{2(aq)} + 2KI_{(aq)} \rightarrow PbI_{2(s)} + 2KNO_{3(aq)}$

التقويم 3-1

7. لأن المادة لا تستحدث ولا تفنى في التفاعلات الكيميائية، لذا يجب أن تكون أعداد الذرات لكل العناصر متساوية في طرفي المعادلة.
8. قد تتضمن الإجابات: إطلاق طاقة أو امتصاصها، تغير في اللون، تغير في الرائحة، تكوّن غاز، أو تكوّن مادة صلبة.
9. المعادلة اللفظية تعبر عن كل من المواد المتفاعلة والناتجة في التفاعلات الكيميائية، أما المعادلة الكيميائية فتعطي الكميات النسبية للمتفاعلات والنواتج.
10. تبين المعاملات التي توجد في أبسط صورة الكميات النسبية للمواد الداخلة في التفاعل.
11. لا، لأن عمل ذلك يغير هوية المادة.
12. لا، المعادلة الصحيحة هي:

$K_2CrO_{4(aq)} + Pb(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow 2KNO_{3(aq)} + PbCrO_{4(S)}$

13. $2H_3PO_{4(aq)} + 3Ca(OH)_{2(aq)} \rightarrow Ca_3(PO_4)_{2(S)} + 6H_2O_{(aq)}$

68

وزن المعادلات الكيميائية

الشكل 3-6 إن القدرة على وزن المعادلات أساسية لدراسة الكيمياء. استعمل هذا المخطط لمساعدتك على إتقان هذه المهارة. ولاحظ أن الخطوات المرقمة تقابل الخطوات في الجدول 2-3.

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. ولهذا فمن الضروري أن تحتوي المعادلات التي تمثل التفاعلات الكيميائية على معلومات كافية توضح أن التفاعل يحقق قانون حفظ الكتلة.

لقد تعلمت كيف تحقق حفظ الكتلة في المعادلات الكيميائية الموزونة. والمخطط المبين في الشكل 3-6 يلخص خطوات وزن المعادلات. ولعلك تجد أن بعض المعادلات الكيميائية يمكن وزنها بسهولة، في حين أن وزن بعضها الآخر يكون أكثر صعوبة.

التقويم 3-1

الخلاصة

- بعض التغيرات الفيزيائية أدلة تشير إلى حدوث تفاعل كيميائي.
- توفر المعادلات اللفظية الكيميائية والرمزية معلومات مهمة عن التفاعل الكيميائي.
- توضح المعادلة الكيميائية أنواع المتفاعلات والنواتج في التفاعل الكيميائي وكمياتها النسبية.
- يتضمن وزن المعادلة تعديل المعاملات حتى يتساوى عدد الذرات في كلا طرفيها.

7. فسّر ما أهمية وزن المعادلات الكيميائية؟ أساسية (الأهمية)
8. عدّد ثلاثة من الأدلة التي تشير إلى حدوث التفاعل الكيميائي.
9. قارن بين المعادلة اللفظية والمعادلة الكيميائية.
10. فسّر لماذا يجب اختصار المعاملات في المعادلة الموزونة إلى أبسط نسبة من الأعداد الصحيحة.
11. حلّل هل يمكنك لدى وزن معادلة كيميائية تعديل الرموز السفلى في الصيغة؟
12. قوّم هل المعادلة الآتية موزونة؟ إذا لم تكن كذلك فصحح المعاملات لوزنها:

$2K_2CrO_{4(aq)} + Pb(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow 2KNO_{3(aq)} + PbCrO_{4(S)}$

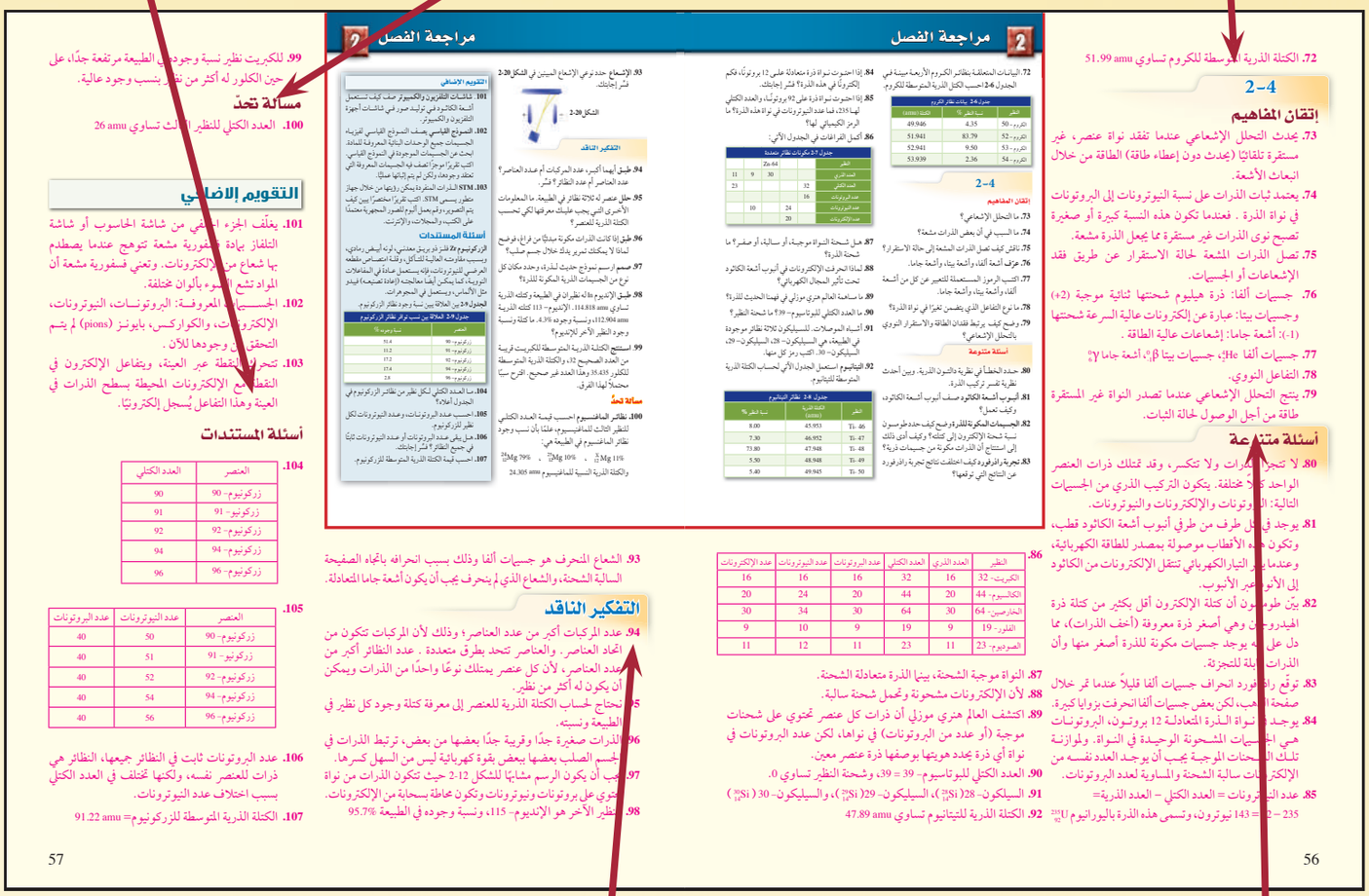
13. قوّم يتفاعل محلول حمض الفوسفوريك المائي مع محلول هيدروكسيد الكالسيوم المائي لإنتاج فوسفات الكالسيوم الصلبة والماء. اكتب معادلة موزونة تعبر عن هذا التفاعل.

تقويم: الفصل

أسئلة إتقان المفاهيم وحل المسائل يقومّان استيعاب المفردات، والمفاهيم الأساسية في كل درس.

أسئلة المستندات تربط الطلبة بتطبيقات من واقع الحياة عندما يقوّمون بيانات حقيقية في الأبحاث الحالية. وعليهم أن يحللوا الرسوم البيانية، والجداول، وأي بيانات تعرض في أي مجلات علمية مميزة ووثائق تاريخية كلاسيكية.

مسألة تحدٍّ تتطلب أن يظهر الطلبة مهارات متنوعة المستوى.



أسئلة متنوعة تقوّم هذه الأسئلة ما يعرفه الطلبة عن الفصول السابقة.

أسئلة التفكير الناقد تتطلب أن يظهر الطلبة درجة عالية من التفكير، ويستعملوا مهاراتهم الكتابية.

قائمة المواد والأدوات

يمكن أن تساعدك هذه القائمة للأدوات والمواد غير المستهلكة والتي يمكن الحصول عليها بسهولة على التحضير طول السنة. لذا ارجع إلى منظم الفصل في بداية كل فصل لتعرف المواد والأدوات المطلوبة لكل نشاط مخبري فيه.

المواد والأدوات غير المستهلكة		
ميزان حساس (رقمي)	مخبار مدرج 100 ml	مخبار مدرج 25 ml
مصباح كهربائي	أنبوب أشعة الكاثود	كأس زجاجية 100 ml
مجسم الكرة الأرضية	مصدر الجهد	ماصة
جهاز هوفمان	قضيب مغناطيسي	قطارة
ماسك	كشاف كهربائي	عبوات زجاجية مع غطاء 250 ml
مشط بلاستيكي	مؤشر الليزر	أنابيب اختبار
جهاز عرض الشفافيات	إطار صور	كأس 250 ml
طبق بتري مع غطاء	حامل حلقة	مسطرة
سحاحة	ماسك أنابيب	عملات معدنية
ساعة وقف	شبكه تسخين	حلقة معدنية
حامل أنابيب	زجاجة ساعة	مقياس درجة الحرارة (ثيرمومتر)
طبق تبخير	دورق 250 ml	دورق 25 ml

المواد والأدوات المستهلكة		
شموع	لاصق غير شفاف	شفافية
أعواد ثقاب	الصوف	بذور ذرة
شظية خشب	حرير	مشابك ورق
ورق غير شفاف	صمغ	

المواد الكيميائية		
السكروز $C_{12}H_{22}O_{11}$	بلورات اليود 3 g	ملح أبسوم 6 g
حمض اللاكتيك	نترات الفضة 0.1 mol/l	4g NaOH
حمض الأوليك	محلول يوديد البوتاسيوم 0.1mol/l	ألومنيوم A1
مسحوق التلك	قطعة حديد مجلفنة بالخارصين	خراطة نحاس Cu
الميثانول	حمض الهيدروكلوريك 3 mol/l	ملح طعام NaCl
محلول أمونيا 0.1 mol/1	كربونات الصوديوم 1g	إيثانول
مسحوق الخارصين 1g	نترات الكالسيوم 1g	فحم
الكاشف العام	أقراص فوارة	
قطع خارصين (أقطاب)		

القراءة طلبًا للمعلومات- كتاب الطالب

عندما يقرأ الطالب كتاب الكيمياء١ ، فإنما يقرؤه للحصول على معلومات. فالعلم ليس كتابة خيالية، بل يصف أحداثًا من واقع حياة الناس وأفكارهم، وفيما يلي بعض الأدوات التي يستعملها الكتاب لمساعدة الطالب على القراءة، نرجوا أن تستعرضها مع الطلبة في بداية الفصل الدراسي.

قبـــل القـراءة

إذا قرأت **الفكرة العامة** و **الفكرة الرئيسة** **والنشاط الاســتهلالي**، قبـل قراءتـك الفصـل أو الـدرس، فستحصل علـى فكـرة عامـة تمهيديـة للمحتـوى الذي ستدرسه.

وأمـا **الفكرة العامة** تصـف ما الذي سـتتعلمه فـي الفصل، والأفكار الرئيسـة فتدعمها. وكل درس في الفصل يعبر عن فكرة رئيسة تصف ما الذي يركز عليه هذا الدرس.

يبدأ كل فصل **بنشاط استهلالي** تقديمي للمحتوى الذي سيتناوله. لذا اقرأ هذا النشاط ونفذه لتكتشف المفاهيم التي سيتناولها الفصل.

طرائق أخرى للمراجعة

- اقرأ عنوان الفصل لتعرف موضوعاته.
- تصفح الصور، والرسوم، والتعليقات، والجداول.
- ابحث عن المفردات البارزة والمظللة.
- اعمل مخططًا للفصل مستعملاً العناوين الرئيسة والفرعية.

القراءة طلبًا للمعلومات- كتاب الطالب

أثناء القراءة

ستجد في كل درس أدوات تساعدك على تعميق الفهم لما تقرؤه، وأخرى تساعدك على تقويم ذلك الفهم.

2-3

الأهداف

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

مراجعة المفردات

الجدول الدوري: لوحة ترتب فيها جميع العناصر المعروفة تصاعديًّا حسب أعدادها الذرية في شبكة ذات صفوف أفقية تدعى دورات، وأعمدة تدعى مجموعات.

المفردات الجديدة

العدد الذري
النظائر
العدد الكتلي
وحدة الكتل الذرية
الكتلة الذرية

كيف تختلف الذرات؟ How Atoms Differ

الفكرة الرئيسة عدد البروتونات والعدد الكتلي يحددان نوع الذرة.

الربط بواقع الحياة تعلم أن الأرقام تستعمل يوميًّا لتعرّف الأشخاص والأشياء. فعلى سبيل المثال لكل مواطن رقم مسجل في حاسوب المملكة يعرف به. وبالمثل فإن العدد الذري يستعمل ليحدد أنواع الذرات.

العدد الذري Atomic Number

كما ترى في الجدول الدوري للعناصر، هناك أكثر من مائة وعشرة عناصر مختلفة. ما الذي يجعل ذرة عنصر ما تختلف عن ذرة عنصر آخر؟

اكتشف العالم هنري موزلي Henry Mosely أن ذرات كل عنصر تحتوي شحنات موجبة في أنويتها. وهكذا فإن عدد البروتونات في الذرة يحدد نوعها بوصفها ذرة عنصر معين. ويسمى عدد البروتونات في الذرة **العدد الذري**. وتحصل من خلال الجدول الدوري على معلومات عن العناصر، مثل عنصر الهيدروجين المبين في **الشكل 2-13**. فالرقم (1) الموجود فوق رمز الهيدروجين H يشير إلى عدد البروتونات أو العدد الذري. وبالانتقال عبر الجدول الدوري في اتجاه اليمين ستصل إلى عنصر الهيليوم He الذي تحتوي نواته على بروتونين، أي أن العدد الذري له (2). ويبدأ الصف التالي في الجدول الدوري بعنصر الليثيوم Li وعدده الذري (3)، يتبعه عنصر البريليوم Be وعدده الذري (4). وهكذا فإن الجدول الدوري مرتب من اليسار إلى اليمين، ومن الأعلى إلى الأسفل، تصاعديًّا حسب الأعداد الذرية للعناصر.

ونظرًا لأن جميع الذرات متعادلة فإن عدد البروتونات والإلكترونات في الذرة الواحدة يجب أن يكون متساويًا. لذا فإن معرفتك بالعدد الذري للعنصر تمكنك من معرفة عدد البروتونات وعدد الإلكترونات في الذرة. فعلى سبيل المثال، تحتوي ذرة الليثيوم على ثلاثة بروتونات وثلاثة إلكترونات؛ لأن عددها الذري (3).

العدد الذري

العدد الذري = عدد البروتونات = عدد الإلكترونات

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

الشكل 2-13 يمثل في الجدول الدوري كل عنصر باسمه الكيميائي، والعدد الذري، والرمز الكيميائي، ومتوسط الكتلة الذرية.

حدد عدد البروتونات وعدد الإلكترونات في ذرة الذهب.

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

❮ **الربط بواقع الحياة** يصف كيف يرتبط محتوى الدرس بحياتك.

مثال 1-2

العدد الذري أكمل الجدول الآتي:

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

1 تحليل المسألة

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

المعطيات

a. العدد الذري للرصاص= 82
b. عدد البروتونات = 8
c. عدد الإلكترونات = 30

المطلوب

a. عدد البروتونات، عدد الإلكترونات= ؟
b. العنصر، العدد الذري، عدد الإلكترونات=؟
c. العنصر، العدد الذري=؟ عدد البروتونات= ؟

2 حساب المطلوب

طبق علاقة العدد الذري
عوض العدد الذري يساوي 82

a. عدد البروتونات = العدد الذري
عدد البروتونات = 82
عدد الإلكترونات = عدد البروتونات
عدد الإلكترونات = 82
عدد كل من البروتونات والإلكترونات = 82

طبق علاقة العدد الذري
عوض عدد البروتونات يساوي 8

b. العدد الذري = عدد البروتونات
العدد الذري = 8
عدد الإلكترونات = عدد البروتونات
عدد الإلكترونات= 8
العدد الذري = عدد الإلكترونات = 8

استعمل الجدول الدوري لتعرّف العنصر
العنصر هو الأكسجين (O).

طبق علاقة العدد الذري
عوض عدد البروتونات يساوي 30

c. عدد البروتونات = عدد الإلكترونات.
عدد البروتونات = 30
العدد الذري = عدد البروتونات
العدد الذري= 30
العدد الذري = البروتونات = 30

استعمل الجدول الدوري لتعرّف العنصر
العنصر هو الخارصين Zn

3 تقويم الإجابة

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

مسائل تدريبية

12. ما عدد البروتونات والإلكترونات في كل من ذرات العناصر الآتية؟

a. الرادون Rn b. المغنسيوم Mg

13. عنصر تحتوي ذرته 66 إلكترونًا. ما العنصر؟

14. عنصر تحتوي ذرته 14 بروتونًا، ما العنصر؟

15. تحدَّ هل الذرات المبينة في الشكل عن اليسار لها نفس العدد الذري؟

تنقلك الأمثلة المحلولة خطوة خطوة إلى حل مسائل في الكيمياء. لذا عزّز المهارات التي تعلمتها بحل التدريبات.

مهارات قراءة أخرى

- اسأل نفسك: ما الفكرة العامة ؟ وما الفكرة الرئيسة؟
- اربط المعلومات في هذا الكتاب بمجالات أخرى درستها.
- توقع أحداثًا ونتاجات باستعمال الأدلة والمعلومات التي تعرّفتها مسبقًا.
- غيّر توقعاتك وأنت تقرأ معلومات جديدة وتجمعها.

القراءة طلبًا للمعلومات - كتاب الطالب

بعد ما قرأت

اقرأ الخلاصة، وأجب عن أسئلة التقويم في نهاية كل درس لتقويم مدى فهمك لما درسته.

يُختتم كل درس بتقويم، يحتوي على خلاصة وأسئلة. والخلاصة هي مراجعة للمفاهيم الرئيسة، أمّا الأسئلة فهي اختبار لقياس مدى استيعابك.

الشكل 13-1 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 الثاني II باللون الأزرق.

المركبان الناتجان عن اتحاد النحاس والكلور يسميان كلوريد النحاس I، وكلوريد النحاس II. وكما يشير قانون النسب المتضاعفة فإن النسبة بين الكتل المختلفة للنحاس التي تتحد مع كتلة ثابتة من الكلور في المركبين هي نسبة عددية بسيطة وصحيحة، تساوي 1 : 2.

التقويم 3-1

الخلاصة

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

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

20. **صف** الملامح التنظيمية الأساسية للجدول الدوري للعناصر.

21. **فسّر** ينطبق قانون النسب الثابتة على المركبات.

22. **اذكر** مثالين لمركبات ينطبق عليها قانون النسب المتضاعفة.

23. **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 لتبين العلاقة بينهما.

بيانات تحليل مركبين للحديد

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

24. **احسب** النسبة المئوية بالكتلة للهيدروجين وللأكسجين في الماء.

الفصل 1 دليل مراجعة الفصل

الفكرة العامة الكيمياء علم أساسي في حياتنا.

1-1 قصة مادتين

الفكرة الرئيسة الكيمياء هي دراسة الأشياء من حولنا.

المفردات
- الكيمياء
- المادة الكيميائية

المفاهيم الرئيسة
- الكيمياء هي دراسة المادة.
- المادة الكيميائية هي مادة لها تركيب محدد وثابت.
- الأوزون مادة تكون طبقة واقية في الغلاف الجوي للأرض.
- CFCs مواد مصنعة مكونة من الكلور والفلور والكربون، تتسبب في تقليل سُمك طبقة الأوزون.

2-1 الكيمياء والمادة

الفكرة الرئيسة تدرس مجالات الكيمياء الأنواع المختلفة من المادة.

المفردات
- الكتلة
- الوزن
- النموذج

المفاهيم الرئيسة
- النماذج أدوات يستعملها العلماء، وكذلك الكيميائيون.
- ملاحظات العين المجردة للمادة تعكس سلوك الذرات في هذه المادة.
- هناك عدة مجالات لعلم الكيمياء، منها الكيمياء العضوية، وغير العضوية، والفيزيائية، والتحليلية، والحيوية، والنظرية.

3-1 العناصر والمركبات

الفكرة الرئيسة المركّب مكوّن من عنصرين أو أكثر متحدين معًا.

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

المفاهيم الرئيسة
- لا تتجزأ العناصر إلى مواد نقية أبسط منها.
- العناصر مرتبة في الجدول الدوري للعناصر.
- تنتج المركبات عن اتحاد عنصرين أو أكثر، وتختلف خواصها عن خواص العناصر المكوّنة لها.
- ينص قانون النسب الثابتة على أن المركّب يتكون دائمًا من العناصر نفسها وبالنسب نفسها.
- ينص قانون النسب المتضاعفة على أنه إذا كوّنت عناصر أكثر من مركّب، فإن النسبة بين كتل أحد هذه العناصر التي تتحد بكتلة ثابتة من عنصر آخر في هذه المركبات هي نسبة عددية بسيطة وصحيحة.

ستجد في نهاية كل فصل دليلاً لمراجعة الفصل، يتضمن المفردات والمفاهيم الرئيسة. لذا، استخدمه لمراجعة الفصل وتقويم مدى استيعابك له.

طرائق أخرى للمراجعة

- اكتب الفكرة العامة.
- اربط الفكرة الرئيسة بـ الفكرة العامة.
- وضح ما تقرؤه بكلماتك الخاصة.
- طبق هذه المعلومات على الموضوعات الدراسية الأخرى أو في البيت.
- عين المصادر التي يمكنك استعمالها لتحصل على معلومات أكثر حول هذا الموضوع.

رموز السلامة والاحتياطات اللازم مراعاتها في المختبر

رموز السلامة	المخاطر	الأمثلة	الاحتياطات	العلاج
التخلص من المواد	خطوات التخلص من المواد.	بعض المواد الكيميائية، والمخلوقات الحية.	لا تتخلص من هذه المواد في المغسلة أو في سلة المهملات.	تخلص من النفايات وفق تعليمات المعلم.
مواد حيّة	مخلوقات ومواد حية قد تسبّب ضررًا للإنسان.	البكتيريا، الفطريات ، الدم، الأنسجة غير المحفوظة، المواد النباتية.	تجنب ملامسة الجلد لهذه المواد، والبس قناعًا (كمامة) وقفازات.	أبلغ معلمك في حالة حدوث ملامسة للجسم، واغسل يديك جيدًا.
درجة حرارة مرتفعة أو منخفضة	الأشياء التي قد تحرق الجلد بسبب حرارتها أو برودتها الشديدتين.	غليان السوائل، السخانات الكهربائية، الجليد الجاف، النيتروجين السائل.	استعمال قفازات واقية.	اذهب إلى معلمك طلبًا للإسعاف الأولي.
الأجسام الحادة	استعمال الأدوات والزجاجيات التي تجرح الجلد بسهولة.	المقصات، الشفرات، السكاكين، الأدوات المدبّبة، أدوات التشريح، الزجاج المكسور.	تعامل بحكمة مع الأداة، واتبع إرشادات استعمالها	اذهب إلى معلمك طلبًا للإسعاف الأولي.
الأبخرة	خطر محتمل على الجهاز التنفسي من الأبخرة	الأمونيا، الأستون، الكبريت الساخن، كرات العث (النفثالين).	تأكد من وجود تهوية جيدة، ولا تشم الأبخرة مباشرة، وارتد قناعًا (كمامة).	اترك المنطقة، وأخبر معلمك فورًا.
الكهرباء	خطر محتمل من الصعق الكهربائي أو الحريق	تأريض غير صحيح، سوائل منسكبة، أسلاك معرّاة.	تأكد من التوصيلات الكهربائية للأجهزة بالتعاون مع معلمك.	لا تحاول إصلاح الأعطال الكهربائية، واخبر معلمك فورًا.
المواد المهيّجة	مواد قد تهيج الجلد أو الغشاء المخاطي للقناة التنفسية.	حبوب اللقاح، كرات العث، الصوف والفولاذ، ألياف الزجاج، برمنجنات البوتاسيوم.	ارتد قناعًا (كمامة) واقيًا من الغبار وقفازات، وتصرف بحذر شديد عند تعاملك مع هذه المواد.	اذهب إلى معلمك طلبًا للإسعاف الأولي.
المواد الكيميائية	المواد الكيميائية التي يمكن أن تتفاعل مع الأنسجة والمواد الأخرى وتتلفها.	المبيضات مثل فوق أكسيد الهيدروجين، والأحماض كحمض الكبريتيك، والقواعد كالأمونيا، وهيدروكسيد الصوديوم.	ارتد نظارات واقية، وقفازات، والبس معطف المختبر.	اغسل المنطقة المصابة بالماء، وأخبر معلمك بذلك.
المواد السامة	مواد تسبب التسمم إذا ابتُلعت أو استُنشقت أو لمست.	الزئبق، العديد من المركبات الفلزية، اليود، النباتات السامة.	اتبع تعليمات معلمك.	اغسل يديك جيدًا بعد الانتهاء من العمل، واذهب إلى معلمك طلبًا للإسعاف الأولي.
مواد قابلة للاشتعال	بعض الكيماويات يسهل اشتعالها بوساطة اللهب، أو الشرر، أو عند تعرضها للحرارة.	الكحول، الكيروسين، الأسيتون، برمنجنات البوتاسيوم ، الملابس، الشعر.	تجنب مناطق اللهب المشتعل عند استخدام هذه الكيماويات.	أبلغ معلمك فورًا، واستعمل طفاية الحريق.
اللهب المشتعل	ترك اللهب مفتوحًا يسبب الحريق.	الشعر، الملابس، الورق، المواد القابلة للاشتعال.	اربط الشعر إلى الخلف، ولا تلبس الملابس الفضفاضة، واتبع تعليمات المعلم عند إشعال اللهب أو إطفائه.	اغسل يديك جيدًا بعد الاستعمال. واذهب إلى معلمك طلبًا للإسعاف الأولي.

سلامة العين

يجب دائمًا ارتداء نظارات واقية عند العمل في المختبر.

وقاية الملابس

يظهر هذا الرمز على عبوات المواد التي يمكن أن تبقع الملابس أو تحرقها.

سلامة الحيوانات

يشير هذا الرمز للتأكيد على سلامة الحيوانات.

نشاط إشعاعي

يظهر هذا الرمز عندما تستعمل مواد مشعة.

غسل اليدين

اغسل يديك بعد كل تجربة بالماء والصابون قبل نزع النظارات الواقية.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

الفصل 1

مقدمة في الكيمياء
Introduction to Chemistry

الفكرة العامة الكيميـــاء علـم أساسي في حياتنا.

1-1 قصة مادتين

الفكرة الرئيسة الكيميـــاء هي دراسة الأشياء من حولنا.

1-2 الكيمياء والمادة

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

1-3 العناصر والمركبات

الفكرة الرئيسة المركب مكون من عنصرين أو أكثر متحدين معًا.

د م دون المستوى	ض م ضمن المستوى	ف م فوق المستوى	ت ت تعلم تعاوني

الزمن المقترح للتدريس - الفصل1 / مقدمة في الكيمياء (5 حصص)				
الدرس	1-1	1-2	1-3	التقويم
عدد الحصص	1	1	2	1

أهـداف الدرس	المصادر والتقويم	المواد والأدوات المختبرية
1-1 1. يعرّف المادة الكيميائية. 2. يوضح تكوّن الأوزون وأهميته. 3. يصف تطور الكلوروفلوروكربونات.	**متابعة التقدم** ماذا قرأت؟ صفحة 11 تقويم بنائي، صفحة 12،11 اختبر الرسم البياني، صفحة 13 تقويم الدرس، صفحة 13	**نشاط استهلالي** صفحة 9: ميزان حساس (رقمي)، شمعة، علبة ثقاب، ساعة وقف. **الزمن المقترح**: 15 **دقيقة**
1-2 1. يقارن بين الكتلة والوزن. 2. يفسر سبب اهتمام الكيميائيين بالوصف تحت المجهري للمادة. 3. يحدد مجال التركيز لكل مجال من مجالات الكيمياء المختلفة.	**متابعة التقدم** ماذا قرأت؟ صفحة 15 تقويم بنائي، صفحة 17،16 تقويم الدرس، صفحة 17	
1-3 1. يميز بين العناصر والمركبات. 2. يصف ترتيب العناصر في الجدول الدوري. 3. يشرح كيف تسلك المركبات وفق قانوني النسب الثابتة والمتضاعفة.	**متابعة التقدم** ماذا قرأت؟ صفحة 23،21،20،19 تقويم بنائي، صفحة 24،19 اختبر الرسم البياني، صفحة 23 تقويم الدرس، صفحة 24 **تقويم ختامي** مراجعة الفصل صفحة 27	**عرض عملي** صفحة 20: جهاز هوفمان، علبة ثقاب. **الزمن المقترح**: 15 **دقيقة**

الفصل 1

الفكرة العامة

الكيميـاء والحياة وجّـه الطلبـة إلـى مناقشـة العمليـات الكيميائيـة التـي تحـدث يوميًّا مـن حولهم؛ لتقديـم الفكرة العامة لهذا الفصل.

واطلـب إليهـم إعطـاء مثـال على عمليـة كيميائيـة تحدث فـي غرفـة الصـف ولا ترتبـط بتجربـة مختبريـة. واقبل كل الإجابـات المعقولـة، ومنها: التنفـس، والهضم، وعمليات انتقال الحرارة كافة.

واطلب إليهم إعطاء أمثلة على عمليات كيميائية تحدث في بيوتهم. واقبل كل الإجابات المعقولة، ومنها: طهو الطعام، وحرق الشموع.

استعمال الصورة

الكيمياء في البيت اطلب إلى الطلبة أن ينظروا إلى صورة المنزل الخشبي، واطلب إليهم اقتراح أمثلة أخرى على عمليات يمكن أن تحدث داخل المنزل الخشبي أو داخل بيوتهم، ومنها: حرق الغاز الطبيعي، أو الوقود، أو البروبان للحصول على الحرارة.

نشاط استهلالي

أين ذهبت الكتلة؟

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

خطوات العمل

1. اقرأ نموذج السلامة في المختبر.
2. استعمل ميزانًا رقميًّا لقياس كتلة **شمعة**. سجل مقدار الكتلة، وملاحظات مفصلة عن الشمعة.
3. ضع الشمعة على سطح مقاوم للاحتراق، كطاولة مختبر. **وأشعل الشمعة**، ثم دعها تحترق مدة خمس دقائق، ثم أطفئها، وسجل ملاحظاتك.

   تحذير: لا تلق أعواد الثقاب في المغسلة.
4. اترك الشمعة تبرد، ثم قس كتلتها، وسجل ذلك.
5. ضع الشمعة المطفأة في وعاء يحدده لك المعلم.

تحليل النتائج

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

استقصاء هل يمكن أن تختلف كمية المادة المفقودة؟

استقص العوامل التي يمكن أن تسهم في إعطاء نتيجة مختلفة.

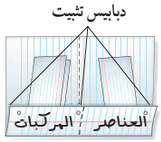
المطويات منظمات الأفكار

اعمل **العناصر والمركبات** مطوية تساعدك في تنظيم المعلومات عن العناصر والمركبات.

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 مرة واحدة، وثبتها بمثبت، كما في الشكل؛ لتكون جيبين. سمِّ الجيبين: العناصر والمركبات.



المطويات **استعمل هذه المطوية في الدرس 3-1** من هذا الفصل. عندما تقرأ هذا الدرس استعمل بطاقات فهرسة أو أرباع أوراق عادية لتلخيص ما تعلمته عن العناصر والمركبات. ضع هذه البطاقات في الجيوب المطوية.

الكيمياء عبر المواقع الإلكترونية

لمراجعة محتوى هذا الفصل وأنشطته ارجع إلى الموقع الإلكتروني

www.obeikaneducation.com

نشاط استهلالي

الهدف سيلاحظ الطلبة تفاعلًا كيميائيًّا، ويربطون ملاحظاتهم بتعريف كل من الكيمياء والمادة.

احتياطات السلامة: اطلب إلى الطلبة الاطلاع على نموذج السلامة قبل بدء العمل، ووجّههم لتوخي الحذر عند استعمال اللهب أو العمل قربه.

التخلص من النفايات: اطلب إلى الطلبة أن يضعوا أعواد الثقاب المستعملة في وعاء مقاوم للاشتعال، أو في وعاء به ماء.

استراتيجيات التدريس

- اسأل الطلبة عن الأدلة التي لاحظوها، أو التي تشير إلى حدوث تغير في المادة. قد تتضمن الإجابات التغير في اللون، أو إنتاج رائحة، أو إنتاج غاز أو طاقة.
- وظّف خروج الرائحة في هذه التجربة لإجراء مناقشة حول تلوث الهواء. يمكن استعمال هذه التجربة لتقديم مشكلة الأوزون التي تمت مناقشتها في هذا الفصل.

النتائج المتوقعة تفْقد الشمعة جزءًا من كتلتها عندما تحترق.

تحليل النتائج

1. ظهرت كمية صغيرة من الدخان عند احتراق الشمعة، وأصبحت الشمعة أقل حجمًا مما كانت عليه قبل بَدء عملية الاحتراق.
2. تحولت إلى غاز انطلق في الغرفة.

استقصاء

نعم، إن كمية المادة المفقودة هي أحد المتغيرات. ومن المتغيرات الأخرى التي يمكن أن تؤدي إلى نتائج مختلفة: التركيب الكيميائي للشمعة، والتركيب الكيميائي للفتيل، وقُطر الشمعة.

1-1

1. التركيز

ابدأ بعرض الفكرة الرئيسة على الطلبة.

الفكرة الرئيسة

الكيمياء من حولك اطلب إلى الطلبة أن يتذكروا آخر مرة قام فيها أحدهم بخَبز شيء ما – كعكة أو خبز أو حلوى– في بيته، وهل للكيمياء علاقة بذلك. نعم إن كثيرًا من التفاعلات الكيميائية تحدث في أثناء خبز الأشياء، ومنها التفاعل الكيميائي الذي يحدث عند خلط مسحوق الخبز بالماء وتصاعد الغاز، أو عند مزج مسحوق الخبز مع الزبد وإنتاج غاز. اسأل الطلبة عما إذا كان للكيمياء علاقة بتشغيل مسجل. نعم، يحدث تفاعل كيميائي في البطارية. ارفع حاسبة بيدك، واسأل الطلبة: ما علاقة الكيمياء بصناعة الحاسبة؟ ربما تحصل على إجابات، منها: تستخدم الكيمياء في صناعة غطاء الحاسبة أو الرقائق التي تشغلها.

ض م

2. التدريس

تطوير المفهوم

المواد الكيميائية اسأل الطلبة عما يرد إلى أذهانهم عندما يسمعون مصطلح (مواد كيميائية). غالبًا ما يكون لهذا المصطلح إيحاء سلبي. لذا ركّز على أن المواد الكيميائية منتشرة حولنا في كل مكان، وأن البشر لا يمكنهم العيش دونها. ورغم أن بعضها ضارٌّ إلا أن بعضها الآخر مفيد وضروري. **ض م**

قصة مادتين

A Story of Two Substances

الأهداف

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

مراجعة المفردات

المادة: كل ما يشغل حيزًا وله كتلة

المفردات الجديدة

الكيمياء
المادة الكيميائية

الفكرة الرئيسة الكيمياء هي دراسة الأشياء من حولنا.

الربط بواقع الحياة قد تحاول أن تحل مشكلة ما فيؤدي ذلك إلى مشكلة أخرى. فهل حركت يومًا قطعة أثاث من مكانها إلى مكان آخر، لتكتشف 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. إن هذا قد يحدث أحيانًا في العلوم.

لماذا ندرس الكيمياء؟ Why Study Chemistry

تأمّل الأشياء من حولك، وكذلك الأشياء الموضحة في **الشكل 1–1**. من أين جاءت كل هذه المادة؟ إن كل المواد في العالم مكونة من وحدات بنائية. وهذه الوحدات والأشياء المصنوعة منها يطلق عليها العلماء "مادة".

ربما قد تتساءل وأنت تدرس الكيمياء. ما أهميتها بالنسبة لنا؟ إن **الكيمياء**– وهي العلم الذي يهتم بدراسة المادة وتغيراتها – نستعملها في حياتنا اليومية. ومن ذلك التبريد كما في الثلاجات والمكيفات، وكما في بعض الدهانات (الكريمات) التي تستعمل مثلاً في الوقاية من بعض أشعة الشمس الضارة.. وغيرها.

الشكل 1–1 كل شيء في الكون ـ بما في ذلك الجسيمات الموجودة في الفضاء والأشياء المحيطة بنا ـ مكون من مادة.

دفتر الكيمياء

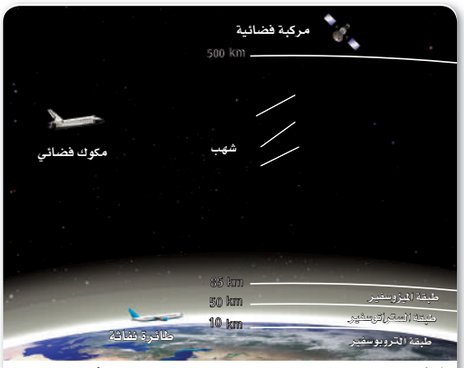
الكيمياء اطلب إلى الطلبة أن يكتبوا بضع جمل في دفاتر الكيمياء يصفون فيها ما يريدون أن يتعلموه في صفوف الكيمياء، وما يتوقعونه. ارجع إلى هذه الجمل لاحقًا؛ لتعرف ما إذا كانت توقعاتهم قد تحققت. **د م** **ض م** **ف م**

طبقة الأوزون The Ozone Layer

إن التعرض الزائد للأشعة فوق البنفسجية مؤذٍ لكل من النباتات والحيوانات. كما أن المستويات العالية للأشعة فوق البنفسجية المتوسطة الموجة ـ والتي يرمز لها بالرمز UVB ـ يمكن أن تسبب إعتامًا في العين، وسرطانًا في الجلد عند الإنسان، وخللاً في سلاسل الغذاء في الطبيعة.

الغلاف الجوي للأرض تستطيع الكائنات الحية البقاء على الأرض بفضل ما هيأه الله تبارك وتعالى من طبقة الأوزون التي تحميها من المستويات العليا للأشعة فوق البنفسجية UVB. والأوزون ـ المكون من ذرات الأكسجين ـ مادة كيميائية موجودة في الغلاف الجوي، تمتص معظم الأشعة الضارة قبل وصولها إلى الأرض. **والمادة الكيميائية لها تركيب محدد وثابت**. ينتشر حوالي 90% من الأوزون في طبقة تحيط بالأرض وتحميها. وكما ترى في **الشكل 2–1** فإن الغلاف الجوي للأرض يتكون من عدة طبقات، تسمى الطبقة الدنيا منها «تروبوسفير»، وهي تحتوي على الهواء الذي نتنفسه، وتوجد فيها الغيوم، كما أن تقلبات الطقس كلها تحدث في هذه الطبقة. وتسمى الطبقة التي تقع فوقها طبقة «ستراتوسفير»، وتمتد من 10 km - 50 فوق سطح الأرض، وفيها طبقة الأوزون التي تحمي الأرض، حيث تتجلى عظمة الخالق –عز وجل– في وجود هذه الطبقة التي تمتص معظم الأشعة الكونية (الأشعة فوق البنفسجية) قبل أن تصل إلى الأرض.

ماذا قرأت؟ وضح فوائد وجود الأوزون في الغلاف الجوي.



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

المفردات

أصل الكلمة

الأوزون (Ozone)

أصل هذه الكلمة إغريقي، وتعني يشم.

واقع الكيمياء في الحياة
طبقة الأوزون

كريم الحماية من أشعة الشمس لتوفير بعض الحماية من الأشعة فوق البنفسجية الضارة يمكن دهن الجلد بكريم يساعد على الوقاية من حروق الشمس وسرطان الجلد. وينصح خبراء الصحة باستعمال هذا الكريم في أي وقت تكون فيه خارج البيت، ومعرضًا لأشعة الشمس فوق البنفسجية.

مشروع الكيمياء

الكائنات الحية قسم الطلبة إلى مجموعات صغيرة، واطلب إليهم البحث عن تأثير زيادة الأشعة فوق البنفسجية UV في الكائنات الحية. على الطلبة تحضير عرض شفوي مصحوب بوسائل مرئية لتقديمه إلى زملائهم في الصف. ض م ت ت

عرض عملي

المواد النقية أو المواد الكيميائية

بيّن للطلبة أن المواد الكيميائية موجودة في كل مكان. احرق شمعة كبيرة أمام الصف، موضحًا لهم أن الشمع مادة كيميائية تحتاج إلى الأكسجين لإشعالها. إذا وضعت يدك قريبًا من الشعلة فسوف تحرق جلدك. كما أن الأشعة فوق البنفسجية UV المنبعثة من الشمس تحرق الجلد أيضًا. ويحتوي واقي الشمس موادَّ كيميائية تمتص الأشعة فوق البنفسجية قبل أن تصل إلى الجلد. وكذلك الأوزون؛ فهو مادة كيميائية موجودة في الجو تمتص الأشعة فوق البنفسجية قبل أن تصل إلى سطح الأرض.

التقويم

المعرفة زود الطلبة بقائمتين، تضم إحداهما طبقات الغلاف الجوي موزعة عشوائيًّا، وتضم الأخرى خاصية لكل طبقة، حيث ترتبط الخواص بالتركيب الكيميائي للطبقة. ثم اطلب إليهم مقارنة كل طبقة بالصفة الخاصة بها. ض م

ماذا قرأت؟ يمتص الأوزون الأشعة فوق البنفسجية الضارة المنبعثة من الشمس، ويمنع وصولها إلى سطح الأرض، وتدمير الكائنات الحية الموجودة عليها.

■ **إجابة سؤال الشكل 1-3** تتحلل جزيئات غاز الأوزون وغاز الأكسجين، ويُعاد تكوينها باستمرار في الغلاف الجوي.

التقويم

المهارة دع الطلبة يرسموا طبقات الغلاف الجوي، ويبينوا أين يتكون الأوزون ويخزن؟ ض م

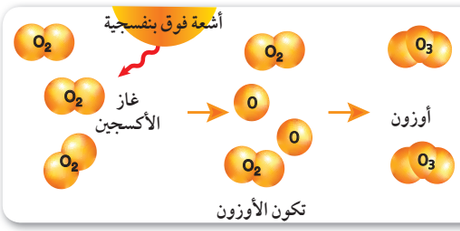
عرض عملي

خط الاستواء أحضر مجسم الكرة الأرضية ومصباحًا كهربائيًّا، واطلب إلى الطلبة أن يحددوا خط الاستواء على المجسم، حيث يتكون الأوزون بكميات أكبر. وبيّن لهم كيف تصل أشعة الشمس مباشرة إلى الأرض عند خط الاستواء. ودع أحدهم يتطوع ليبيّن أن الإحساس بالطاقة عندما تسقط الأشعة بشكل مستقيم/ عمودي يكون أكبر منه عندما تسقط على نحو مائل. وبيّن لهم أيضًا كيف تعمل تيارات الحمل الناتجة عن التسخين غير المتساوي في الغلاف الجوي على نقل الأوزون من خط الاستواء إلى القطبين. ض م

التعزيز

تكوّن الأوزون اسأل الطلبة عن سبب تكون معظم الأوزون فوق خط الاستواء. يعتمد تكون الأوزون في طبقة الستراتوسفير على الطاقة الموجودة في أشعة UV المنبعثة من الشمس، والتي تحلّل الأكسجين. والأشعة المباشرة التي تسقط على خط الاستواء لها طاقة أكبر من الأشعة المائلة التي تصل إلى أجزاء أخرى من الأرض. ض م

ماذا قرأت؟ لاتتفاعل CFCs مباشرة مع المواد الأخرى. لذا اعتقد العلماء أنّ جزيئاتها مستقرة.



الشكل 3–1 الأشعة فوق البنفسجية الصادرة من الشمس تجعل جزءًا من غاز الأكسجين O_2 يتحلل إلى ذرات أكسجين O، وهذه الذرات المنفردة تتحد مع غاز الأكسجين O_2 وتكون الأوزون O_3
فسّر. ما سبب التوازن بين غازي الأكسجين والأوزون في طبقة الستراتوسفير؟

تكوّن الأوزون كيف يدخل 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 الأوزون O_3. كما هو موضح في **الشكل 3-1**. ويمكن للأوزون أن يمتص الأشعة فوق البنفسجية، ويتحلل مكونًا غاز الأكسجين، لذلك يحدث نوع من التوازن بين مستويات الأكسجين والأوزون في طبقة الستراتوسفير، وقد تم تعرّف الأوزون وقياس كميته في أواخر القرن التاسع عشر. يطلق على تقلص سمك طبقة الأوزون "ثقب الأوزون". ما سبب ثقب الأوزون؟

مهن في الكيمياء

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

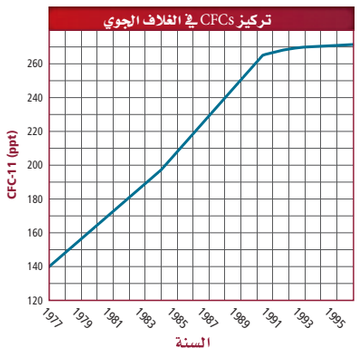
الكلوروفلوروكربونات Chlorofluorocarbons

بدأت قصتها في عشرينيات القرن الماضي، حيث ازداد إنتاج الثلاجات التي استعملت في البداية غازات ضارة كالأمونيا للتبريد. ولأن أبخرة الأمونيا يمكن أن تتسرب من الثلاجة، وتؤذي أفراد البيت، بدأ الكيميائيون في البحث عن مبردات أكثر أمنًا. وقد حضّر العالم توماس ميجلي Thomas Midglay عام 1928م أول كلوروفلوروكربون CFC، وهو مادة مكونة من الكلور والفلور والكربون. ويحضَّر الآن عدد من هذه المركبات ـ التي لا تتكون بشكل طبيعي ـ في المختبر، وهي غير سامة؛ لأنها لا تتفاعل مباشرة مع المواد الأخرى. وقد ظهر مع الوقت أن هذه الغازات مبردات مثالية. في عام 1935م بدأ استعمال هذه المواد في صناعة المكيفات المنزلية، كما دخلت في صناعة الثلاجات، بالإضافة إلى استعمالها في تصنيع البوليمرات، وفي دفع الرذاذ من علب الرش.

ماذا قرأت؟ فسّر لماذا فكر العلماء أن الكلوروفلوروكربونات CFCs آمنة للبيئة؟

التنوع الثقافي

ألوان البشرة تكون البشرة داكنة اللون (السمراء) أقل تأثرًا بالأشعة فوق البنفسجية المنبعثة من الشمس. لذا فإن بشرة سكان المناطق القريبة من خط الاستواء- حيث أشعة الشمس أقوى - تكون داكنة. وبالعكس، فإن أشعة UV أقل كثافة في الأماكن البعيدة عن خط الاستواء؛ لذا تميل بشرة الناس هناك إلى البياض. وعلى الرغم من أن شعب جرينلاند يعيش إلى الشمال بعيدًا عن خط الاستواء، إلا أن بشرتهم داكنة؛ لأن الثلج يعكس أشعة UV . لذا فهم بحاجة إلى بشرة داكنة لحمايتهم من مستويات أشعة UV العالية التي يستقبلونها نتيجة الانعكاس.



الشكل – جمع العلماء معلومات عن الاستعمال العالمي للكلوروفلوروكربونات CFCs وتراكمها فوق القطب الجنوبي للكرة الأرضية. CFC–11 هو أحد أنواع CFC .

انظر الرسم البياني
صف اتجاه تغير البيانات من سنة 1977 إلى سنة 1995م.

ppt : وحدة قياس تركيز، تعني جزءًا من الألف (part per thousand)

بدأ العلماء بالكشف عن وجود الكلوروفلوروكربونات CFCs في الجو في سبعينات القرن الماضي، فقاموا بقياس كميتها في الغلاف الجوي، ووجدوا أنها تزداد عامًا بعد آخر. وبحلول عام 1990م، وجدوا أن كمياتها وصلت مستوى عاليًا، كما هو مبين في **الشكل 4–1**. وقد كان شائعًا أنها لا تشكل خطرًا على البيئة؛ لأنها مستقرة، ومن ثم لم تشكل مصدر قلق لكثير من العلماء.

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

التقويم 1-1

الخلاصة

- الكيمياء هي دراسة المادة.
- المادة الكيميائية لها تركيب محدد وثابت.
- الأوزون مادة تكون طبقة واقية في الغلاف الجوي للأرض.
- CFCs مواد مصنعة مكونة من الكلور، والفلور، والكربون وتؤثر في سمك طبقة الأوزون.

1. **الفكرة الرئيسة** **وضح** أهمية دراسة الكيمياء للإنسان.
2. **عرّف** المادة الكيميائية وأعط مثالين عليها.
3. **صف** كيف يتكون الأوزون؟ ولماذا يعد مهمًّا؟
4. **وضح** لماذا طُورت الكلوروفلوروكربونات؟ وكيف تستعمل؟
5. **فسّر** سبب قلق العلماء من تزايد UVB في الجو.
6. **فسّر** سبب ازدياد تركيز CFCs في الغلاف الجوي.

اختبر الرسم البياني زاد استعمال مركبات CFCs منذ عام 1977م حتى عام 1990م، ثم بدأ استعمالها يتناقص حتى عام 1995م.

3. التقويم

التحقق من الفهم ما المستوى الطبيعي للأوزون في الستراتوسفير؟ 300 DU وما أدنى مستوى وجده العلماء فوق القطب الجنوبي في أوائل الثمانينات من القرن الماضي؟ 160 DU دع الطلبة يوضحوا لماذا اعتبر العلماء تلك الحالة خطيرة؟

(DU) تعني دوبسون Dobson وهي وحدة لقياس كمية الأوزون).

إعادة التدريس

أحضر جوربًا أو قطعة قماش رقيق، ووضح للطلبة أنها مادة، ولكنها أرق من أغلب المواد، كما أنها تسمح لكمية أكبر من الضوء بالمرور من خلالها. واطلب إليهم أن يشرحوا كيف يشبه هذا النموذج ثَقب الأوزون؟ د م

التوسع

ناقش الطلبة كيف تغيرت صناعة المنتجات مع الزمن. وبيّن لهم دور الكيمياء في هذه التغيرات. وذكّرهم بتطور المبرّدات، كما ورد في الكتاب. وأحضر إلى الصف وعاءَيْ حليب، أحدهما من الكرتون، والآخر من البلاستيك، واطلب إليهم أن يصفوا مزايا وعيوب كلا النوعين من الأوعية. الوعاء الكرتوني يتحلل بسهولة مع الوقت، بعكس الوعاء البلاستيكي. وكلاهما يمكن إعادة تصنيعه. كما أن الحليب يبقى طازجًا أكثر في الوعاء البلاستيكي. ف م

التقويم 1-1

1. الكيمياء علم يهتم بدراسة المادة. وكل شيء مكون من مادة.
2. المادة الكيميائية، هي مادة ذات تركيب محدد. فتركيب ملح الطعام مثلًا NaCl ، وتركيب السكر $C_{12}H_{22}O_{11}$.
3. عندما يتعرض الأكسجين O_2 إلى أشعة في الطبقات العليا من الستراتوسفير فإنه يتحلل إلى ذرات أكسجين منفردة O تتحد مع جزيئات الأكسجين O_2 لتكوّن الأوزون O_3، والذي يكُون طبقة واقية للمخلوقات الحية من الإشعاعات الضارة.
4. طُورّت الكلوروفلوروكربونات بوصفها بديلًا آمنًا للأمونيا في التبريد، كما تستعمل في المبردات، وفي صناعة الرغوة، وفي دفع مكونّات علب الرش.
5. لخلايا الجسم بعض القدرة على إصلاح نفسها، لكن هذه القدرة تقل عندما تتعرض لكمية كبيرة من أشعة UVB.
6. استمرّ استعمال CFCs في الازدياد.

1-2

1. التركيز

ابدأ بعرض الفكرة الرئيسة على الطلبة.

الفكرة الرئيسة

مجالات الكيمياء اكتب مصطلح (كيمياء حيوية) على السبورة، واسأل الطلبة: ماذا يدرس المختص في الكيمياء الحيوية؟ كيمياء الحياة. اكتب مصطلح (الكيمياء البيئية) على السبورة، ودع الطلبة يستنتجوا ما يدرسه الكيميائي البيئي، الكيمياء البيئية مبينًا لهم أن دراسة الكيمياء واسعة، ولها مجالات كثيرة. والعديد من الكيميائيين يتخصصون في جوانب معينة من الكيمياء، ويركّزون عليها.

2. التدريس

■ **سؤال النص** لا، فالمشاعر والأحاسيس وموجات الميكروويف والصوت ليست مواد.

■ **إجابة سؤال الشكل 1-5** الكتلة مقياس لكمية المادة، وهي مستقلة عن الجاذبية. أما الوزن فهو تأثير الجاذبية في المادة.

عرض عملي

الكيمياء والمادة

أشعل شمعة وناقش الطلبة في احتراقها من منظور المادة. تهتم الكيمياء بدراسة تركيب المادة كالشمع الذي في الشمعة، والأكسجين في الهواء، وتغيرات المادة كالتغيرات التي تحصل للشمع عند احتراقه.

طرائق تدريس متنوعة

ضعاف البصر دع الطلبة ضعاف البصر يختاروا عدة أجسام. مثل كتبهم المدرسية، ويصفوها. قد تتضمن هذه الصفات أن للأجسام كتلة وحجمًا. وساعدهم على فهم مثل هذه الخواص كالكتلة والحجم. وانفخ بالونًا، ودع الطلبة يلمسوه لاستيعاب مفهومي كتلة الهواء الموجود فيه وحجمه. **د م**

مشروع الكيمياء

رحلات الفضاء كلّف الطلبة بالبحث في كيفية قيام رواد الفضاء بمهامهم، مثل العمل بالأدوات والأكل في حالة انعدام الوزن. واطلب إليهم أن يعدّوا تقريرًا مختصرًا عمّا يجدونه. **د م** **ض م** **ف م**

1-2

الأهداف

- **تقارن** بين الكتلة والوزن.
- **تفسر** سبب اهتمام الكيميائيين بالوصف تحت المجهري للمادة.
- **تحدد** مجال التركيز لكل مجال من مجالات الكيمياء المختلفة.

مراجعة المفردات

التقنية: التطبيق العملي للمعرفة العلمية.

المفردات الجديدة

الكتلة
الوزن
النموذج

الكيمياء والمادة

Chemistry and Matter

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

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

المادة وخواصها Matter and its Characteristics

يتكون الكون من المادة فكل شيء من حولك مادة، وللمادة عدة أشكال، ومنها الأشياء الموجودة في **الشكل 5–1**. بعض المواد توجد في الطبيعة، ومنها الأوزون، في حين أن بعضها الآخر يحضر صناعيًّا، ومنها CFCs.

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

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

الشكل 5–1 كل شيء في هذه الصورة مادة، وله كتلة ووزن. قارن بين الكتلة والوزن.

نموذج بناء للمكاتب

نموذج طائرة

الشكل 6–1 يستعمل العلماء النماذج لتوضيح الأفكار المعقدة، كتركيب البنايات. كما أنهم يستعملون النماذج لاختبار مفهوم، كتصميم جديد لطائرة قبل إنتاجها.

استنتج. لماذا يستعمل الكيميائيون النماذج لدراسة الذرات؟

قد يبدو من الأنسب للعلماء أن يستعملوا الوزن بدلاً من الكتلة. إلا أن هذا غير عملي، بل الأفضل قياس كتلة الأجسام. لماذا؟ لأن كتلة الجسم ثابتة في أي مكان، بخلاف الوزن الذي يختلف من مكان لآخر؛ نظرًا لاختلاف قوة الجاذبية، مما يتطلب معرفة قوة الجاذبية في الأماكن التي يقارن فيها بين الأوزان. ولذلك يستعملون مقياس الكتلة.

التركيب والخواص خواص معظم المواد واضحة، لا تحتاج إلى مجهر لرؤيتها. تتركب الأنواع المختلفة من المواد التي من حولك من عناصر مكونة من جسيمات تسمى ذرات. والـذرات صغيرة جدًّا إلى درجة أنه لا يمكن رؤيتها بالمجاهر الضوئية. ولهذا فإن الذرات تعتبر جسيمات تحت مجهرية. إن تريليون ذرة يمكن أن يشغل حيزًا يساوي النقطة الموجودة في آخر هذه الجملة. إن بنية المادة وتركيبها وسلوكها يمكن تفسيرها على المستوى تحت المجهري، أو المستوى الذري. وكل ما نلاحظه عن المادة يعتمد على تركيب الذرات والتغيرات التي تحدث لها.

تهدف الكيمياء إلى تفسير الأحداث التي لا ترى بالعين المجردة، وتعد النماذج إحدى الطرائق لتوضيح ذلك. **النموذج** تفسير مرئيّ أو لفظيّ أو رياضيّ للبيانات التجريبية. يستعمل العلماء عدة أنواع من النماذج لتمثيل الأشياء التي يصعب تصورها، كالمواد المستعملة في البناء، والنموذج الحاسوبي للطائرة المبين في **الشكل** –. كما يستعمل الكيميائيون نماذج مختلفة لتمثيل المادة.

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

المفردات

الاستعمال العلمي مقابل الاستعمال الشائع.

الوزن (Weight)

الاستعمال العلمي: الـوزن هو مقياس لكمية المادة ولقوة الجاذبية الواقعة على جسم ما. وزن الجسم هو حاصل ضرب كتلته في تسارع الجاذبية الأرضية المحلي.

الاستعمال الشائع: الوزن هو الثقل النسبي لجسم ما، فنقول مثلاً: إن الأرنب قد نما بسرعة لدرجة أن وزنه تضاعف في بضعة أسابيع.

دفتر الكيمياء

انعـدام الوزن اطلـب إلى الطلبـة أن يصفـوا شعورهـم إذا وجـدوا في مـكان عـديم الجاذبية، وكيـف يؤثـر انعـدام الجاذبيـة في وزنهـم؟ وهل يظـل مفهوم المادة منطبقًا عليهم؟ **نعم، سيكون لهـم كتلة وحجـم.** استعن بهذا الحـوار للتمييز بين الكتلة والوزن. **ض م**

تطوير المفهوم

المـادة أحضر مكعبات مـختلفة الأشكال والأحجـام والمواد إلى الصف. يمكنك استعمال مجموعات خشبية وبلاستيكية وورقية. واطلب إلى الطلبة المقارنة بين هذه المجموعات، واسألهم عما إذا كانت هذه المجموعات مواد أم لا، واطلب إليهم تبرير إجاباتهم. كلها مواد؛ لأن لها كتلة وتشغل حيزًا، ولكن بعضها يختلف عن بعض في أنواع المواد وكمياتها. **ض م**

■ **إجابة سؤال الشكل1-6:** من الصعب إدراك مفهوم الذرات لعدم إمكانية رؤيتها بالعين المجردة، في حين أن النماذج تمكّن الكيميائيين من رؤية الذرات ودراستها.

مـاذا قـرأت؟ الإجابات المحتملة: نموذج السيارة ونموذج القطار.

الكيمياء: العلم المركزي Chemistry: The Central Science

الكيمياء هي دراسة المادة والتغيرات التي تطرأ عليها. إن فهم مادة الكيمياء يعدُّ أساسيًّا لكل العلوم: الأحياء والفيزياء والأرض والبيئة وغيرها. ونظرًا لوجود عدة أنواع من المادة تتنوع مجالات الدراسة في الكيمياء؛ إذ تقسم الكيمياء تقليديًّا إلى مجالات تركز على جوانب معينة، ولكن الكثير منها يتداخل، كما هو مبين في **الجدول 1-1**.

جدول 1-1 بعض مجالات علم الكيمياء

الفرع	يهتم بدراسة	أمثلة
الكيمياء العضوية Organic Chemistry	معظم المواد التي تحتوي على الكربون	الأدوية، والمواد البلاستيكية
الكيمياء غير العضوية Inorganic Chemistry	المواد التي لا تحتوي على كربون بشكل عام	المعادن، والفلزات واللافلزات، وأشباه الموصلات
الكيمياء الفيزيائية Physical Chemistry	سلوك المادة وتغيراتها وتغيرات الطاقة المصاحبة لها	سرعة التفاعلات، وآلية التفاعلات
الكيمياء التحليلية Analytical Chemistry	أنواع المواد ومكوناتها	الأغذية، وضبط جودة المنتجات
الكيمياء الحيوية Biochemistry	المادة والعمليات الحيوية في المخلوقات الحية	التمثيل الغذائي، والتخمر
الكيمياء البيئية Environmental Chemistry	المادة والبيئة	التلوث، والدورات الكيميائية الحيوية
الكيمياء الصناعية Industrial Chemistry	العمليات الكيميائية في الصناعة	الأصباغ، ومواد الطلاء
كيمياء البوليمرات Polymer Chemistry	البوليمرات والمواد البلاستيكية	الأنسجة، ومواد الطلاء، والمواد البلاستيكية
الكيمياء النظرية Theoretical Chemistry	نظريات تركيب المادة	الروابط، وأشكال الأفلاك، والأطياف الجزيئية والذرية، والتركيب الإلكتروني.

التقويم

المعرفة اطلب إلى الطلبة أن يحددوا مشكلة معاصرة، ويقرروا أي مجالات الكيمياء يختص في دراستها؟ من الإجابات المحتملة: معالجة السرطان والإيدز، والفرع الذي يبحث فيها هو الكيمياء الحيوية. د م ض م ف م

3. التقويم

التحقق من الفهم

اطلب إلى الطلبة تعريف مصطلحات الكتلة والوزن. الكتلة مقياس كمية المادة. أما الوزن فهو مقياس لكمية المادة وقوة جذب الأرض لها. ض م

إعادة التدريس

استعمل المعادلة: الوزن (w) = الكتلة (m) × تسارع الجاذبية (g).

(w = mg) لتبين العلاقة الرياضية بين الوزن والكتلة. ض م

التوسع

اطلب إلى الطلبة أن يذكروا تطبيقات أو منتجات أو عمليات تحدث في حياتهم اليومية ومجال الكيمياء الذي يختص فيها. من الإجابات المحتملة: المواد المستعملة في عمل الأحذية الخفيفة يمكن أن يدرسها كيميائي البوليمرات. والعمليات الحيوية في جسم الإنسان قد يدرسها الكيميائي الحيوي. ض م

3. التقويم

التحقق من الفهم

اسأل الطلبة: هل البحث عن مبردات جديدة غير مؤذية للبيئة يعد بحثًا نظريًّا أم تطبيقيًّا؟ بحث تطبيقي؛ لأنه يُجرى لحل مشكلة. ض م

إعادة التدريس

ركز على أن البحث النظري هو غالبًا أساس البحث التطبيقي. يمكن أن يؤدي البحث النظري إلى إنتاج مركبات أو زيادة في المعرفة قد لا يتمكن العلماء من استعمالها لسنوات. وعلى كل حال فإن هذه المعرفة أو المواد تكون جاهزة عندما نحتاج إليها. ض م

التوسع

اطلب إلى الطلبة أن يحضروا معهم مقالات من جرائد أو مجلات عن البحث العلمي، ويشرحوا للصف كيف ينطبق هذا البحث على حياتهم. فقد تتضمن الأمثلة دواء جديدًا أو علاجًا لمرض مصاب به شخص يعرفونه، أو تقنية جديدة تؤثر في البيئة. ض م

التقويم

المعرفة دع الطلبة يلخصوا المقالات المستعملة في العنوان السابق.

الشكل 7–1 هذه السيارة التي تعمل بالهواء المضغوط، وهذه الغواصة الصغيرة التي يبلغ طولها 4 mm فقط، مثالان على التقنية التي تقوم على دراسة المادة.

فوائد الكيمياء The Benefits of Chemistry

الكيميائيون من العلماء الذين يحلون الكثير من المشكلات أو القضايا التي نواجهها هذه الأيام. وهم لا يشاركون فقط في حل مشكلة تآكل طبقة الأوزون، بل إنهم أيضًا يشاركون في التوصل إلى أدوية وأمصال للأمراض، ومنها الإيدز والأنفلونزا وغيرها. وغالبًا ما يرتبط الكيميائي بكل موقف يمكن أن تتخيله؛ لأن كل شيء في الكون مكون من مادة.

يبين **الشكل 7–1** بعض التطورات التقنية الممكنة بسبب دراسة المادة. فالسيارة الموجودة عن اليمين تعمل بالهواء المضغوط. وعندما يُسمح لهذا الهواء بالتمدد فإنه يدفع المكابس التي تحرك السيارة. ولا يؤدي استعمال الهواء المضغوط في تشغيل السيارات إلى تسرب ملوثات إلى الجو. أما الصورة التي عن اليسار فهي لغواصة صغيرة تم صنعها بالليزر المعانُ بالحاسوب. هذه الغواصة التي لا يتجاوز طولها 4 mm يمكن أن تستعمل في اكتشاف العيوب في الجسم البشري وإصلاحها.

التقويم 2-1

الخلاصة

- النماذج أدوات يستعملها العلماء والكيميائيون كذلك.
- الملاحظات التي يمكن رؤيتها بالعين المجردة للمادة تعكس سلوك الذرات التي لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة.
- هناك عدة مجالات لعلم الكيمياء، منها الكيمياء العضوية وغير العضوية والفيزيائية والتحليلية والحيوية.
- العديد من التقنيات الحديثة التي تسهل علينا حياتنا اليومية تطبيقات لعلم الكيمياء.

7. الفكرة الرئيسة **فسِّر** سبب وجود عدة مجالات لعلم الكيمياء.

8. **فسِّر** لماذا يستعمل العلماء الكتلة بدلاً من الوزن في قياساتهم؟

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

10. **استنتج** لماذا يستعمل الكيميائيون النماذج لدراسة المادة التي لا ترى بالعين المجردة؟

11. **عين** ثلاثة نماذج يستعملها العلماء، وبين فائدة كل منها.

12. **قوم** كيف يمكن أن يختلف وزنك وكتلتك على سطح القمر (جاذبية القمر تساوي سدس جاذبية الأرض).

13. **قوّم** هل يتغير وزنك في أثناء صعودك، وفي أثناء هبوطك في المصعد؟ فسّر إجابتك.

التقويم 2-1

7. دراسة الكيمياء مجال واسع. لذا يتخصص الكيميائيون في جوانب معينة.

8. الكتلة ثابتة ولا تتأثر بقوة الجاذبية. أما الوزن فيختلف باختلاف قوة الجاذبية.

9. التغيرات التي تراها بعينيك تبدأ بتغيرات على المستوى تحت المجهري.

10. تساعد النماذج الكيميائيين على فهم المفاهيم الصعبة التي لا يمكنهم رؤيتها عادة.

11. إجابات محتملة: تسمح نماذج الطائرات للعلماء باختبار تصاميمهم قبل صناعة الطائرة. وتسمح النماذج الحاسوبية للعمليات الكيميائية للكيميائيين باختبار العمليات قبل بناء المصانع. وتسمح نماذج السيارات للعلماء باختبار مميزات معينة مثل مقاومة الرياح، قبل صناعتها.

12. تبقى كتلتك كما هي، لكن وزنك يصبح $\frac{1}{6}$ وزنك على سطح الأرض.

13. سيقل وزنك في أثناء الصعود؛ لأن تسارع الجاذبية سيوازن تسارع المصعد إلى الأعلى. ولكن لن تكون في وضع السقوط الحر في أثناء هبوط المصعد نحو الأرض، لذا سيبقى وزنك كما هو في أثناء هبوط المصعد نحو الأرض، وسيكون اختلاف الارتفاع طفيفًا.

1-3

1. التركيز

ابدأ بعرض الفكرة الرئيسة على الطلبة.

الفكرة الرئيسة

الغاز في الهواء كلّف الطلبة بالبحث عن الغازات الموجودة في الهواء، وضع قائمة بالعناصر المكونه لها. الهواء خليط من عدة غازات يكوّن كل من النيتروجين والأكسجين الجزء الرئيسي منه، ويوجد عدد آخر من الغازات بنسب قليلة – مثل ثاني أكسيد الكربون ، والهيليوم ، والأرجون . ض م

2. التدريس

التعلم البصري

الجدول الدوري كلّف الطلبة باستعمال الجدول الدوري لتحديد عدد العناصر الغازية والسائلة والصلبة والفلزية، والمشعة في درجات الحرارة العادية.

الأهداف

- **تميز** بين العناصر والمركبات.
- **تصف** ترتيب العناصر في الجدول الدوري.
- **تشرح** كيف تسلك المركبات وفق قانوني النسب الثابتة والمتضاعفة.

مراجعة المفردات

النسبة : علاقة جزء بآخر أو بالكل من ناحية الكمية.

المفردات الجديدة

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

العناصر والمركبات

Elements and Compounds

الفكرة الرئيسة **المركب مكون من عنصرين أو أكثر متحدين معًا.**

الربط بواقع الحياة عندما تأكل سلطة الفواكه، فإنك تأكل كل قطعة من السلطة بشكل مستقل، ولكنك عندما تأكل مربى الفواكه فإنك لا تستطيع فصل كل قطعة من الفواكه وحدها. وكما أن المربى مكون من فواكه فإن المركب مكون من عناصر، ولكنك لا تراها منفردة.

العناصر Elements

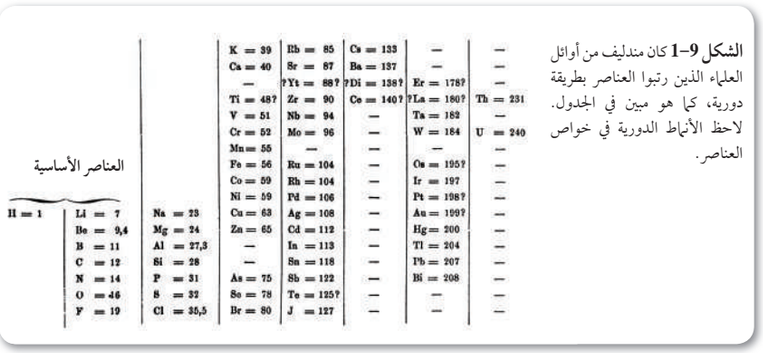
رغم أن للمادة أشكالًا كثيرة إلا أنه يمكن فصل مكوناتها إلى عدد صغير من الوحدات البنائية الأساسية تسمى العناصر. **والعنصر** مادة كيميائية نقية لا يمكن تجزئتها إلى أجزاء أصغر منها بطرائق فيزيائية أو كيميائية. هناك 92 عنصرًا موجودًا في الطبيعة. ومن هذه العناصر: النحاس، والأكسجين، والذهب، وهناك أيضًا عدة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

لكل عنصر اسم كيميائي ورمز خاص به. ويتكون الرمز من حرف أو اثنين أو ثلاثة بحيث يكون الحرف الأول كبيرًا، أما باقي الأحرف فتكون صغيرة. ومن المعروف أن أسماء العناصر ورموزها متفق عليها عالميًّا من قبل العلماء لتسهيل التواصل بينهم. ولاتتوافر العناصر في الطبيعة على نحْو متساو. فالهيدروجين H يشكل 75% من كتلة الكون، في حين يشكل الأكسجين O والسيليكون Si مجتمعين 75% من كتلة القشرة الأرضية، ويشكل الأكسجين O والكربون C والهيدروجين H أكثر من 90% من جسم الإنسان. ومن جهة أخرى فإن عنصر الفرانسيوم Fr هو أحد أقل العناصر وجودًا في الطبيعة؛ إذ يقدَّر وجوده بأقل من 20 g موزعة في قشرة الأرض. توجد العناصر في حالات فيزيائية مختلفة في الظروف العادية، كما هو مبين في **الشكل 8–1**.

الشكل 8–1 توجد العناصر في حالات مختلفة في الظروف العادية.

طرائق تدريس متنوعة

دون المستوى اختر عناصر عدة ليدرسها الطلبة. واطلب إليهم أن يعدوا بطاقات تضم اسم العنصر على أحد جانبيها، ورمزه على الجانب الآخر. وخصص جزءًا من الحصة ليختبر الطلبة بعضهم بعضًا باستعمال هذه البطاقات. د م



العناصر الأساسية

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

الشكل 9–1 كان مندليف من أوائل العلماء الذين رتبوا العناصر بطريقة دورية، كما هو مبين في الجدول. لاحظ الأنماط الدورية في خواص العناصر.

نظرة أولية على الجدول الدوري مع ازدياد عدد العناصر المكتشفة في بدايات القرن التاسع عشر بدأ العلماء يلاحظون أنماط التشابه بين العناصر في الخواص الفيزيائية والكيميائية ودراستها. وقد صمم العالم الروسي ديمتري مندليف (1834-1907) Dmitri Mendieev جدولًا كما في **الشكل 9–1** نظم فيه جميع العناصر التي كانت معروفة في ذلك الوقت. كان تصنيفه قائمًا على التشابهات بين العناصر وكتلها. وهو يعد النسخة الأولى مما سمي بعد ذلك **الجدول الدوري للعناصر**. ينظم الجدول الدوري العناصر في شبكة، تسمَّى الصفوف الأفقية فيها "الدورات"، وتسمَّى الأعمدة "المجموعات" أو "العائلات". والعناصر الموجودة في مجموعة واحدة لها خواص فيزيائية وكيميائية متشابهة. وسمي الجدول دوريًّا لأن نمط الخواص المتشابهة يتكرر من دورة إلى أخرى.

المركبات Compounds

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

ماذا قرأت؟ عرف العنصر والمركب.

المفردات

مفردات علمية

العنصر (Element)

المادة النقية التي لا يمكن فصلها لمواد أبسط منها بطرائق كيميائية بسيطة. الرصاص من أثقل العناصر.

المطويات

أدخل المعلومات الموجودة في هذا الدرس في مطويتك.

ماذا قرأت؟ العنصر مادة نقية، لا يمكن تجزئته إلى مواد أبسط بطرائق فيزيائية أو كيميائية بسيطة. يتكون المركب من عنصرين مختلفين أو أكثر متحدين كيميائيًّا.

التعزيز

رموز العناصر أحضر خمس بطاقات واكتب على كل واحدة منها اسم عنصر معين، وأحضر خمس بطاقات أخرى واكتب على كل بطاقة منها رمز عنصر من العناصر.اقلب البطاقات العشرعلى طاولة بحيث يكون وجه كل منها إلى الأسفل. يقوم أحد الطلبة بسحب بطاقتين من البطاقات العشر فإذا كانت البطاقتان إحداهما لاسم العنصر والأخرى لرمزه يحتفظ بهما، وإلا فإنه يعيدهما إلى وضعهما السابق، ويعطى الدور لطالب آخر، وهكذا، اطلب إلى الطلبة قراءة العناصر ورموزها. ت ت

التوسع

التعاون العلمي كان ديمتري مندليف (1834–1907 م) مندوبًا في المؤتمر العالمي الأول للكيمياء عام 1860 م، وبدأ مشروعه الذي خلّده في تاريخ الكيمياء بتلك الخبرة. كلّف الطلبة أن يستخدموا الإنترنت وغيرها من المصادر ليتعلموا ما يتعلق بلقاءات الكيميائيين والعلماء التي تحدث هذه الأيام. ض م

التقويم

المهارة اطلب إلى الطلبة استعمال أي مرجع في الكيمياء للبحث في إجابات الأسئلة الآتية:

- كم عنصرًا سُمّي بأسماء أشخاص، أو بلدان، أو مدن، أو ولايات؟
- كم عنصرًا سُمّي بأسماء رموز خرافية أو دينية قديمة؟
- ما المدينة التي سُمّي أربعة عناصر باسمها؟
- ما العناصر التي كانت معروفة عند القدماء؟
- ما العناصر التي اكتشفت قبل عام 1800م، وبين عامي 1801و 1900م، وكذلك من عام 1901م حتى الآن؟

اطلب إلى الطلبة أن يختاروا فئة معينة من العناصر ويعرضوا المعلومات المتعلقة بها بواسطة الرسم. ض م

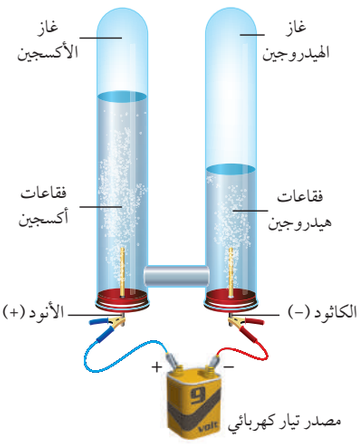
دفتر الكيمياء

الأنماط الأولية اطلب إلى الطلبة البحث في أعمال العلماء الذين عملوا في مجال تحديد أنماط التشابه أو التدرج في خواص العناصر، مثل مندليف، دوبرينز، ونيولاندز، وماير، وموزلي، وسيبورج. ض م

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

فصل المركبات إلى مكوناتها لا يمكن تجزئة العناصر إلى مواد أبسط منها، لكن يمكن تجزئة المركبات إلى مواد أبسط بطرائق كيميائية. وبشكل عام، فإن المركبات التي توجد في الطبيعة تكون أكثر استقرارًا من حالة العناصر المكونة لها، ولكي تفكك هذه المركبات إلى عناصر فإنها تحتاج إلى طاقة كالحرارة والكهرباء. ويبين **الشكل 10–1** تركيب جهاز يستعمل لإحداث تغير كيميائي للماء وتحليله إلى العناصر المكونة له –الهيدروجين والأكسجين– من خلال عملية تسمى "التحليل الكهربائي". يقوم التيار الكهربائي في هذه العملية بتحليل الماء إلى غاز الهيدروجين وغاز الأكسجين. ونظرًا لكون الماء يتكون من ذرتين من الهيدروجين وذرة من الأكسجين فإن حجم غاز الهيدروجين الناتج يكون ضعف حجم غاز الأكسجين.

ماذا قرأت؟ وضح عملية التحليل الكهربائي.



الشكل 10–1 يتحلل الماء إلى مكوناته : الأكسجين والهيدروجين بواسطة عملية التحليل الكهربائي.

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

ماذا قرأت؟ في عملية التحليل الكهربائي توضع نهاية قطب من البلاتين في الماء داخل الأنبوب، وتوصل النهاية الأخرى بمصدر طاقة كهربائي. فيحلل التيار الكهربائي الماء إلى غاز الهيدروجين وغاز الأكسجين. وبما أن الماء مكوّن من ذرتين من الهيدروجين وذرة من الأكسجين، فسيكون حجم الهيدروجين الناتج ضعف حجم الأكسجين.

إجابة سؤال الشكل 10- 1 2 :1

عرض عملي

التحليل الكهربائي للماء

استخدم جهاز هوفمان لبيان أن التحليل الكهربائي للماء يؤدي إلى تحليل الماء إلى هيدروجين وأكسجين بنسبة حجمية ثابتة هي 2:1 نسبة الهيدروجين إلى حجم الأكسجين. قرّب شظية مشتعلة إلى أنبوب اختبار الهيدروجين (يصدر صوت فرقعة). وقرّب شظية متوهجة أخرى إلى أنبوب اختبار الأكسجين (تزداد اشتعال).

الإثراء

الخبراء المقيمون دع كل طالب يختر عنصرًا، ويعد مطوية عن خواص هذا العنصر، واستعمالاته، وتوافره، وطريقة تعدينه، وتنقيته، وتكلفته، وأي معلومات ذات صلة. يمكن للطلبة أن يقدموا تقريرًا خلال حصة من كل أسبوع. ض م

التنوع الثقافي

تاريخ العناصر تغير فهمنا للعناصر بصورة كبيرة في الـ 2500 عامًا الأخيرة، فقد اعتقد فلاسفة الإغريق القدماء أن كل مكوّنات الكون هي تراكيب مختلفة من الماء والهواء والتراب والنار. كما اقترح أرسطو عنصراً خامساً هو الأثير، والذي تتكون منه كل السماوات. أما ديموقريطس (470 – 380 ق. م) فقد كان أول من اعتقد أن المادة كلها مكونة من جسيمات صغيرة جداً، واشتق مصطلح (ذرة) وتعني (لا ينقسم). اتحدت خبرات المصريين القدماء في الكيمياء مع الفلسفة والرياضيات الإغريقية لتكوّن العلم الذي عرف بالاسم خيميا (khemia). وورث العرب هذه التقاليد ووضعوا المقطع (ال) قبل الاسم مكونين علم الكمي (khemy) (الكيمياء). حاول الخيميائيون الوصول إلى مادة غامضة يمكن فصلها وإعادة اتحادها لتكوين عناصر أثمن كالذهب. إلا أن ممارسة الكيمياء كانت غاية في حد ذاتها، ولكن تم اكتشاف معلومات وعمليات كيميائية أكثر فائدة. اعتقد الفلاسفة الصينيون القدامى أن المواد جميعها تمر بدورة من خمس مراحل أساسية هي التراب، والخشب، والنار، والمعادن، والماء، وكل خطوة في الحلقة تؤدي إلى حالة ذات نظام (ترتيب) أكبر، فالأرض مثلاً تسمح للأشجار بالنمو، والتي بدورها يمكن أن تقطع وتحرق لتتحول إلى معادن. وفي عملية التسخين، يؤدي التكاثف إلى إنتاج الماء لتجديد دورته.

خواص المركبات تختلف خواص المركبات عن خواص العناصر الداخلة في تركيبها، ويوضح مثال تحليل الماء في **الشكل 10–1** هذه الحقيقة. الماء مركب مستقر، وهو سائل في درجات الحرارة العادية، وعند تفكيكه فإن الأكسجين والهيدروجين الناتجين يختلفان كثيرًا عن الماء؛ فالأكسجين والهيدروجين غازان عديما اللون والرائحة ويتفاعلان بشدة مع عدة عناصر، وهذا الاختلاف في الخواص ناتج عن تفاعل كيميائي بين العناصر. يبين **الشكل 11–1** 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 توجد على هيئة غاز بنفسجي اللون في درجة حرارة الغرفة، في حين أن يوديد البوتاسيوم KI ملح أبيض.

قانون النسب الثابتة Law of Definite Proportions

تتحد العناصر المكونة للمركبات دائمًا بنسب كتلية ثابتة. وهذا ما يعرف بـ**"قانون النسب الثابتة"**، الذي ينص على أن المركب يتكون دائمًا من العناصر نفسها بنسب كتلية ثابتة مهما كان مصدرها، ومهما اختلفت كمياتها. كما أن كتلة المركب تساوي مجموع كتل العناصر المكونة له.

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

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

يتم الحصول على النسبة المئوية بالكتلة بقسمة كتلة العنصر على كتلة المركب، ومن ثم ضرب هذه النسبة في مائة، للتعبير عنها كنسبة مئوية.

ماذا قرأت؟ اكتب نص قانون النسب الثابتة.

الشكل 11–1 عندما يتفاعل البوتاسيوم واليود يكونان يوديد البوتاسيوم الذي يختلف عنهما في خواصه.

الرياضيات في الكيمياء

النسبة المئوية بالكتلة

1. احسب كتلة عنصر X في مركب إما من الجدول الدوري أو من المعلومات المعطاة. فمثلاً: في عينة ماء (H_2O) كتلتها 18 g يوجد 16 g أكسجين، وفي عينة من فوق أكسيد الهيدروجين (H_2O_2) كتلتها 34 g، يوجد $16 \times 2 = 32$ g من الأكسجين.

2. احسب كتلة المركب. كتلة كل ذرة هيدروجين = 1 g، وكتلة كل ذرة أكسجين = 16 g، وبذلك تكون كتلة H_2O $16 + (1 \times 2) = 18$ g، وكتلة H_2O_2: $32 + 2 = 34$ g

3. النسبة المئوية بالكتلة للعنصر X في مركب ما تُحسب على النحو الآتي:

4. النسبة المئويه بالكتلة $= \frac{\text{كتلة العنصر X}}{\text{كتلة المركب}} \times 100\%$

النسبة المئوية بالكتلة للأكسجين في H_2O و H_2O_2 هي:

نسبة الأكسجين في الماء $= \frac{16}{18} \times 100\% = 88.9\ \%$

نسبة الاكسجين في فوق أكسيد الهيدروجين $= \frac{32}{34} \times 100\% = 94.1\ \%$ **ض م**

ماذا قرأت؟ ينص قانون النسب الثابتة على أن المركب يتكون دائمًا من العناصر نفسها متحدة معًا بنسب كتلية ثابتة مهما اختلفت كمية المادة.

عرض عملي

التركيب النسبي المئوي

تحذير: أجر هذا العرض في خزانة الغازات.

قس كتلة أي مركبين عضويين متشابهين في مظهرهما ولهما درجتا انصهار منخفضتان (السكروز وحمض اللاكتيك مثلاً) في جفنتين منفصلتين، وسجل الكتل على السبورة. وسخن كلاً منهما على درجات حرارة عالية بحيث ينزع الهيدروجين والأكسجين منها على صورة ماء ويتبقى الكربون النقي فقط، ثم زن الجفنتين مع الكربون الموجود فيهما من جديد، واحسب النسبة المئوية بالكتلة للكربون في كل مركب. واسأل الطلبة: هل المركبان متماثلان؟ لا، يحتوي كل منهما على نسبة مختلفة من الكربون. ثم اسألهم: إذا كانت النسبة المئوية للكربون نفسها في المركبين فهل هذا يثبت أنهما مركب واحد؟ لا، ليس بالضرورة، لأن نسب العناصر الأخرى في المركب (الهيدروجين والأكسجين) قد تكون مختلفة

مسائل تدريبية

14. 15.9%

15. 5.0%

16. X = 25% , Y = 75%

17. المركب (I): النسبة المئوية بالكتلة للهيدروجين

$15.0\ g / (120.0\ g + 15.0\ g) = 11.1\%$

المركب (II): النسبة المئوية بالكتلة للهيدروجين

$2.0\ g / (32.0 + 2.0) = 5.9\%$

بما أن التركيب الكتلي للمركبين مختلف، فإن المركبين يجب أن يكونا مختلفين.

18. لا، إنك لن تكون متأكدًا، لأن تساوي النسبة المئوية بالكتلة لأحد العناصر لا يضمن أن يكون تركيب كل مركب مماثلاً لتركيب الآخر.

جدول 2-1 تحليل السكروز

	20.00 g من حبيبات سكر المائدة		500.0 g من سكر القصب	
العنصر	التحليل الكتلي (g)	النسبة المئوية بالكتلة (%)	التحليل الكتلي (g)	النسبة المئوية بالكتلة (%)
كربون	8.44	$\frac{8.44\ g\ C}{20.00\ g\ سكروز} \times 100 = 42.20\%$	211.0	$\frac{211.0\ g\ C}{500.0\ g\ سكروز} \times 100 = 42.20\%$
هيدروجين	1.30	$\frac{1.30\ g\ H}{20.00\ g\ سكروز} \times 100 = 6.50\%$	32.5	$\frac{32.50\ g\ H}{500.0\ g\ سكروز} \times 100 = 6.500\%$
أكسجين	10.26	$\frac{10.26\ g\ O}{20.00\ سكروز} \times 100 = 51.30\%$	256.5	$\frac{256.5\ g\ O}{500.0\ g\ سكروز} \times 100 = 51.30\%$
المجموع	20.00	100%	500.0	100%

تتكون حبيبات سكر المائدة (السكروز) من ثلاثة عناصر: كربون وهيدروجين وأكسجين، ويبين **الجدول 2–1** نتائج تحليل 20.00 g من هذا السكر. لاحظ أن مجموع الكتل المنفردة لعناصر العينة تساوي 20.00 g، وهي تساوي كمية سكر المائدة التي تم تحليلها، وهذا يوضح قانون النسب الثابتة الذي ينطبق على المركبات: كتلة المركب تساوي مجموع كتل العناصر المكونة له.

إذا حللت 500.00 g من السكروز الذي مصدره قصب السكر، وحصلت على النتائج المبينة في **الجدول 2–1**. تلاحظ أن النسب المئوية بالكتلة لمكونات سكر القصب مساوية للقيم التي تم الحصول عليها من حبيبات سكر المائدة. وحسب قانون النسب الثابتة، فإن العينات من مركب ما مهما كان مصدرها يجب أن يكون لها نسب كتلية متساوية، وبالعكس فإن المركبات التي لها نسب كتلية مختلفة يجب أن تكون مركبات مختلفة. وهكذا يمكنك أن تستنتج أن عينات السكروز يجب أن تتكون دائماً من كربون بنسبة 42.20%، وهيدروجين بنسبة 6.50%، وأكسجين بنسبة 51.30% مهما كان مصدرها.

مسائل تدريبية

14. عينة من مركب ما كتلتها 78.00 g، تحتوي 12.40 g هيدروجين. ما النسبة المئوية بالكتلة للهيدروجين في المركب؟

15. يتفاعل 1.00 g هيدروجين كليا مع 19.00 g فلور. ما النسبة المئوية بالكتلة للهيدروجين في المركب الناتج؟

16. إذا تفاعل 3.50 g من عنصر X مع 10.50 g من عنصر Y لتكوين المركب XY. فما النسبة المئوية بالكتلة لكل من العنصرين X و Y في المركب؟

17. تم تحليل مركبين مجهولين فُوجِد أن المركب الأول يحتوي على 15.00 g هيدروجين و 120.0 g أكسجين، وأن المركب الثاني يحتوي على 2.00 g هيدروجين و 32.00 g أكسجين. هل هما المركب نفسه؟ فسِّر إجابتك.

18. تحد مركبان كل ما تعرفه عنهما أنهما يحتويان على النسبة نفسها من الكربون، فهل هما المركب نفسه؟ فسِّر إجابتك.

مشروع الكيمياء

العناصر نفسها والاختلافات جوهرية اطلب إلى الطلبة استعمال كتاب الكيمياء أو أي مرجع في الكيمياء للبحث عن خواص المركبات التي تمثل قانون النسب المتضاعفة (مثل: كلوريد النحاس I، وكلوريد النحاس II، وفوق أكسيد الهيدروجين، والماء). واطلب إليهم أن يكتبوا ورقة مختصرة أو يعدّوا تقريرًا شفويًا يناقش الفروق بين كل مركّبين. ض م

قانون النسب المتضاعفة Law of Multiple Proportions

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

ماذا قرأت؟ اكتب نص قانون النسب المتضاعفة.

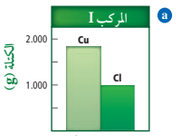
الماء وفوق أكسيد الهيدروجين يوضح مركبا الماء H_2O وفوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 قانون النسب المتضاعفة، فكلا المركبين مكوّن من العناصر نفسها (هيدروجين وأكسجين)، لكن الماء مكون من ذرتين من الهيدروجين وذرة واحدة من الأكسجين، في حين أن فوق أكسيد الهيدروجين يتكون من ذرتين من الهيدروجين وذرتين من الأكسجين. لاحظ أن فوق أكسيد الهيدروجين يختلف عن الماء في كونه يحتوي على ضعف كمية الأكسجين، وعندما تقارن كتلة الأكسجين في فوق أكسيد الهيدروجين بكتلته في الماء تحصل على نسبة 2 : 1.

مركبات مكونة من نحاس وكلور من الأمثلة الأخرى على المركبات التي توضح قانون النسب المتضاعفة مركبات النحاس والكلور؛ إذ يتحد النحاس Cu مع الكلور Cl في ظروف مختلفة لتكوين مركبين مختلفين، ويبين **الجدول 3-1** نتائج تحليل هذين المركبين، فالمركب رقم (I) يحتوي 64.20% نحاس، في حين يحتوي المركب رقم (II) 47.27 % نحاس، ويحتوي المركب (I) 35.80% كلور، في حين يحتوي المركب (II) 52.73% كلور. قارن بين نسب كتل الكلور في المركبين مستعينًا **بالجدول 3-1** و**الشكل 12-1**. لاحظ أن نسبة كتلة النحاس إلى الكلور في المركب (I) تساوي ضعف نسبة كتلتيهما في المركب (II).

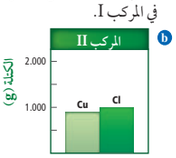
$$\frac{\text{النسبة الكتلية للمركب (I)}}{\text{النسبة الكتلية للمركب (II)}} = \frac{1.793\ g\ Cu\ /\ g\ Cl}{0.8964\ g\ Cu\ /\ g\ Cl} = 2.000$$

اختبر الرسم البياني. فسِّر لماذا تكون نسبة كتلتي النحاس في المركبين 2:1؟

الشكل 12–1 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 1 : 2

جدول 3-1 تحليل البيانات لمركبين من مركبات النحاس

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

ماذا قرأت؟ ستتنوع الإجابات، لكنها يجب أن تتضمن فكرة كون الكتل النسبية المئوية للعنصر المشترك في مركبين أو أكثر، هي نسب عددية بسيطة.

الخلفية النظرية للمحتوى

قانون النسب المتضاعفة

تم تطوير قانون النسب المتضاعفة على يد الكيميائي الإنجليزي جون دالتون، والذي عمّم هذه الفكرة عام 1803م. وهي تُعد واحدة من أهم المبادئ الأساسية للحسابات الكيميائية. وتقوم على الأعمال السابقة للكيميائي الفرنسي أنتوني لافوازييه الذي اقترح قانون حفظ الكتلة، والكيميائي الفرنسي جوزيف بروست الذي طوّر قانون النسب الثابتة. وعلى الرغم من أن أعمال دالتون لا تخلو من الخطأ إلاّ أنها أثبتت أنها جزء لا يتجزأ من نظريته الذرية، فقد لاحظ أن الأكسجين والكربون يتحدان معًا ليكوّنا مركّبين، هما CO و CO_2، كما لاحظ أيضاً أنه على الرغم من كون كل مركب له نسبته الوزنية الخاصة به، إلاّ أن هذه النسب متناسبة، فنسبة الأكسجين إلى الكربون في CO (1.33: 1)، ونسبة بعضهما إلى بعض في CO_2 (2.66: 1) ، أيْ أن كمية الأكسجين في CO_2 تساوي ضعف كميته في CO.

اختبر الرسم البياني بسبب قانون النسب المتضاعفة.

دفتر الكيمياء

الجدول الدوري كلّف الطلبة برسم لوحة عن الجدول الدوري لمندليف تبيّن ما كان صحيحًا في جدوله وما كان خاطئًا. يمكنك طرح بعض الأسئلة التي تكلفهم بالإجابة عنها، مثل: هل استطاع جدول مندليف تقدير أماكن بعض العناصر غير المكتشفة بدقة؟ وهل كان على حق عندما رتّب العناصر بناءً على الكتلة؟ وهل رتّب الدورات على أساس مستوى الطاقة لإلكترونات التكافؤ؟ وهل رتّب المجموعات بناءً على عدد إلكترونات التكافؤ؟ ض م

التقـويـــم

المهارة قص صورًا لمخاليط مختلفة من مجلات أو مصادر أخرى، ودع الطلبة يحددوا ما إذا كانت المخاليط غير متجانسة، أو محاليل، أو مواد نقية بحالات مختلفة.

د م

3. التقويم

التحقق من الفهم

اطلب إلى الطلبة أن يرسموا أشكالاً تبيّن ترتيب الذرات والجزيئات في المخاليط غير المتجانسة، والمحاليل، والمواد النقية.

إعادة التدريس

ربما يجد الطلبة أن من السهل تذكر التركيب الهرمي للمادة من الأكثر عمومية في قاعدة الهرم إلى الأكثر تحديدًا (عنصر، مركب، محلول، مخلوط غير متجانس) في قمته، وبالتصنيف يصبح أكثر تنظيمًا مع الانتقال من اليمين إلى اليسار.

التوسع

أعط كل طالب مربع معلومات يصف فيه نفسه: الاسم والعنوان، والطول، ولون الشعر، ولون العيون، والاهتمامات، والحيوانات التي يحبها، وعدد الإخوة. واطلب إلى الطلبة أن يضع كل منهم صورته في الوسط، ثم اعرض نسخ المربعات عليهم، واعرض ذلك على زملائهم. ض م ت ت

كلوريد النحاس I | كلوريد النحاس II

الشكل 13-1 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 الثاني II باللون الأزرق.

المركبان الناتجان عن اتحاد النحاس والكلور يسميان كلوريد النحاس I، وكلوريد النحاس II. وكما يشير قانون النسب المتضاعفة فإن النسبة بين الكتل المختلفة للنحاس التي تتحد مع كتلة ثابتة من الكلور في المركبين هي نسبة عددية بسيطة وصحيحة، تساوي 1 : 2.

التقويم 1-3

الخلاصة

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

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

20. **صف** الملامح التنظيمية الأساسية للجدول الدوري للعناصر.

21. **فسّر** ينطبق قانون النسب الثابتة على المركبات.

22. **اذكر** مثالين لمركبات ينطبق عليها قانون النسب المتضاعفة.

23. **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 لتبين العلاقة بينهما.

بيانات تحليل مركبين للحديد

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

24. **احسب** النسبة المئوية بالكتلة للهيدروجين وللأكسجين في الماء.

التقويم 1-3

19. لا يمكن تجزئة العناصر إلى مواد أبسط منها بالطرائق الكيميائية العادية، في حين يمكن تجزئة المركبات.

20. الجدول الدوري للعناصر منظم بالاعتماد على التشابهات في الخواص الفيزيائية والكيميائية، وتتكرر الخواص المتشابهة من دورة إلى أخرى.

21. يصف قانون النسب الثابتة التركيب الكتلي لمادة ما.

22. يربط قانون النسب المتضاعفة تركيب مركبين مكونين من العناصر نفسها.

23. المركب (I): النسبة المئوية بالكتلة للحديد = 69.95%، وللأكسجين = 30.05%

المركب (II): النسبة المئوية بالكتلة للحديد = 77.73%، وللأكسجين = 22.27%

لذا، فإن المركبين ليسا متماثلين. ونسبة الكتل للمركب (I) إلى المركب (II) هي 3 :2

24. النسبة الكتلية المئوية للهيدروجين في الماء

$$\frac{2}{18} \times 100\% = 11\%$$

النسبة الكتلية المئوية للأكسجين في الماء

$$\frac{16}{18} \times 100\% = 89\%$$

الكيمياء والحياة

الهدف

سيدرس الطلبة تفاعلات الأكسجين الذري وخواصه. وكيف يستعمل لإصلاح الأضرار في الأعمال الفنية.

الخلفية النظرية

نظرًا إلى أن ذرات الأكسجين أنشط في التفاعل من جزيئات الأكسجين، لذا فهي تستعمل لإزالة السِّناج عن اللوحات. ويمكن استعمال الأكسجين عن طريق جهاز يُحمل باليد، أو وضع اللوحة كاملة في حجرة مليئة بالأكسجين الذري. لا يحل الأكسجين الذري محل طرائق الترميم الأخرى للأعمال الفنية. ففي حين أن كثيرًا من الأصباغ لا تتفاعل مع الأكسجين الذري نجد بعضها كالرصاص عديم اللون عند معالجته بالأكسجين.

استراتيجيات التدريس

- أعدّ قائمة بمواد يمكن أن تسبّب البقع، وقائمة أخرى بمواد تستعمل لتنظيف هذه البقع، وكلف الطلبة بدراسة كيمياء البقع والمنظفات.
- ناقش بعض الصعوبات التي تواجه ترميم الأعمال الفنية.
- ما مقدار الوقت المتوقع أن تعيشه اللوحات الفنية؟ ناقش بعض أسباب تلف الأعمال الفنية، وطرائق تقليص هذا التلف إلى الحد الأدنى.

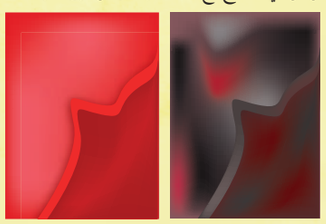
الكيمياء والحياة *

ترميم اللوحات الفنية

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

مساعدة من الجو يشكل الأكسجين 21% من الغلاف الجوي، وهو غالبًا على شكل غاز O_2 الموجود بالقرب من سطح الأرض. أما في طبقات الجو العليا فتقوم الأشعة فوق البنفسجية الآتية من الشمس بتفكيك الأكسجين إلى ذرات O . ورغم أن غاز الأكسجين نشط كيميائيًّا، إلاّ 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.

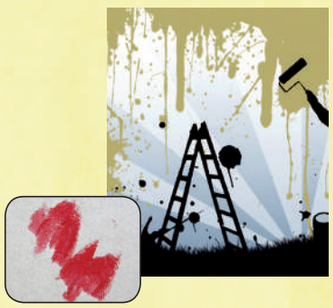
الأكسجين والفن الأكسجين الذري نشط بشكل خاص في التفاعل مع عنصر الكربون (المادة الأساسية الموجودة في السناج). وعندما عالج علماء NASA الرسومات التي يعلوها السناج، كما في **الشكل 1**، بالأكسجين الذري، تفاعل الكربون الموجود في السناج مع الأكسجين، وتحول إلى غازات.



الشكل 1: الصورة اليمنى تبين التلف الناتج عن السناج للوحة زيتية. أما الصورة اليسرى فتبين اللوحة بعد معالجتها بالأكسجين، ولم يحدث تلف سوى ما حدث للإطار اللامع للوحة.

* للإطلاع فقط.

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



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

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

الكتابة في الكيمياء

بحث يجب أن تحتوي المقالات معلومات مشابهة لما في الصورة، تتعلق باستعمال الأكسجين الذري في ترميم الأعمال الفنية. كما يجب أن تحتوي مقالات الطلبة معلومات إضافية يجدها الطلبة في أثناء البحث.

الفصل 1

دليل مراجعة الفصل

استعمال المفردات

تعزيزًا لمعرفة الطلبة بمفردات الفصل، اطلب إليهم كتابة جملة واحدة لكل مصطلح منها. ض م

استراتيجيات المراجعة

- اطلب إلى الطلبة تعريف المفردات الآتية: الكيمياء، المادة الكيميائية، الكتلة، الوزن، النموذج، العنصر، المركب، الجدول الدوري، قانون النسب الثابتة، قانون النسب المتضاعفة، النسبة المئوية بالكتلة.
- اطلب الى الطلبة أن يستعملوا رموز العناصر الأكثر استعمالا. د م
- اطلب إلى الطلبة شرح الممارسات الآمنة في المختبر. ض م

- يمكن للطلبة زيارة الموقع www.obeikaneducation.com من أجل:
- دراسة الفصل كاملاً على الموقع الإلكتروني.
- الدخول إلى مواقع أخرى وتعرف المزيد من المعلومات والمشاريع والنشاطات.
- تقديم اختبارات الفصول والاختبارات المقننة.

الفكرة العامة الكيمياء علم أساسي في حياتنا.

1-1 قصة مادتين

الفكرة الرئيسة الكيمياء هي دراسة الأشياء من حولنا.

المفردات

- الكيمياء
- المادة الكيميائية

المفاهيم الرئيسة

- الكيمياء هي دراسة المادة.
- المادة الكيميائية هي مادة لها تركيب محدد وثابت.
- الأوزون مادة تكون طبقة واقية في الغلاف الجوي للأرض.
- CFCs مواد مصنعة مكونة من الكلور والفلور والكربون، تتسبب في تقليل سُمك طبقة الأوزون.

1-2 الكيمياء والمادة

الفكرة الرئيسة تدرس مجالات الكيمياء الأنواع المختلفة من المادة.

المفردات

- الكتلة
- الوزن
- النموذج

المفاهيم الرئيسة

- النماذج أدوات يستعملها العلماء، وكذلك الكيميائيون.
- ملاحظات العين المجردة للمادة تعكس سلوك الذرات في هذه المادة.
- هناك عدة مجالات لعلم الكيمياء، منها الكيمياء العضوية، وغير العضوية، والفيزيائية، والتحليلية، والحيوية، والنظرية.

1-3 العناصر والمركبات

الفكرة الرئيسة المركّب مكوّن من عنصرين أو أكثر متحدين معًا.

المفردات

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

المفاهيم الرئيسة

- لا تتجزأ العناصر إلى مواد نقية أبسط منها.
- العناصر مرتبة في الجدول الدوري للعناصر.
- تنتج المركبات عن اتحاد عنصرين أو أكثر، وتختلف خواصها عن خواص العناصر المكوّنة لها.
- ينص قانون النسب الثابتة على أن المركّب يتكون دائمًا من العناصر نفسها وبالنسب نفسها.
- ينص قانون النسب المتضاعفة على أنه إذا كوّنت عناصر أكثر من مركّب، فإن النسبة بين كتل أحد هذه العناصر التي تتحد بكتلة ثابتة من عنصر آخر في هذه المركبات هي نسبة عددية بسيطة وصحيحة.

الفصل 1

1-2

إتقان المفاهيم

30. يعتمد حساب الوزن على تسارع (عجلة) الجاذبية، أما الكتلة فلا تعتمد عليها.

31. تدرس الكيمياء التحليلية تركيب المواد. أما الكيمياء البيئية فتدرس التأثيرات البيئية للمواد الكيميائية.

إتقان حل المسائل

32. وزنك سيكون أقل في المدينة التي ترتفع 2200 m عن سطح البحر؛ لأن التسارع فيها أقل.

33. 1,000,000,000,000

1-3

إتقان المفاهيم

34. العنصر مادة نقية لا يمكن تجزئتها إلى مواد نقية أبسط منها بطرائق فيزيائية أو كيميائية بسيطة.

35. a. الصوديوم والكلور.

b. النيتروجين والهيدروجين.

c. الكربون والهيدروجين والأكسجين

d. البروم.

36. مندليف هو الذي طوّر أول جدول دوري مقبول على نطاق واسع.

37. نعم. يمكن تمييز العناصر عن المركبات، فالمركبات يمكن تجزئتها إلى العناصر المكونة لها، في حين لا يمكن تجزئة العناصر إلى مواد نقية أبسط منها بطرائق بسيطة.

38. خواص المركب مميزة له، وهي تختلف عن خواص العناصر المكونة له.

39. قانون النسب الثابتة.

40. $\frac{12}{44} \times 100\% = 27\%$

1-1

إتقان المفاهيم

25. عرف كلًّا من المادة الكيميائية، والكيمياء.

26. أين يوجد الأوزون في الغلاف الجوي؟

27. ما العناصر الثلاثة الموجودة في الكلوروفلوروكربونات؟

28. لاحظ العلماء أن سمك طبقة الأوزون يتناقص. ما الذي يحدث في الوقت نفسه؟

إتقان حل المسائل

29. قياس **التركيز** يبين **الشكل 4-1** أن مستوى CFC كان 272 ppt عام 1995. ولأن النسبة المئوية تعني أجزاء بالمئة، فما النسبة المئوية التي تمثلها 272 ppt؟

1-2

إتقان المفاهيم

30. أي القياسين يعتمد على قوة الجاذبية: الكتلة أم الوزن؟ فسّر إجابتك.

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

إتقان حل المسائل

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

33. قرأت أن "تريليون ذرة يمكن أن توضع فوق نقطة في نهاية هذه الجملة". اكتب العدد تريليون مبينًا أصفاره.

1-3

إتقان المفاهيم

34. عرّف العنصر.

35. سمّ العناصر المكوّنة لكل من المواد الآتية:

a. ملح الطعام NaCl

b. الأمونيا NH_3

c. الإيثانول C_2H_5OH

d. البروم Br_2

36. ما أهم إسهامات مندليف في الكيمياء؟

37. هل يمكن التمييز بين العنصر والمركّب؟ كيف؟

38. ما العلاقة بين خواص المركّب وخواص العناصر المكوّنة له؟

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

40. ما النسبة المئوية بالكتلة للكربون في 44.00 g من ثاني أكسيد الكربون CO_2؟

مراجعة الفصل

1-1

إتقان المفاهيم

25. المادة الكيميائية (النقية): أي مادة لها تركيب محدد.
الكيمياء: علم يهتم بدراسةالمادة والتغيرات التي تطرأ عليها.

26. 90% منه في طبقة الستراتوسفير.

27. كربون وكلور وفلور.

28. ازدياد استعمال CFCs.

إتقان حل المسائل

29. 27.2%

41. 1:1 NaCl ، 1:1 CuO ، 2:1 H_2O ، 2:2 H_2O_2

إتقان حل المسائل

42. النسبة المئوية بالكتله للأكسجين = 3%

43. النسبة المئوية بالكتله للأكسجين = 39.7%

44. النسبة المئوية بالكتله للزئبق = 93.0%

45. نسبة الكربون إلى كتلة ثابتة من الأكسجين في المركب(I) هي 0.748:1، على حين أنها في المركب (II) تساوي 0.375:1

46. 64%

47. قانون النسب المتضاعفة. CO_2 سيحصل على أعلى نسبة مئوية بالكتلة للأكسجين؛ لأنه يحتوي على عدد أكبر من ذرات الأكسجين مقابل العدد نفسه من ذرات الكربون.

48.

المركب	النسبة المئوية بالكتلة للأكسجين	كتلة العنصر الثاني في المركب (g)
CuO	20	Cu = 64
H_2O	89	2H = 2
H_2O_2	94	2H = 2
CO	57	12
CO_2	73	12

41. لكل من المركبات في **الجدول 4-1**، حدِّد نسب العناصر المكونة لها، ما إذا كانت : (1:1)، (2:2)، (1:2)،(2:1)، (1:3)، أو (3:1).

جدول 4-1 النسب العددية البسيطة والصحيحة بين عناصره

المركب
NaCl
CuO
H_2O
H_2O_2

إتقان حل المسائل

42. تحتوي عينة كتلتها 25.30 g من مركب مجهول على 0.80 g أكسجين. فما النسبة المئوية بالكتلة للأكسجين في المركب؟

43. يتحد الماغنيسيوم Mg مع الأكسجين O لتكوين أكسيد الماغنيسيوم MgO. إذا تفاعل 10.578 g ماغنيسيوم تمامًا مع 6.96 g أكسجين، فما النسبة المئوية بالكتلة للأكسجين في أكسيد الماغنيسيوم؟

44. عند تسخين أكسيد الزئبق HgO، يتحلل إلى زئبق Hg وغاز الأكسجين O_2. إذا تحلل 28.4 g من أكسيد الزئبق ونتج 2.00 g أكسجين. فما النسبة المئوية بالكتلة للزئبق في أكسيد الزئبق؟

45. يتحد الكربون C مع الأكسجين O ويكون مركبين، يحتوي الأول منهما على 4.82 g كربون لكل 6.44 g أكسجين، ويحتوي الثاني على 20.13 g كربون لكل 53.7 g أكسجين. فما نسبة الكربون إلى كتلة ثابتة من الأكسجين في المركبين المذكورين؟

46. عينة كتلتها 100.0 g من مركب مجهول تحتوي على 64.00 g من الكلور Cl. فما النسبة المئوية بالكتلة للكلور في المركب؟

47. ما القانون الذي تستعمله لمقارنة أول أكسيد الكربون CO بثاني أكسيد الكربون CO_2؟ مفسرًا إجابتك دون اللجوء إلى أي حسابات، ثم حدد أي المركّبين يحتوي على نسبة مئوية بالكتلة أعلى للأكسجين.

48. أكمل الجدول الآتي:

جدول 5-1 العناصر في المركبات

المركب	كتلة المركب (g)	كتلة الأكسجين (g)	النسبة المئوية بالكتلة للأكسجين	كتلة العنصر الثاني في المركب(g)
CuO	80.0	16		
H_2O	18.0	16		
H_2O_2	34.0	32		
CO	28.0	16		
CO_2	44.0	32		

1 مراجعة الفصل

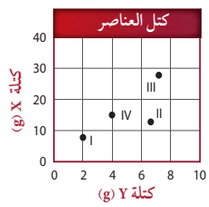
أسئلة متنوعة

49. يتحد الفوسفور مع الهيدروجين ليكوّن الفوسفين. وفي هذا التفاعل يتحد 123.9 g من الفوسفور مع كمية وافرة من الهيدروجين لإنتاج 129.9 g فوسفين، وبعد انتهاء التفاعل بقي 310.0 g من الهيدروجين غير متفاعل. ما كتلة الهيدروجين التي استعملت في هذا التفاعل؟ وماذا كانت كتلته قبل التفاعل؟

50. إذا كان لديك 100 جسيم من جسيمات الهيدروجين H، و 100 جسيم من جسيمات الأكسجين O، فما عدد وحدات الماء التي يمكن أن تكوّنها؟ وهل ستستعمل جميع الجسيمات الموجودة من كلا العنصرين؟ إذا كان الجواب لا، فماذا سيبقى؟

التفكير الناقد

51. تفسير البيانات يحتوي مركب على العنصرين X و Y. حللت أربع عينات (I ،II ،III ،IV) ذات كتل مختلفة، ثم رسمت كميات العنصرين في كل عينة بيانيًّا كما في **الشكل 14–1**.



الشكل 14–1

a. ما العينات المأخوذة من المركب نفسه؟ وكيف عرفت ذلك؟

b. ما نسبة كتلة X إلى كتلة Y تقريبًا في عينات المركّب نفسه؟

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

مسألة تحدٍّ

52. تعرّف مركبات الرصاص عينة من أحد مركبات الرصاص تحتوي 6.46 g من الرصاص لكل 1.00 g من الأكسجين. وعينة أخرى كتلتها 68.54 g وتحتوي 28.76 g من الأكسجين. هل العينتان متطابقتان (تمثلان نفس المركب)؟ لماذا؟

أسئلة متنوعة

49. كتلة الهيدروجين = 6.0 g

الكتلة الابتدائية للهيدروجين = 316 g

50. 50 وحدة؛ لا؛ سيبقى 50 جسيم من الأكسجين.

التفكير الناقد

51. a. العينات: IV ،III ،I للمركب نفسه. يمكن رسم خط مستقيم بين هذه النقاط الثلاث. ميل المستقيم يكافئ النسبة: كتلة X/ كتلة Y. إن كون النقاط الثلاث تقع على خط واحد يدل على أنها جميعًا لها النسبة الكتلية نفسها (X) إلى (Y)، وأنها يجب أن تكون المركب نفسه.

b. النسبة الكتلية X إلى Y للعينات IV ،III ،I هي 1: 3.75

c. العينة (II) لها نسبة كتلية = 1.91: 1

مسألة تحدٍّ

52. العينة الأولى = $\frac{\text{كتلة الرصاص}}{\text{كتلة الأكسجين}}$ = 6.46

العينة الثانية = $\frac{\text{كتلة الرصاص}}{\text{كتلة الأكسجين}}$ = 1.381

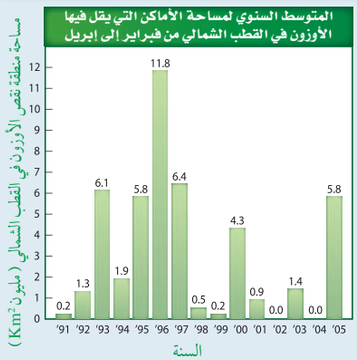
لا؛ لا تمثلان المركب نفسه، لأن النسب ليست متساوية.

التقويم الإضافي

أسئلة المستندات

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

الشكل 15–1 يبين متوسط المساحات التي يقل فيها تركيز الأوزون في منطقة القطب الشمالي من فبراير إلى أبريل في السنوات من 1991 إلى 2005م.



الشكل 15–1

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

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

التقويم الإضافي

أسئلة المستندات

بيانات تم الحصول عليها من: خلاصة شتاء نصف الكرة الشمالي في أبريل / 2005م، إدارة المحيطات والجو.

53. كانت أكبر ما يمكن عام 1996م، وأصغر ما يمكن عامي 2002 و 2004م.

54. 2.1 million. Km^2 ، 4.8 million. Km^2

اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

1. أيّ ممّا يلي لا ينبغي عمله في المختبر؟

a. قراءة ما كُتب على العبوات قبل استعمال محتوياتها.

b. إعادة ما بقي 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 .

استعمل الجدول أدناه للإجابة عن السؤالين **2** و **3**.

التحليل الكتلي لعينتي من الكلور والفلور

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

2. ما النسبة المئوية لكل من الكلور والفلور في العينة رقم(II)؟

a. 0.6220 و 61.65

b. 61.65 و 38.35

c. 38.35 و 0.6220

d. 38.35 و 61.650

3. 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.

4. تشترك العناصر: Cs، K، Na، Li في خواص كيميائية متشابهة في الجدول الدوري، تنتمي هذه العناصر إلى:

a. صف **b.** دورة **c.** مجموعة **d.** عنصر

5. يتفاعل الماغنسيوم بشدة مع الأكسجين لتكوين أكسيد الماغنسيوم. ما العبارة غير الصحيحة بالنسبة لهذا 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.

استعمل الجدول أدناه للإجابة عن السؤالين **6** و **7**.

نسبة كتلة كل من : الكربون، والهيدروجين، والأكسجين، في عدد من المركبات

المركب	H%	C%	O%
حمض الكربونيك H_2CO_3	3.2	19.4	77.4
حمض الإيثانويك CH_3COOH	6.7	40.0	53.3
الميثانول CH_3OH	12.5	37.5	40.0
الميثانال H_2CO	6.7	40.0	53.3
أيزوبروبانول C_3H_8O	13.3	60.0	26.7

6. إذا حللت عينة كتلتها 125.0 g من أحد المركبات الموضحة في الجدول ووجدت إنها تحتوي على 16.7 g هيدروجين H، 75.0 g كربون، 33.3 g أكسجين. فما هو المركب؟

a. حمض الإيثانويك **d.** الميثانول

b. حمض الكربونيك **e.** أيزوبروبانول

c. الميثانال

7. في تجربة أخرى وجدت أن نسبة الأكسجين في عينة من حمض الإيثانويك هي 56.8%، مالخطأ النسبي في ذلك؟

a. 3.50 % **d.** 12.6 %

b. 6.57 % **e.** 2.06 %

c. 1.07 %

الاختبار المقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

1. b

2. d

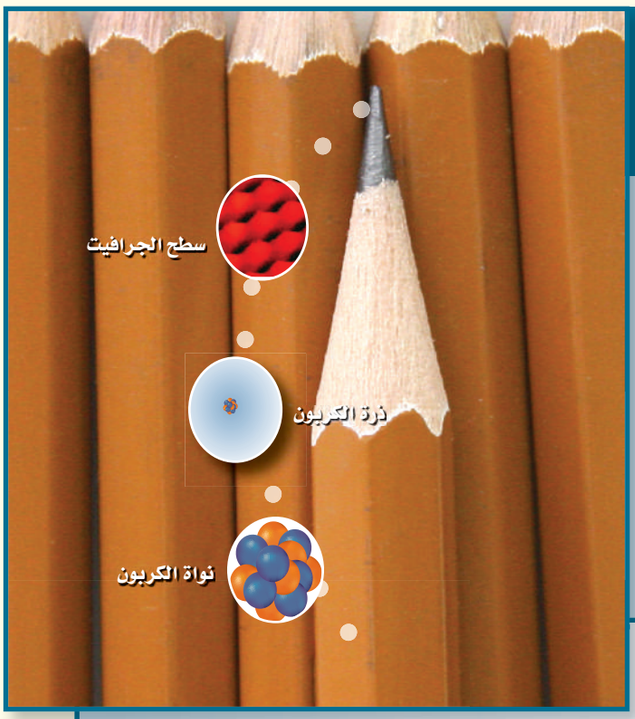
3. d

4. c

5. d

6. e

7. b



الفصل 2

المادة - تركيب الذرة
Matter–The Structure of Atom

الفكرة العامة الذرات هي الوحدات البنائية الأساسية للمادة.

2-1 تطور نظريات تركيب المادة

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

2-2 مكونات الذرة

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

2-3 كيف تختلف الذرات؟

الفكرة الرئيسة إن عدد البروتونات والعدد الكتلي يحددان نوع الذرة.

2-4 الأنوية غير المستقرة والنشاط الإشعاعي

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

د م دون المستوى	ض م ضمن المستوى	ف م فوق المستوى	ت ت تعلم تعاوني

الزمن المقترح للتدريس. الفصل 2 / المادة - تركيب الذرة (7 حصص)					
الدرس	2-1	2-2	2-3	2-4	التقويم
عدد الحصص	1	2	2	1	1

أهـداف الدرس	المصادر والتقويم	المواد والأدوات المختبرية
2-1 1. يقارن النماذج الذرية لديموقرطيس، وأرسطو، وجون دالتون. 2. يفهم كيف فسرت نظرية دالتون الذرية حفظ الكتلة.	**متابعة التقدم** ماذا قرأت؟ صفحة 35 تقويم بنائي، صفحة 36 تقويم الدرس، صفحة 36	**نشاط استهلالي** صفحة 33: ورق، مثقب ورق، مشط بلاستيكي، صمغ **الزمن المقترح : 15 دقيقة**
2-2 1. يعرّف الذرة. 2. يميز بين الجسيمات المكوّنة للذرّة من حيث الشحنة والكتلة. 3. يصف تركيب الذرّة متضمنًا مواقع الجسيمات المكوّنة لها.	**متابعة التقدم** تقويم بنائي، الصفحات 38، 39، 41، 42، 43 ماذا قرأت؟ الصفحات 41، 42 تقويم الدرس، صفحة 43	عرض عملي صفحة 37: حمض الأوليك 0.5% مذاب في الميثانول –سحاحة – مخبار مدرج – مسحوق التلك – شبكة. عرض توضيحي 38: أنبوب أشعة الكاثود – مصدر جهد عالي – قضيب مغناطيسي. عرض توضيحي صفحة 40: مؤشر ليزر – شفافية – إطار صور – صمغ – ثلاث حوامل – ثلاث حلقات معدنية – ماسك أنابيب.
2-3 1. يفسر دور العدد الذريّ في تحديد نوع الذرّة. 2. يعرّف النظائر. 3. يفسر السبب في أن الكتل الذرية ليست أعداد صحيحة. 4. يحسب عدد البروتونات والنيوترونات والإلكترونات في الذرة مستعملاً العدد الكتلي والعدد الذري.	**متابعة التقدم** تقويم بنائي، الصفحات 46 ماذا قرأت؟ صفحة 48 تقويم الدرس، صفحة 49	
2-4 1. يفسر العلاقة بين الأنوية غير المستقرة والتحلّل الإشعاعي. 2. يصف أشعة ألفا، وأشعة بيتا، وأشعة جاما بدلالة الكتلة والشحنة.	**متابعة التقدم** تقويم بنائي، صفحة 50 تقويم الدرس صفحة 51 **تقويم ختامي** مراجعة الفصل صفحة 54	

الفصل 2

الفكرة العامة

وحدات البناء الأساسية وجه الطلبة إلى مناقشة وحدات البناء الأساسية لبعض الأشياء في الحياة اليومية لتقديم الفكرة العامة لهذا الفصل. واطلب إليهم أن يذكروا ممّ تتكون شجرة الورد الحمراء. تتكون شجرة الورد الحمراء من ورود حمراء، وأوراق خضراء، وساق، وجذور. وماذا عن السيارة؟ السيارة لها عجلات، ونوافذ، وأبواب، ومحرك، ومقاعد، وعجلة قيادة، اسأل الطلبة مم يتكون كل من الماء، وملح الطعام، والسكر على المستوى تحت المجهري. فالماء وملح الطعام والسكر جميعها مكوّنة من ذرات.

الربط بالمعرفة السابقة

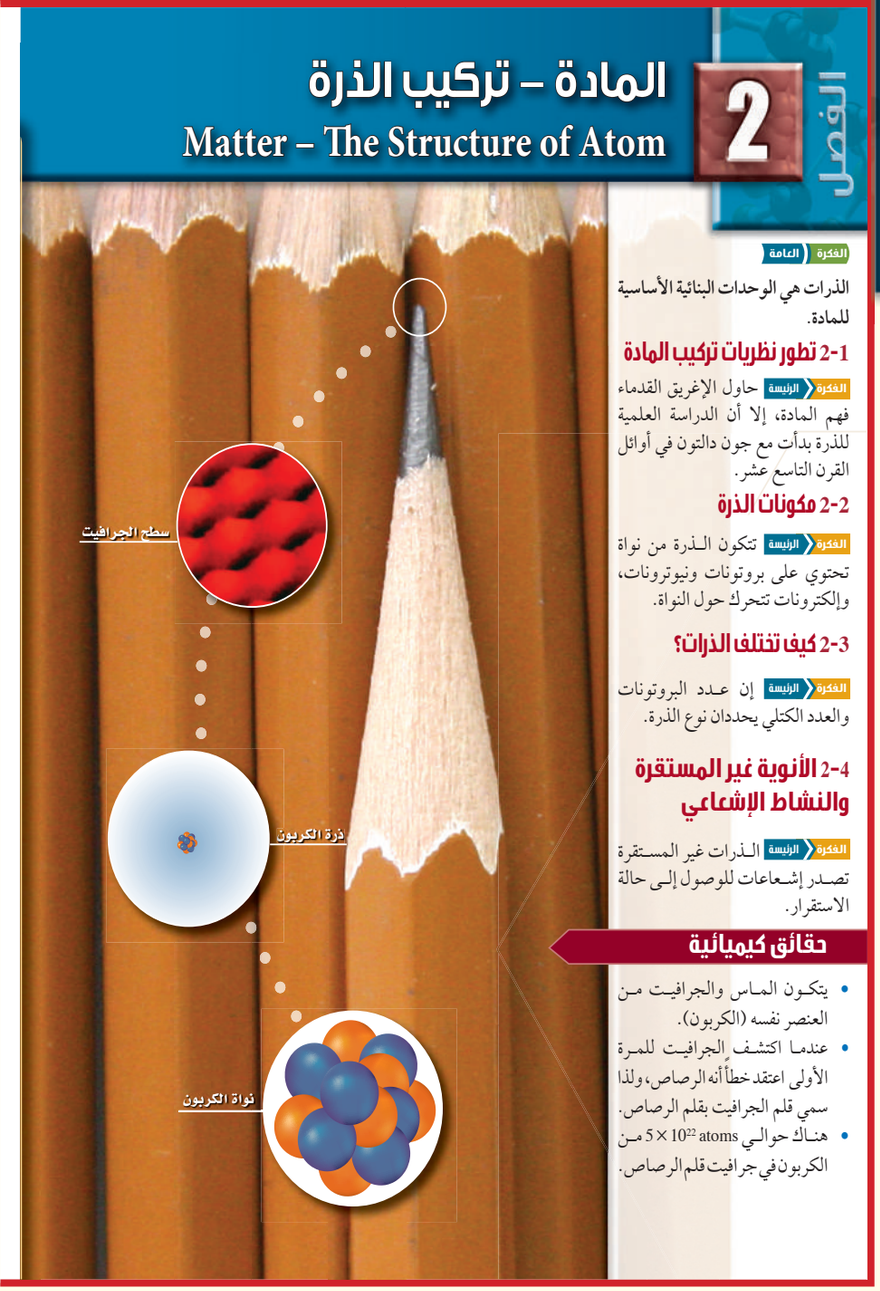
اطلب إلى الطلبة مراجعة المفاهيم الآتية قبل دراسة هذا الفصل.

الفصل الأول: المادة، العناصر، وقانونا النسب الثابتة، والنسب المتضاعفة.

استعمال الصورة

التركيب الذري اطلب إلى الطلبة أن يفكروا في أصغر جزء في المادة، وهل باستطاعتهم رؤيتها بالعين المجردة.

ستتنوع الإجابات، في الدرس 2-2 سيدرس الطلبة ما يتعلق بوحدات البناء الأساسية للمادة، وكيف يمكن ملاحظتها.



نشاط استهلالي

كيف يمكن ملاحظة تأثير الشِّحنات الكهربائية؟

تلعبُ الشحنات الكهربائية دورًا مهمًّا في تركيب الذرة.

خطوات العمل:

1. اقرأ نموذج السلامة في المختبر.
2. قص قطعًا صغيرة من **الورق**، ثم وزعها على الطاولة.
3. مرر **مشطًا بلاستيكيًّا** خلال شعرك وقربه من قطع الورق. سجل ملاحظاتك.
4. أحضر **قطعتين من شريط لاصق طول كل منهما 10 cm**. اثنِ سنتمترًا واحدًا من كل قطعة على نفسها لتكون مقبضًا. ألصق قطعتي اللاصق بشدة على مكتبك، ثم انزعهما بسرعة عن المكتب، وقرب إحداهما إلى الأخرى، بحيث تكون الجوانب غير اللاصقة متقابلة. سجل ملاحظاتك.
5. ألصق قطعة ثالثة من اللاصق على مكتبك، وألصق قطعة رابعة من اللاصق فوقها. ثم انزعهما عن المكتب بسرعة، وأبعد إحداهما عن الأخرى. قرب القطعتين من جديد بحيث تكون الجوانب غير اللاصقة متقابلة. سجل ملاحظاتك.

تحليل النتائج

1. **فسِّر** ملاحظاتك مستعملًا معرفتك عن الشحنة الكهربائية. حدد أيّ الشحنات متشابهة؟ وأيّها مختلفة؟
2. **وضح** كيف استطعت الإجابة عن التساؤل رقم (1)؟
3. **استنتج** لماذا انجذبت القطع غير المشحونة للمشط المشحون في الخطوة 3 أعلاه؟

استقصاء كيف يمكنك ربط الشحنات المختلفة التي لاحظتها بتركيب المادة؟

المطويات منظمات الأفكار

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

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

الخطوة 2 اطو الورقة ثلاثة أجزاء متساوية.

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

الخطوة 4 سمِّ القطع كما هو مبين في الشكل.

المطويات **استعمل هذه المطوية في الدرس 2-2** من هذا الفصل. وعند الانتهاء من قراءته سجل معلوماتك حول الذرة وتركيبها.

تحليل النتائج

1. تمتلك قطع الورق والمشط البلاستيكي وقطع الشريط اللاصق في الخطوة (5) شحنات متعاكسة. وتمتلك قطع الشريط اللاصق في الخطوة (4) الشحنة نفسها.
2. تتنافر الشحنات الكهربائية المتشابهة بعضها من بعض، أما الشحنات الكهربائية المختلفة فيتجاذب بعضها إلى بعض، الأجسام التي يتنافر بعضها من بعض تحمل الشحنة الكهربائية نفسها، والأجسام التي ينجذب بعضها إلى بعض تحمل شحنات كهربائية مختلفة.
3. المواد المتعادلة مكوّنة من شحنات موجبة وسالبة وتستطيع أن تنجذب إلى شحنات أخرى.

استقصاء ستتنوع إجابات الطلبة، ولكن يجب أن تشير إلى أن بعض الذرات يجب أن تحتوي جسيمات مشحونة.

نشاط استهلالي

الهدف سيشاهد الطلبة سلوك الأجسام المشحونة .

احتياطات السلامة اطلب إلى الطلبة الإطلاع على نموذج السلامة في المختبر قبل بدء العمل.

تحذير: قد يكون لدى بعض الطلبة حساسية من الصوف.

استراتيجيات التدريس

- ينبغي أن يعطي أي نوع من الأشرطة البلاستيكية المستعملة النتائج نفسها.
- عند دلك البلاستيك والمطاط القاسي يكتسب كل منهما شحنة سالبة، في حين يكتسب كل من الزجاج والفرو والصوف شحنة موجبة.
- ذكّر الطلبة بأن عملية شحن الأجسام هي فصل الشحنات الكهربائية الموجودة على الأجسام وليس تكوين شحنات كهربائية جديدة.
- حضّر قائمة بالمواد التي لها شحنة الشريط اللاصق نفسها الموجود على الطاولة، وقائمة أخرى بالمواد التي لها شحنة أجزاء اللاصق نفسها التي كان يلتصق بعضها ببعض.

النتائج المتوقعة

الخطوة 3: تنجذب قطع الأوراق إلى المشط البلاستيكي.

الخطوة 4: تتنافر قطع الشريط عند اقتراب بعضها من بعض.

الخطوة 5: تنجذب قطع الشريط إلى بعضها بعضًا.

2-1

1. التركيز

ابدأ بعرض الفكرة الرئيسة على الطلبة.

الفكرة الرئيسة

تطور النموذج الذري أرجع الطلبة إلى **الشكل 8–2** صفحة 40،41 من كتاب الطالب، ناقش مع الطلبة خط الزمن، وابدأ معهم منذ عام 1860م، واسألهم عن الاكتشافات الأساسية خلال كل فترة من الفترات الزمنية الموضحة على خط الزمن. ض م

2. التدريس

الإثراء

ملاحظة الخواص عُدَّ الباحثون قبل القرن السابع عشر على أنهم فلاسفة، يعتمدون على أسلوب المنطق الاستنتاجي لشرح معالم العالم من حولهم. وباستعمال هذا الأسلوب قام الفلاسفة بملاحظة الأحداث وربط تلك الملاحظات بمواقف محددة. كانت هذه العملية استنتاجية لأنها تتراوح بين الحالة العامة والحالة الخاصة، وما بين الحالة العالمية والحالة الفردية. حاول السير فرانسيس بيكون (1561 - 1626م) وهو محام إنجليزي وفيلسوف أن يوضح بأن قوانين العلوم يجب استعمالها لصياغة تعميمات مشتقة من التجارب العملية الكثيرة، اطلب إلى الطلبة أن يقارنوا بين المنطق المقنع والمنطق الاستنتاجي، وإعطاء أمثلة على كلٍّ منهما. ض م

2-1

الأهداف

- تقارن النماذج الذرية لديمقريطس، وأرسطو، وجون دالتون.
- تفهم كيف فسرت نظرية دالتون الذرية حفظ الكتلة؟

مراجعة المفردات

النظرية: تفسير مدعوم بتجارب عديدة، وهي لا تزال عرضةً لبيانات تجريبية جديدة، ويمكن تطويرها. وتعتبر ناجحةً إذا استطعنا استعمالها للقيام بتنبؤات صحيحة.

المفردات الجديدة

نظرية دالتون الذرية

تطور نظريات تركيب المادة

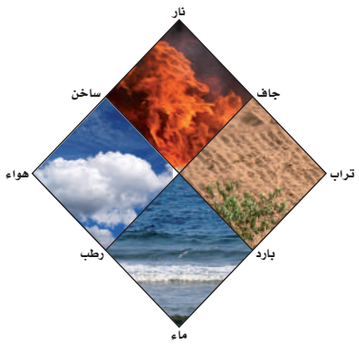
Early Ideas About Matter

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

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

الفلاسفة الإغريق Greek Philosophers

لم تكن العلوم قبل آلاف السنين كما نعرفها اليوم. ولم يعرف أحد ما هي التجربة الضابطة؟ كان هناك أدوات بسيطة للبحث العلمي. وفي ظل هذه الظروف كانت قدرة العقل والتفكير الذهني هي الطرائق الأولية للوصول إلى الحقيقة. لقد جذب الفضول العلمي انتباه الكثير من المفكرين الأكاديميين المعروفين بالفلاسفة، الذين بحثوا في أسرار الحياة المتعددة. وعندما تساءل هؤلاء الفلاسفة عن طبيعة المادة وضع كثير منهم تفسيرات قائمة على خبراتهم الحياتية الخاصة، واستنتج كثير منهم أن المادة مكونة من أشياء كالتراب، والماء، والهواء، والنار، كما هو مبين في **الشكل 1–2**. لقد كان من المتفق عليه أن المادة يمكن تجزئتها إلى أجزاء صغيرة فأصغر. ورغم أن هذه الأفكار الأولية كانت إبداعية إلا أنه لم يكن هناك وسيلة متوافرة لاختبار صدقها.



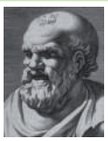
الشكل 1-2 كثير من فلاسفة الإغريق اعتقد أن المادة مكونة من أربعة عناصر: التراب، والماء، والهواء، والنار. وقاموا بربط كل عنصر بخواص معينة. وإن مزج الخواص المتعاكسة – مثل ساخن وبارد، رطب وجاف– عكست التماثل الملاحظ في الطبيعة. غير أن هذه الأفكار لم تكن صحيحة ولا علمية.

دفتر الكيمياء

نقطة المادة اعرض على الطلبة لوحة فنية من أعمال الفنان جورج سورتس والذي يستعمل تقنية النقط في الرسم. وأفضل الأمثلة هي لوحة بعد ظهر الأحد على النهر، بحيث تضع اللوحة على مسافة بعيدة، ثم قم بتقريبها تدريجيًا. واطلب إليهم أن يكتبوا كيف أن تلك اللوحة توازي أفكار ديموقرطيس عن تركيب المادة. ض م

يبين الجدول 1-2 أفكار ديموقريطس وأرسطو حول المادة.

جدول 1-2 أفكار الفلاسفة الإغريق حول المادة

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

جون دالتون John Dalton أدت التجارب العلمية التي قام بها دالتون في القرن التاسع عشر إلى بداية تطور النظرية الذرية الحديثة. فقد قام جون دالتون John Dalton بالكثير من التجارب التي سمحت له بدعم فرضيته، حيث درس الكثير من التفاعلات الكيميائية، وقام بملاحظات وقياسات دقيقة، حتى استطاع تحديد النسب الكتلية للعناصر الداخلة في التفاعلات. وقد أدت نتائج أبحاثه إلى ما يطلق عليه **نظرية دالتون الذرية**، التي قام بطرحها عام 1803م. وتجدُ النقاط الرئيسة لنظريته ملخصة في الجدول 2-2.

المفردات

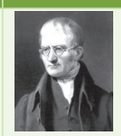
أصل الكلمة

الذرة (Atom)

جاءت من الكلمة الإغريقية أتوموس، وتعني لا تتجزأ.

ماذا قرأت؟ قارن بين أفكار ديمقريطس وجون دالتون.

جدول 2-2 نظرية دالتون الذرية

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

طرائق تدريس متنوعة

المعاقون سمعيًا اعتقد جون دالتون أن الصيغ الكيميائية يجب أن تُرمّز كالكتابات بالصور، حيث يحصل كل عنصر على رسم خاص به يكون مرافقًا له. اطلب إلى الطلبة البحث عن الكتابات التصويرية الخاصة بجون دالتون، وارسم كلاً من هذه الكتابات إزاءَ رمز الحرف المرافق. ض م

الإثراء

نظرية دالتون الذرية ترك جون دالتون المدرسة عندما كان عمره أحد عشر عامًا، ثم عاد إليها ليعلّم فيها عندما أصبح عمره اثني عشر عامًا. أحب جون دالتون أولاً علم الأرصاد الجوية، وحافظ على قيامه بتسجيل القراءات اليومية للحالة الجوية مدة سبعة وخمسين عامًا، أهّلته لكتابة مقالات وملاحظات في الأرصاد الجوية عام 1793م كأحد رواد هذا العلم، وقد قادت هذه الدراسات للحالة الجوية العالم جون دالتون إلى التفكير في خواص الهواء، وبعد دراسة أعمال ديموقرطيس، وبويل، وبروست وضع جون دالتون نظريته الذريّة والتي تضمنت حالات المادة جميعها، وقدّم نظريته في كتابة النظام الجديد في الفلسفة الكيميائية عام 1808م. اطلب إلى الطلبة البحث عن الكتابات الأصلية للعالم جون دالتون المتعلقة بنظريته الذرية، وإعطاء أمثلة على الأخطاء الموجودة في هذه النظرية والأفكار الصحيحة فيها ف م

عرض عملي

اكتشاف الذرّة

ضع جسم في علبة كرتون واغلقها جيدًا، واطلب إلى الطلبة رسم ما يعتقدون بوجوده في داخل الصندوق اعتمادًا على ملاحظاتهم، ثم اطلب إليهم إجراء مقارنة بين ما قاموا به واكتشاف مكوّنات الذرّة. ض م

مشروع الكيمياء

الفلاسفة الإغريق اطلب إلى الطلبة أن يبحثوا في مساهمة كل من ديموقرطيس وأرسطو في مجال الكيمياء. سيجد الطلبة بأن أرسطو لا يُعدّ كيميائيًا، على حين كانت أفكار ديموقرطيس متقدمة على زمانه ض م

ماذا قرأت؟ التشابه: تتكون المادة من ذرات، والذرات لا تتجزأ ولا تتحطم، والتغيرات في المادة تعود إلى التغيرات في مجموعات الذرات.

الاختلافات: ذكر ديموقرطيس أن المادة تتكون من فراغ تتحرك خلاله الذرات، على حين لم يذكر جون دالتون ذلك. فقد بينت نظرية جون دالتون الذرية أن الذرّات يستطيع أن يتحد بعضها مع بعض لتكوّن المركبات.

التقـــويـــم

الأداء اطلب إلى الطلبة بناء جهاز أو أداة، إذْ يمكنهم أن يشتركوا في الأدوات غريبة الشكل أو المعقدة كأن يرسموها أو يصفوا كيف تعمل. لذا، أكد على الربط بين ملاحظة ظاهرة ما والنموذج الذي طوِّر لتفسيرها. ض م

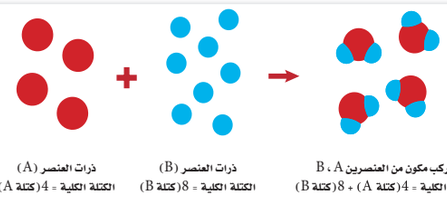
3. التقويم

التحقق من الفهم

اطلب إلى الطلبة البحث من خلال الجرائد اليومية والأسبوعية والمقالات في المجلات للحصول على أمثلة تتعلق بالآراء، والقوانين والنظريات في مجالات العلوم، والحكومة، والاقتصاد، أو في أي مجال آخر من مجالات الاهتمام، واطلب إليهم نسخ المقالات والتأكيد على الأمثلة. ض م

التوسع

اطلب إلى الطلبة البحث عن معلومات تتعلق بالخيمياء، وكيف أثر عمل الخيميائيين في القرون الوسطى في تطور الكيمياء الحديثة. ف م



الشكل 2–2 عندما يتحد عنصران أو أكثر لتكوين مركب فإن عدد ذرات كل عنصر تبقى ثابتة، وعليه فإن الكتلة تبقى ثابتة أيضًا.

حفظ الكتلة يشير قانون حفظ الكتلة إلى أن الكتلة تبقى ثابتة (محفوظة) في أي عملية، مثل التفاعل الكيميائي. تفسر نظرية دالتون الذرية أن حفظ الكتلة في التفاعل الكيميائي هو نتيجة انفصال أو اتحاد أو إعادة ترتيب الذرات. وهذه الذرات لا تستحدث ولا تتحطم ولا تتجزأ في هذه العملية. ويبين **الشكل 2–2** تكوين المركب من خلال اتحاد العناصر، ويوضح حفظ الكتلة خلال عملية التكوين، كما يبين أن عدد ذرات كل عنصر يبقى ثابتًا قبل التفاعل وبعده.

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

التقويم 2-1

الخلاصة

- كان ديمقريطس أول من قال بوجود الذرات.
- الذرات عند ديمقريطس صلبة، ومتجانسة، ولا يمكن تجزئتها.
- لم يعتقد أرسطو وجود الذرات.
- تعتمد نظرية جون دالتون الذرية على عدد كبير من التجارب العلمية.

1. الفكرة الرئيسة **قارن** الطرائق المستعملة من قبل الفلاسفة الإغريق، وجون دالتون لدراسة الذرة.
2. **عرِّف** الذرة باستعمال لغتك الخاصة.
3. **لخص** نظرية دالتون الذرية.
4. **فسِّر** العلاقة بين نظرية دالتون للذرة وحفظ الكتلة.
5. **طبّق** إذا اتحدت ست ذرات من العنصر (A) مع ثماني ذرات من العنصر (B) لإنتاج ستة جزيئات من المركب، فما عدد ذرات كل من العنصرين A، B الموجودة في جزيء واحد من المركب؟ هل استعملت جميع الذرات في تكوين المركبات؟
6. **صمم** خريطة مفاهيمية تقارن فيها بين الأفكار الذرية المطروحة من قبل ديمقريطس وجون دالتون.

التقويم 2-1

1. لم يستطع الفلاسفة الإغريق القيام بتجارب عملية لدعم فرضياتهم، على حين استطاع جون دالتون القيام بكثير من القياسات الدقيقة التي سمحت له بدعم فرضيته.
2. الذرة هي أصغر مكونات العنصر، ولها خواصه كلها.
3. تتكون المادة من ذرات لا تتجزأ ولا تتكسر بالطرائق البسيطة. وتتشابه ذرات العنصر الواحد في الحجم، والكتلة، والخواص الكيميائية. وتختلف ذرات عنصر معين عن ذرات أي عنصر آخر. وفي التفاعلات الكيميائية تنفصل الذرات أو تتحد أو يُعاد ترتيبها.
4. وضح جون دالتون بأن الذرات لا تستحدث ولا تتحطم في التفاعلات الكيميائية ولكن يُعاد ترتيبها فقط.
5. كل مركب يحتوي ذرة واحدة من العنصر (A) وذرة واحدة من العنصر (B). وذرتان من العنصر (B) لم تُستعملا في تكوين المركبات.
6. الخرائط المفاهيمية ستتنوع، ولكن يجب أن تعكس الملخص التالي: كلاهما اعتقد أن المادة مكونة من أجزاء صغيرة جدًا تسمى الذرات، والذرات المكونة للعنصر متماثلة ولكنها تختلف عن ذرات أي عنصر آخر. الذرات لا تستحدث ولا تتجزأ ولا تتحطم في الطرائق الكيميائية والفيزيائية البسيطة. اعتقد ديموقرطيس أيضاً بأن المادة تتكون من فراغ تتحرك فيه الذرات، والأنواع المختلفة من الذرات لها أحجام وأشكال مختلفة، واختلاف خواص الذرات يعود إلى حجمها، وشكلها، وحركتها. على حين ذكر جون دالتون أن الذرات المختلفة تتحد بنسبة عددية بسيطة لتكوين المركبات.

2-2

الأهداف

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

مراجعة المفردات

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

المفردات الجديدة

الذرة
أشعة الكاثود
الإلكترون
النواة
البروتون
النيوترون

مكونات الذرة

Components of the Atom

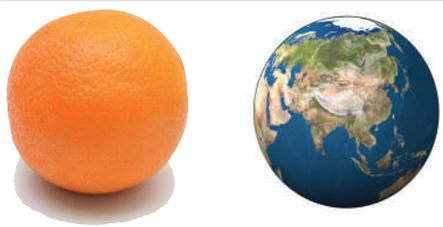
الفكرة الرئيسة **تتكون الذرة من نواة تحتوي على بروتونات ونيوترونات، وإلكترونات تدور حول النواة.**

الربط بواقع الحياة إذا قضمت حبة خوخ فستعرف أن أسنانك تقطع الثمرة بسهولة، لكن أسنانك لا تستطيع المرور في النواة الصلبة. وبشكل مشابه نجد كثيرًا من الجسيمات التي يمكنها أن تمر عبر الأجزاء الخارجية للذرة تنحرف عن مركزها (النواة).

الذرة The Atom

أثبتت الكثير من التجارب منذ أيام دالتون أن الذرات موجودة. لكن ما الذرة؟ للإجابة عن هذا السؤال أحضر قطعة من النحاس، وتخيّل أنك قررت طحن القطعة وتحويلها إلى كومة من خراطة النحاس. إن كل حبة من خراطة النحاس ستبقى محتفظة بجميع خواصه. وإذا أمكن – في وجود أدوات خاصة– أن تستمر في تجزئة فتات النحاس إلى جسيمات أصغر فإنك ستحصل في النهاية على جسيمات لا يمكن تجزئتها أكثر بالطرائق العادية، وستظل هذه الجسيمات الصغيرة محتفظة بخواص النحاس. وهذا الجسم الأصغر الذي يحتفظ بخواص العنصر يسمى **الذرة**.

يقدر عدد الذرات في قطعة من العملة النحاسية بحوالي 2.9×10^{22} atoms وهو ما يقدر بخمسة تريليون مرة أكبر من عدد سكان العالم في عام 2006م ويبلغ نصف قطر ذرة النحاس الواحدة 1.28×10^{-10} m . فإذا وضعنا 6.5×10^{9} atoms نحاس جنبًا إلى جنب، فسوف يتكون خطًّا من ذرات النحاس طوله أقل من متر واحد. ويوضح **الشكل 2-3** طريقة أخرى لتصور حجم الذرة. ويمكنك تصور صغر الذرة بطريقة أخرى، عندما تتخيل أنك قد كبّرت الذرَّة بحيث تصبح في حجم البرتقالة، فإذا صنعت ذلك فكأنك كبرت البرتقالة لتصير في حجم الكرة الأرضية؛ وذلك لكي تحافظ على نسبة التكبير نفسها.



الشكل 2–3 تخيل أنك تستطيع زيادة حجم الذرة وجعلها كبيرة بحجم البرتقالة. بهذا المقياس الجديد تكون كأنك كبرت حجم البرتقالة إلى حجم الكرة الأرضية.

2-2

1. التركيز

ابدأ بعرض الفكرة الرئيسة على الطلبة.

الفكرة الرئيسة

تركيب الذرة: أحضر فاكهة إلى الصف (خوخ أو مشمش) واقطعها نصفين واستعملها لتوضيح تركيب الذرة. فالبذرة تمثل النواة، على حين يمثل اللب المنطقة التي تتحرك فيها الإلكترونات.

2. التدريس

عرض عملي

الحجوم الصغيرة ضع شبكة (1cm) على جهاز عرض الشفافيات Overhead Projector، وضع عليها غطاء شفافًا مملوءاً بالماء، ثم حضر محلولاً من حمض الأوليك (0.5% مذاب في الميثانول). استعمل سحاحة ومخبارًا مدرجًا صغيرًا، واطلب إلى الطلبة حساب حجم نقطة واحدة من محلول حمض الأوليك. ثم رش بعد ذلك، سطح الماء بمسحوق اللايكوبوديوم أو مسحوق التلك(التالكيوم). ضع نقطة صغيرة من حمض الأوليك في وسط الماء، سينتشر الحمض مكوناً طبقة بسمك جزيء واحد. ثم اطلب إلى الطلبة حساب المساحة بعدّ المربعات. فإذا كانت كثافة حمض الأوليك تساوي (0.985 g /ml)، وطول الجزيء وعرضه يعادلان سمكه. فاطلب إلى الطلبة حساب كتلة الجزيء وسمكه.

تخلص من حمض الأوليك ومسحوق اللايكوبوديوم، ومسحوق التلك (التالكيوم)والميثانول بإضافة كمية كبيرة من الماء إليها. أخبر الطلبة

الكتله (g) = الحجم (ml) × الكثافة (g/ml)

$$\text{السُمك} = \frac{\text{الحجم } (cm^3)}{\text{المساحة } (cm^2)}$$

ض م

عرض عملي

الشحنة الكهربائية استعمل الكشاف الكهربائي لإظهار عملية انتقال الإلكترونات. ادلك قطعة من البلاستيك بقطعة من الصوف أو الحرير (فهذا يعمل على دفع الإلكترونات إلى خارج المواد)، وقرب قطعة البلاستيك من قرص الكشاف الكهربائي تنفرج ورقتا الكشاف الكهربائي، نتيجة لاكتسابها شحنة كهربائية سالبة، مبينًا للطلبة بأن الشحنات الكهربائية المتشابهة تتنافر.

التوسع

STM (المجهر الأنبوبي الماسح) اطلب إلى الطلبة البحث عن وظيفة كل من المجهر الأنبوبي الماسح، والمجهر المجسي الماسح (SPM)، واطلب إليهم أن يبينوا أهمية التقنية. ض م

التقويم

المهارة افترض أن عدد الذرات في قطعة عملة نحاسية تساوي 2.9×10^{22} atoms، فاطلب إلى الطلبة حساب الحجم التقريبي لذرة واحدة من النحاس، واطلب إليهم كذلك تحديد عدد الذرات التي تملأ أي حجم مثل زجاجة صودا حجمها لتران. ض م

الشكل 4-2 هذه الصورة أخذت بواسطة جهاز STM، وهي تبين ذرات منفردة في حمض دهني على سطح من الجرافيت. وقد تم إضافة بعض الألوان للصورة لتوضيح صورة الذرات.

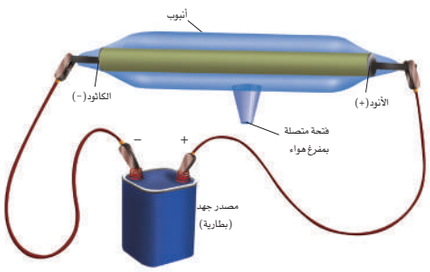
الربط علم الأحياء **النظر إلى الذرات** قد تظن أنه لا توجد طريقة لرؤية الذرات؛ لأنها صغيرة جدًا. إلا أن هناك جهازًا خاصًا يسمى المجهر الأنبوبي الماسح Scanning Tunnelling Microscope (STM) يسمح لنا برؤيتها. فكما تحتاج إلى المجهر لدراسة الخلايا في الأحياء، فإن جهاز STM يسمح لك بدراسة الذرات. **والشكل 4–2** يوضح كيف تبدو الذرات عند رؤيتها بجهاز STM. والعلماء حاليًا قادرون على جعل ذرات منفردة تتحرك لتكون أشكالاً وأنماطًا، وآلات بسيطة أيضا، وهو ما يعرف بتقنية النانو، التي تَعِدُ بصناعة على المستوى الجزيئي، وبناء آلات بحجم الجزيء. وسوف تتعرف لاحقًا أن الجزيئات مجموعة من الذرات مرتبط بعضها ببعض، وتعمل كوحدة واحدة.

الإلكترون The Electron

كيف تبدو الذرة؟ هل تركيب الذرة متماثل، أو أنها مكونة من جسيمات أصغر؟ رغم أن كثيرًا من العلماء درسوا الذرات في القرن التاسع عشر إلا أن بعض هذه الأسئلة لم تتم الإجابة عنها حتى عام 1900م. استعمل الباحثون أنبوب أشعة الكاثود لمعرفة المزيد عن مكونات الذرة.

أشعة الكاثود وهي الأشعة التي تخرج من الكاثود إلى الأنود في أنبوب أشعة الكاثود.

يبين **الشكل 5-2** أنبوب أشعة الكاثود الذي استعمله باحثون لدراسة العلاقة بين الكتلة والشحنة. لاحظ أن هناك أقطابًا معدنيةً موجودةً على طرفي الأنبوب. ويسمى القطب الموصل بالطرف السالب للبطارية بالكاثود، في حين يسمى القطب الموصل بالطرف الموجب بالأنود، وبتطبيق فرق جهد بين القطبين تخرج أشعة من قطب الكاثود في اتجاه قطب الأنود تدعى أشعة الكاثود.



الشكل 5-2 أنبوب أشعة الكاثود، أنبوب له قطبان: هما الكاثود والأنود. عند تطبيق فرق جهد بين القطبين، تنتقل الكهرباء من الكاثود إلى الأنود.

طرائق تدريس متنوعة

المعاقون سمعيًا زوّد كُلاً منهم بمغناطيسين، واطلب إليهم تحديد أي الأطراف ينجذب بعضها إلى بعض، وأيها يتنافر. اطلب إلى الطلبة عنونة الأطراف التي ينجذب بعضها إلى بعض بوصفها موجبة الشحنة أو سالبة، ولذا أن لكل مغناطيس قطبين (طرفين) أحدهما موجب والآخر سالب. واطلب إليهم إحضار طرفين يحمل كل منهما شحنة موجبة، وتقريبهما بعضهما إلى بعض، وتسجيل ملاحظاتهم، وإعادة التجربة مع طرف موجب وآخر سالب، وتسجيل النتائج. ثم اطلب إليهم أيضًا المقارنة بينهما بأنبوب أشعة الكاثود ترَ أن طرفي المغناطيس المتشابهين في شحنتهما يتنافران (سواءٌ أكان الموجب مع الموجب، أو السالب مع السالب) على حين أن الطرفين المتعاكسين (موجب مع سالب أو سالب مع موجب) سيتجاذبان. هذا المفهوم كان قد استعمل في تجربة أنبوب أشعة الكاثود حيث استعملت صفائح مشحونة كهربائيًا كما في الشكل 5-2، وقد استنتج أن أشعة الكاثود سالبة الشحنة. ض م

عرض توضيحي

تجربة طومسون

الهدف ملاحظة خواص أنبوب أشعة الكاثود.

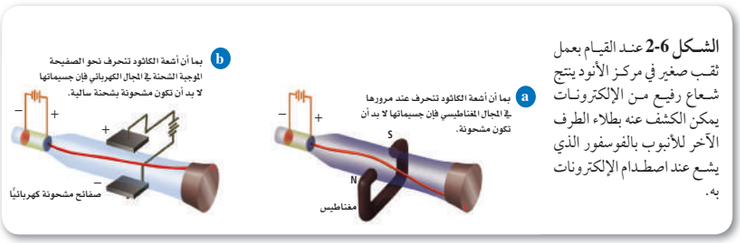
المواد والأدوات أنبوب كروكس (أنبوب أشعة الكاثود)، مصدر قدرة عالي الجهد/ تيار كهربائي مباشر، قضيب مغناطيسي.

احتياطات السلامة

التخلص من الفضلات يمكن حفظ الأدوات وإعادة استعمالها.

الخطوات

صل قطبي مصدر التيار الكهربائي بطرفي أنبوب أشعة الكاثود باستعمال أسلاك ومشابك، وشغل مصدر التيار الكهربائي. ***تحذير: يمكن أن يسبب مصدر الكهرباء عالي الجهد صدمة كهربائية شديدة.*** إذا فشل الأنبوب



الشكل 2-6 عند القيام بعمل ثقب صغير في مركز الأنود ينتج شعاع رفيع من الإلكترونات يمكن الكشف عنه بطلاء الطرف الآخر للأنبوب بالفوسفور الذي يشع عند اصطدام الإلكترونات به.

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

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

المطويات أدخل معلوماتك من هذا الدرس في مطويتك.

بما أن تغيير المعدن المكون للأقطاب أو تغيير الغاز في الأنبوب لا يؤثر في أشعة الكاثود الناتجة، فقد استنتج العلماء أن الجسيمات السالبة الشحنة لأشعة الكاثود موجودة في جميع أشكال المادة، وتسمى **الإلكترونات**. ويبين **الشكل 2-6** بعض التجارب التي استعملت لتحديد خواص أشعة الكاثود.

كتلة الإلكترون وشحنته عند قياس تأثير كلٍّ من المجال المغناطيسي والمجال الكهربائي في أشعة الكاثود بدقة، استطاع العالم طومسون Thomson تحديد نسبة الشحنة إلى الكتلة لهذه الجسيمات المشحونة. ومن ثم قارن هذه النسبة بنسب أخرى معروفة.

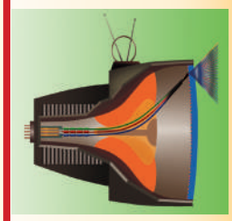
استنتج طومسون أن كتلة الجسيم المشحون أقل بكثير من كتلة ذرة الهيدروجين، وهي أصغر ذرة معروفة. وهذا الاستنتاج كان مفاجئًا؛ لأنه يعني أن هذه الجسيمات هي أصغر من الذرة. ومن ثم فإن جون دالتون كان مخطئًا، وأن الذرات يمكن تجزئتها إلى جسيمات أصغر. ورغم أن نظرية دالتون الذرية كانت مقبولة بشكل واسع إلا أن استنتاجات 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 لهذا الاكتشاف.

ماذا قرأت؟ **لخص** كيف اكتشف طومسون الإلكترون؟

إن التطور المهم التالي جاء في 1910's عندما قام العالم الفيزيائي روبرت مليكان Robert Milliken بتحديد شحنة الإلكترون، والإلكترون الواحد يحمل شحنة مقدارها (-1). ومن خلال معرفته بشحنة الإلكترون واستعماله نسبة الشحنة إلى الكتلة المعروفة مسبقًا، تمكن مليكان من حساب كتلة الإلكترون:

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

واقع الكيمياء في الحياة
أشعة الكاثود



التلفزيون. تم اختراع التلفزيون في 1910's م. تتكون الصور التلفزيونية بشكل عام عندما تصطدم أشعة الكاثود بمواد كيميائية ـ تغلف الشاشة من الخلف ـ منتجة الضوء.

الإثراء

الاكتشافات والخطأ أدى اكتشاف الغازات النبيلة (الخاملة) في خلال 1890 s على يد العالم ديمتري مندليف إلى حثه ليتساءل عن الأثير، المادة التي اعتقد العلماء بأنها تملأ الفراغ الذي ينتقل من خلاله الضوء.

لأن مندليف توقع خواص العناصر الأثقل من الهيدروجين، اعتقد أن بإمكانه توقع وجود عنصر أخف من الهيدروجين (العنصر X)، وكتب في ملاحظاته أن العنصر X قادر على الحركة بحرية في أي مكان من الكون وله كتلة تعادل واحد بالمليون من كتلة ذرة الهيدروجين، وينتقل بسرعة تساوي 2250 km/s تقريبًا. وقام بوضع العنصر X في قمة قائمة العناصر النبيلة. وقد رفض مندليف فكرة الإلكترونات لاعتقاده أن الذرة هي أصغر شيء ولا تحتوي على أية أجزاء داخلية.

اطلب إلى الطلبة البحث والكتابة عن علماء قاموا باكتشافين أو أكثر، وقد تضمنت أعمالهم بعض الأخطاء فيما قدموه من نظريات. **ف م**

ماذا قرأت؟ قام طومسون بإجراء سلسلة من التجارب باستعمال أنبوب أشعة الكاثود، وعند قياس تأثير كلٍّ من المجالين الكهربائي والمغناطيسي لتحديد نسبة الكتلة إلى الشحنة لهذه الجسيمات، استنتج أن هذه الجسيمات المشحونة أقل كتلة من أصغر ذرة معروفة، مما يعني أن الذرات تتكون من أجزاء صغيرة.

بالإضاءة فزد فرق الجهد من مصدر التيار الكهربائي. وإذا فشل الأنبوب مرة أخرى في الإضاءة فأغلق مصدر التيار الكهربائي واعكس توصيل الأسلاك بالأنبوب.

اطلب إلى الطلبة مشاهدة الشعاع الضوئي (حزمة الكترونات) المكون على الصفيحة الحساسة للضوء في الأنبوب. أمِلِ الشعاع قليلاً باستعمال المجال المغناطيسي. واعكس المجال المغناطيسي بقلب المغناطيس واستعماله ليتبين انحراف الشعاع في الاتجاه المعاكس.

النتائج

سيرى الطلبة الدليل على أثر الشعاع الضوئي في توهج المواد على الصفيحة الحساسة الموجودة في مساره. أشر إلى أن طومسون لاحظ الانحراف بوساطة كل من المغانط والصفائح المشحونة.

التحليل

1. ما الخواص التي تسبب انحناء أشعة الكاثود في المجال المغناطيسي؟ الأشعة تحمل شحنة كهربائية.

ما وظيفة المغانط الكهربائية في أنبوب الصورة داخل التلفاز. تسبب حركة الشعاع (حزمة الإلكترونات) للخلف، وللإمام مكونًا صورة على الوجه الداخلي للشاشة المطلية بمواد كيميائية مناسبة.

التقويم

المهارة دع الطلبة يبحثوا في مقال يصف كيف يعمل أنبوب أشعة الكاثود أو التلفاز. **ض م**

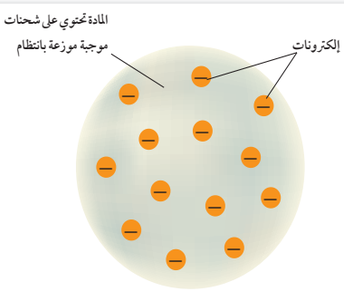
تطوير المفهوم

ليزميتنر Lise Meitner اطلب إلى الطلبة البحث عن تاريخ عمل العالمة ليزمتنر، ودعهم يضعوا ذلك التاريخ على خط الزمن، ثم اطلب إليهم القيام بعصف ذهني حول الحوادث التي أثرت في أوروبا خلال تلك الحقبة من الزمن. وأعْلِم الطلبة أن العالمة ليزمتنير قد ولدت في أستراليا في فترة كانَ فيها التعليم الجامعي للإناث غير محبب في أوروبا، ممّا دفعها إلى الانتقال من ألمانيا إلى السويد في عام 1938م.

اطلب إلى الطلبة أن يبحثوا في المصاعب التي واجهت العالمة ليزميتنر في تلك الحقبة في حياتها، ودعهم يقارنوا ذلك بالمصاعب التي يواجهها العلماء العاملون في عصرنا الحاضر. استطاعت العالمة ليزميتنر التغلب على الصعوبات الاجتماعية التي واجهتها في أثناء متابعتها للتعليم الثانوي، والجامعي، وما بعده. أما علماء العصر الحاضر فإنهم لا يواجهون مثل هذه الصعوبات بسب العرق أو الجنس أو اللون. وباستطاعتهم متابعة التعليم والبحث أينما شاءوا.

ض م ف م

ماذا قرأت؟ يتكون نموذج طومسون للذرة من إلكترونات تتوزع خلال شكل كروي منتظم يشبه توزيع قطع الخوخ في طبق من الحلوى بشكل منتظم.

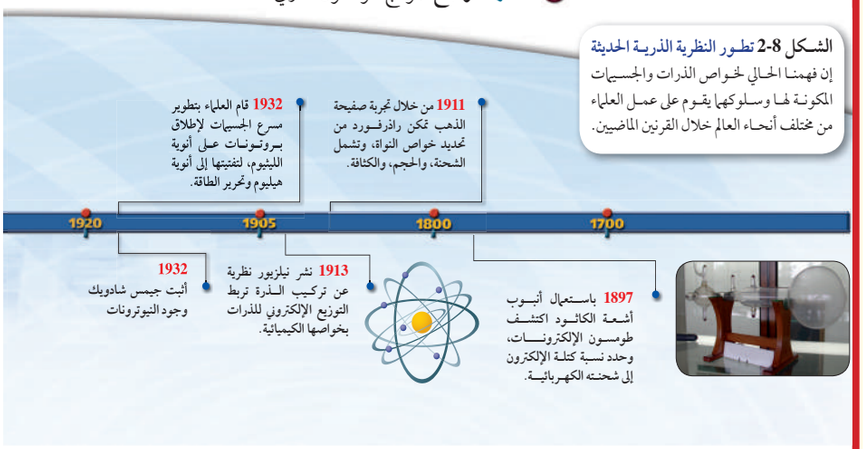


الشكل 7-2 نموذج طومسون يبين أن الذرة، كرة متجانسة موجبة الشحنة تحتوي على إلكترونات.

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

في محاولة للإجابة عن هذه الأسئلة اقترح طومسون نموذجًا للذرة كالمبين في **الشكل 7-2**، يتكون هذا النموذج من ذرات كروية الشكل مكونة من شحنات موجبة موزعة بانتظام، مغروس فيها إلكترونات منفردة سالبة الشحنة. لكن هذا النموذج لم يستمر طويلاً. ويلخص **الشكل 8-2** الخطوات العديدة لفهم تركيب الذرة.

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



الشكل 8-2 تطور النظرية الذرية الحديثة
إن فهمنا الحالي لخواص الذرات والجسيمات المكونة لها وسلوكها يقوم على عمل العلماء من مختلف أنحاء العالم خلال القرنين الماضيين.

عرض توضيحي

تجربة صفيحة الذهب

الهدف: عرض تجربة راذرفورد لصفيحة الذهب.

المواد والأدوات

مؤشر من الليزر (يفضل أخضر، أحمر، حيث لا يؤثر في الأشخاص). شفافية، إطاران للصور، صمغ (غراء)، ثلاثة حوامل مع حلقاتها، ماسك أنابيب

احتياطات السلامة

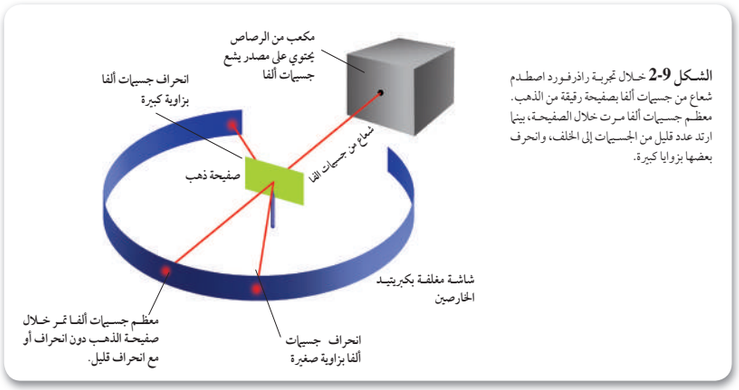
تُعد مؤشرات الليزر مصدرًا خطرًا على الأعين، لذا، يجب على المعلمين الحذر عند استعمال هذه الأشعة وعرضها بحيث يبتعد الطلبة عن مسارها.

الخطوات

1. ثبت إطاري الصور بالحامل، ومؤشر الليزر بماسك الأنابيب الذي على الطاولة.
2. توقع راذرفورد أن يحصل على عدد قليل من الجسيمات المبعثرة ليبرهن نموذجه الذري.
3. شَغل مؤشر الليزر، ودع الشعاع يمر من خلال إطار الصورة الذي لا يوجد بداخله الشفافية ليصطدم بالشاشة على الحائط.
4. أخبر الطلبة بأن تجربة راذرفورد لم تقدم ما كان متوقعًا منها.
5. شغل مؤشر الليزر، ودع شعاع الليزر يمر من خلال الإطار الذي يحتوي على الشفافية ليسقط بعدها على الحائط.

الخلفية النظرية للمحتوى

مسرع الجسيمات يُعد مسرِّع الجسيمات الأداة الفضلى التي يستعملها العلماء لدراسة مكوّنات الذرة، إذْ يوجد نوعان من تلك المُسرِّعات، هما: المُسرِّعات الخطية (لينكس)، والمُسرِّعات الدائرية. ويوجد أطول مُسرّع خطي في العالم في جامعة ستانفور Stanford في ولاية كاليفورينا بالولايات المتحدة الأمريكية، حيث يبلغ طوله ثلاثة كيلومترات. ويوجد أكبر مُسرِّع دائري والذي تم افتتاحه عام 2007م في هادرون كوليدر Hadron Collider ما بين فرنسا وسويسرا، حيث يبلغ قطره سبعة وعشرين كيلومترًا. ويستعمل العلماء في أنحاء العالم جميعًا هذه الأدوات.

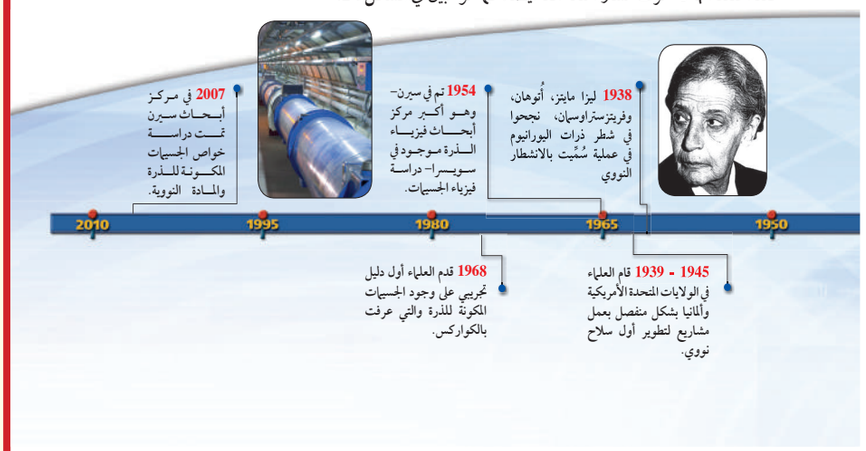


الشكل 9-2 خلال تجربة راذرفورد اصطدم شعاع من جسيمات ألفا بصفيحة رقيقة من الذهب. معظم جسيمات ألفا مرت خلال الصفيحة، بينما ارتد عدد قليل من الجسيمات إلى الخلف، وانحرف بعضها بزوايا كبيرة.

النواة The Nucleus

تجربة راذرفورد أجرى راذرفورد Rutherford في عام 1911م، تجربة كما في **الشكل 9-2**، حيث وجه شعاعًا رفيعًا من جسيمات ألفا (∝) في اتجاه صفيحة رقيقة من الذهب، ووضع شاشة مغلفة بكبريتيد الخارصين حول صفيحة الذهب، حيث تقوم الشاشة بإظهار الضوء عند اصطدام جسيمات ألفا بها.

ومن خلال معرفة راذرفورد بنموذج طومسون للذرة توقع أن مسار جسيمات ألفا السريعة ذات الكتلة الكبيرة سوف تنحرف قليلا نتيجة اصطدامها بالإلكترونات. ونظرًا لأن الشحنة الموجبة موزعة بانتظام في ذرات الذهب، فقد اعتقد أنها لا تحرف مسار أشعة ألفا أيضًا، كما هو مبين في **الشكل 9-2**.



النتائج

لقد تم رؤية شعاع الضوء الذي لا يوجد في طريقه أية أجسام على الحائط عندما مرَّ شعاع ضوء الليزر من خلال إطار الصورة الذي لا يحتوي على شفافية. وعندما مرَّ شعاع ضوء الليزر نفسه من خلال الإطار المحتوي على الشفافية أظهر نتائج مشابهة. ولكن كان هناك نقاط صغيرة مبعثرة، وهذا يشير إلى أن بعض الضوء قد تم انحرافه عند اصطدامه بالجسم.

وكانت النتيجة أن شعاع ضوء الليزر المار بالإطار الذي لا يحتوي على الشفافية يشبه ما توقعه راذرفورد، لذا فإن وجود الشفافية يشبه ما توقعه راذرفورد.

التحليل

اطرح الأسئلة الآتية على الطلبة:

1. أي الإطارين أظهر التركيب الصحيح للذرة؟ الإطار الذي يوجد بداخله شفافية.
2. قارن هذا العرض بتجربة راذرفورد. شعاع ضوء الليزر يمثل شعاع جسيمات ألفا، وإطار الصورة يمثل صفيحة الذهب.

التقويم

الأداء اطلب إلى الطلبة إعداد قائمة للمقارنة بين ما شاهدوه في العرض العملي ونتائج تجربة راذرفورد.

ض م

■ **إجابة سؤال الشكل 2-11 :** تتنافر جسيمات ألفا الموجبة مع النواة موجبة الشحنة.

التوسع

راذرفورد اطلب إلى الطلبة أن يبحثوا عن معلومات لإنجازات راذرفورد وخاصة مساهمته في دراسة خواص جسيمات أشعة ألفا، إذ يستطيعون أن يكتبوا مقالة عن حياته في دفاترهم الكيمياء. **ف م**

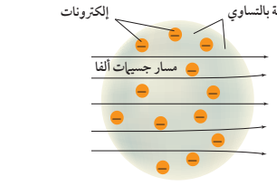
التقويم

المعرفة اطلب إلى الطلبة التعليق على العبارة الآتية "معظم المادة فراغ"، واطلب إليهم استعمال دليل عملي محدد نوقش في هذا الجزء. **ض م**

ماذا قرأت؟ تتكون الذرة في نموذج راذرفورد من جزء صغير وكثيف يُسمى بالنواة تحتوي على معظم الشحنة الموجبة ومعظم كتلة الذرة. وتتحرك الإلكترونات في الفراغ المحيط بالنواة.

تطبيقات الكيمياء

التلفاز أجهزة التلفاز والحاسوب المنزلية هي نماذج متقدمة لأنابيب أشعة الكاثود، وتقوم المغانط الموجودة بداخلها بتحريك الإلكترونات في الاتجاهات جميعها حيث تنتج الصورة من سقوط الإلكترونات على مواد باعثة للضوء تُطلى بها أسطح الشاشات.



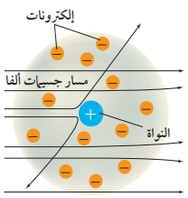
الشكل 2-10 بالاعتماد على نموذج طومسون توقع راذرفورد أن جسيمات ألفا الضوئية ستمر من خلال صفيحة الذهب، وأن جزءًا قليلاً فقط سينحرف قليلاً.

نموذج راذرفورد للذرة استنتج راذرفورد أن نموذج طومسون لم يكن صحيحًا؛ لأنه لم يستطع أن يفسر نتائج تجربة صفيحة الذهب. واعتمادًا على خواص جسيمات ألفا والإلكترونات، وعلى تكرار الارتدادات، فقد استنتج أن الذرة تتكون غالبًا من فراغ تتحرك فيه الإلكترونات، انظر **الشكل 2-10**. 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 شحنة النواة الموجبة، ويبين **الشكل 2-11** نموذج راذرفورد الذري.

ماذا قرأت؟ صف نموذج الذرة الذي وضعه راذرفورد.

تعمل قوة التنافر الناتجة بين جسيمات ألفا الموجبة والنواة الموجبة على انحراف جسيمات ألفا. ويبين **الشكل 2-11** نتائج تجربة صفيحة الذهب في نموذج راذرفورد الذري. ويوضح هذا النموذج أيضًا أن الذرة متعادلة كهربائيًا، حيث إن الشحنة الموجبة للنواة تعادل الشحنة السالبة للإلكترونات، لكن هذا النموذج لم يستطع تفسير كتلة الذرة.

البروتون والنيوترون في عام 1920م قام راذرفورد بشرح مفهوم النواة، واستنتج أن النواة تحتوي على جسيمات تسمى البروتونات. **البروتون** جسيم ذري يحمل شحنة تساوي شحنة الإلكترون لكنها موجبة. شحنة البروتون (+1). وفي عام 1932م بين العالم جيمس شادويك James Chadwick أن النواة تحتوي أيضًا على جسيمات متعادلة سميت بالنيوترونات. **والنيوترون** جسيم ذري كتلته قريبة من كتلة البروتون، ولكنه لا يحمل شحنة كهربائية. وفي عام 1935م حصل شادويك على جائزة نوبل في الفيزياء؛ لقدرته على إثبات وجود النيوترون.



الشكل 2-11 في نموذج راذرفورد للذرة تتكون الذرة من نواة كثيفة موجبة الشحنة، محاطة بالإلكترونات السالبة الشحنة. تنحرف جسيمات ألفا التي تمر بعيدًا عن النواة قليلاً. أما جسيمات ألفا التي تمر مباشرةً بالقرب من النواة فتنحرف بزوايا كبيرة.
استنتج. ما القوة المسببة لانحراف جسيمات ألفا؟

طرائق تدريس متنوعة

دون المستوى أنشئ هدفًا للرماية مشابهًا لصفيحة الذهب التي استعملها راذرفورد في تجربته، إذ يمكنك القيام بذلك عن طريق تعليق كرات تنس الطاولة من سقف الغرفة على بعد 60 cm بعضها من بعض، أفقيًا أو عموديًا، حتى تُشكِّلا مستطيلاً صغيرًا. ستمثل هذه الكرات أنوية ذرات الذهب في صفيحة راذرفورد، ثم اطلب إلى الطلبة أن يقذفوا كرات تنس الطاولة "بدلاً من أشعة ألفا" على كرات التنس المعلقة. وسجل عدد الرميات مقارنة بتلك التي تنحرف إلى أحد الجوانب. واطلب إليهم مقارنة ما قاموا به في غرفة الصف بنتائج تجربة راذرفورد لصفيحة الذهب. **ض م**

مشروع الكيمياء

مجهر القوة الذرية

Atomic Force Microscope

اطلب إلى الطلبة أن يبحثوا كيف نستطيع استعمال جهاز مجهر القوة الذرية لمعرفة كيف يمتص السطح الذرات. ودع الطلبة يعدوا نشرة إعلامية بالمعلومات التي حصلوا عليها. **ض م**

دفتر الكيمياء

مقارنة النماذج اطلب إلى الطلبة استعمال دفاتر الكيمياء، لرسم تركيب الذرة بناءً على نموذج طومسون والنموذج النووي الذري. واطلب إليهم عنونة الجسيمات المكونة للذرة في كل رسم، ووضع قائمة بالنقاط الرئيسة التي ترتبط في كل نموذج. ويجب أن يبينوا بوضوح أن النموذج الذري هو المقبول حاليًا بوصفه نموذجًا للذرة.

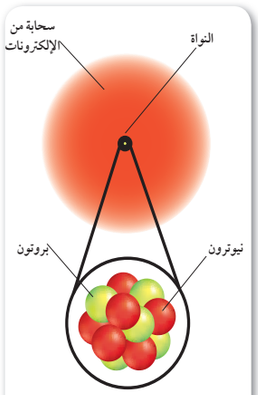
ض م

جدول 3-2 خواص الجسيمات المكونة للذرة

الجسيمات المكونة للذرة	الرمز	الموقع	الشحنة الكهربائية	الكتلة النسبية	الكتلة الحقيقية (g)
الإلكترون	e^-	في الفراغ المحيط بالنواة	-1	$\frac{1}{1840}$	9.11×10^{-28}
البروتون	P	في النواة	+1	1	1.673×10^{-24}
النيوترون	n	في النواة	0	1	1.675×10^{-24}

إكمال نموذج الذرة جميع الذرات مكونة من ثلاثة جسيمات ذرية أساسية: الإلكترون، والبروتون، والنيوترون. والذرة كروية الشكل، تحتوي على نواة صغيرة وكثيفة، مكونة من شحنات موجبة محاطة بإلكترون (أو أكثر) سالب الشحنة. معظم حجم الذرة فراغ يحتوي على إلكترونات سريعة الحركة، وهي تتحرك في الفراغ المحيط بالنواة. ترتبط الإلكترونات بالذرة من خلال التجاذب مع الشحنات الموجبة في النواة. وتتكون النواة من نيوترونات متعادلة الشحنة (نواة ذرة الهيدروجين تحتوي على بروتون واحد فقط، ولا تحتوي على نيوترونات، وهي حالة استثنائية)، وبروتونات موجبة الشحنة. وتحتوي النواة على أكثر من 99.97% من كتلة الذرة. وتشغل حوالي 0.0001 من حجم الذرة. بما أن الذرة متعادلة كهربائيًا فإن عدد البروتونات في النواة يعادل عدد الإلكترونات المحيطة بها. ويبين **الشكل 12-2** مكونات الذرة، وخواص جسيماتها الأساسية والملخصة في **الجدول 3-2**.

ولا تزال مكونات الذرة موضع اهتمام الكثير من علماء العصر الحديث. وفي الواقع حدد العلماء أن للبروتونات والنيوترونات تركيبها الخاص بها، وأنها مكونة من جسيمات تدعى كواركات. وهي لا تؤثر في السلوك الكيميائي للذرة. لكن السلوك الكيميائي يمكن تفسيره من خلال الإلكترونات.



الشكل 12-2 تتكون الذرات من نواة تحتوي على بروتونات ونيوترونات محاطة بسحابة من الإلكترونات.

التقويم 2-2

الخلاصة

- الذرة أصغر جزء في العنصر، ولها خواص العنصر.
- شحنة الإلكترون (-1) والبروتون (+1) والنيوترون ليس له شحنة.
- معظم حجم الذرة فراغ يحيط بالنواة.

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

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

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

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

11. **احسب** الفرق بالكيلوجرام (Kg) بين كتلة البروتون وكتلة الإلكترون.

التقويم

المهارة استعمل كتلة الإلكترون بوصفها وحدة أساسية لقياس الكتلة. واطلب إلى الطلبة أن يستعملوا جدولاً ليقارنوا بين كتل مكوّنات الذرة، وذرات أخرى مختلفة، وأجسام يختارونها. ض م

3. التقويم

التحقق من الفهم

اطلب إلى الطلبة مقارنة وظائف الوحدة الأساسية للكيمياء وأبعادها، (الذرة) بالوحدة الأساسية في علم الأحياء، (الخلية). ض م

إعادة التدريس

اطلب إلى مجموعة من الطلبة بناء نماذج ذرية متنوعة باستعمال الصلصال، وورق مقوى، وحبات علكة، أو أي مواد أخرى مناسبة. د م

التوسع

اطلب إلى الطلبة المهتمين البحث في الاكتشافات الأكثر حداثة حول تركيب البروتونات، والنيوترونات، واكتشاف الكواركس. فقد يرغب الطلبة في تقديم عرض قصير عن نتائجهم على زملائهم في الصف. ف م

التقويم 2-2

7. تتكون الذرة من نواة صغيرة وكثيفة موجودة بالمركز تحتوي على البروتونات والنيوترونات. والنواة محاطة بسحابة من الإلكترونات سالبة الشحنة.

8. يصف نموذج طوسون الذرات بأنها جُسيمات كروية الشكل مكوّنة من شحنات موجبة موزعة بانتظام مغروسًا فيها إلكترونات منفردة سالبة الشحنة، وضعت في أماكن محددة. وبالمقارنة بنموذج راذرفورد يبين أن معظم حجم الذرة فراغ، وتشتمل على نواة مركزية صغيرة وكثيفة تحتوي على معظم كتلة الذرة والشحنات الموجبة. وتتحرك الإلكترونات سالبة الشحنة في الفراغ مرتبطة بالذرة عن طريق قوة التجاذب مع نواتها الموجبة.

9. يبين الانحراف باتجاه الصفائح الموجبة الشحنة طبيعة الشحنة السالبة للإلكترونات، إن تغير المعدن المكون للقطب أو تغير الغاز المستعمل في أنبوب أشعة الكاثود لا يؤثر في أشعة الكاثود الناتجة، لذا، استنتج العلماء أن الإلكترونات موجودة في أشكال المادة جميعها.

10.

الجسيمات المكوّنة للذرة	الشحنة الكهربائية	الكتلة النسبية
الإلكترون	– 1	$\frac{1}{1840}$
البروتون	+ 1	1
النيوترون	صفر	1

11. الفرق بين كتلة البروتون والإلكترون (Kg)

$= 1.672 \times 10^{-27}$ Kg

2-3

1. التركيز

ابدأ بعرض الفكرة الرئيسة على الطلبة.

الفكرة الرئيسة

تعريف الذرة اطلب إلى الطلبة أن يبينوا المعلومات التي نستعملها للتعريف بعنوان منازلنا الرقم، والشارع، والمدينة، والدولة، فعناوين السكن كلها منظمة كالجسيمات التي تستعمل في معرفة أنواع الذرة. د م

2. التدريس

تطوير المفاهيم

النظائر مرر كيس يحتوي على بذور الفاصولياء، أو قطع حلوى صغيرة (متشابهة الشكل والحجم)، أو مكعبات بلاستيكية أو خشبية لها نفس اللون والحجم. اطلب إلى الطلبة أن يذكروا صفة مشتركة، وأخرى غير مشتركة بين العناصر الموجودة في الكيس. فوجه الشبه: هو النوع نفسه من المادة، (مثال على ذلك الفاصولياء)، أما وجه الأختلاف: الكتلة. وجه الطلبة إلى أنّ هذا مشابه لنظائر العناصر، ولكن لها كتل مختلفة. ض م

■ **إجابة سؤال الشكل 13-2:** عدد البروتونات في ذرة الذهب يساوي 79 بروتون، على حين أن عدد الإلكترونات فيها يساوي 79 إلكترون.

2-3

الأهداف

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

مراجعة المفردات

الجدول الدوري: لوحة ترتب فيها جميع العناصر المعروفة تصاعديًّا حسب أعدادها الذرية في شبكة ذات صفوف أفقية تدعى دورات، وأعمدة تدعى مجموعات.

المفردات الجديدة

العدد الذري
النظائر
العدد الكتلي
وحدة الكتل الذرية
الكتلة الذرية

كيف تختلف الذرات؟ How Atoms Differ

الفكرة الرئيسة **عدد البروتونات والعدد الكتلي يحددان نوع الذرة.**

الربط بواقع الحياة تعلم أن الأرقام تستعمل يوميًّا لتعرّف الأشخاص والأشياء. فعلى سبيل المثال لكل مواطن رقم مسجل في حاسوب المملكة يعرف به. وبالمثل فإن العدد الذري يستعمل ليحدد أنواع الذرات.

العدد الذري Atomic Number

كما ترى في الجدول الدوري للعناصر، هناك أكثر من مائة وعشرة عناصر مختلفة. ما الذي يجعل ذرة عنصر ما تختلف عن ذرة عنصر آخر؟

اكتشف العالم هنري موزلي Henry Mosely أن ذرات كل عنصر تحتوي شحنات موجبة في أنويتها. وهكذا فإن عدد البروتونات في الذرة يحدد نوعها بوصفها ذرة عنصر معين. ويسمى عدد البروتونات في الذرة **العدد الذري**. وتحصل من خلال الجدول الدوري على معلومات عن العناصر، مثل عنصر الهيدروجين المبين في **الشكل 13-2**. فالرقم (1) الموجود فوق رمز الهيدروجين H يشير إلى عدد البروتونات أو العدد الذري. وبالانتقال عبر الجدول الدوري في اتجاه اليمين ستصل إلى عنصر الهيليوم He الذي تحتوي نواته على بروتونين، أي أن العدد الذري له (2). ويبدأ الصف التالي في الجدول الدوري بعنصر الليثيوم Li وعدده الذري (3)، يتبعه عنصر البريليوم Be وعدده الذري (4). وهكذا فإن الجدول الدوري مرتب من اليسار إلى اليمين، ومن الأعلى إلى الأسفل، تصاعديًّا حسب الأعداد الذرية للعناصر.

ونظرًا لأن جميع الذرات متعادلة فإن عدد البروتونات والإلكترونات في الذرة الواحدة يجب أن يكون متساويًا. لذا فإن معرفتك بالعدد الذري للعنصر تمكنك من معرفة عدد البروتونات وعدد الإلكترونات في الذرة. فعلى سبيل المثال، تحتوي ذرة الليثيوم على ثلاثة بروتونات وثلاثة إلكترونات؛ لأن عددها الذري (3).

العدد الذري

العدد الذري = عدد البروتونات = عدد الإلكترونات

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

الشكل 13-2 يمثل في الجدول الدوري كل عنصر باسمه الكيميائي، والعدد الذري، والرمز الكيميائي، ومتوسط الكتلة الذرية.
حدد. عدد البروتونات وعدد الإلكترونات في ذرة الذهب.

طرائق تدريس متنوعة

دون المستوى دع الطلبة يقوموا ببناء نماذج للذرات باستعمال حبات ملونة من العلكة، بحيث تظهر العلاقة بين البروتونات والنيوترونات والإلكترونات. أكد على الطلبة أن مقياس الرسم المستعمل في تلك النماذج ليس دقيقًا، حيث إن حجم الإلكترون يساوي $\frac{1}{1840}$ من حجم البروتون أو النيوترون. وأن قطر الذرة أكبر عشرة آلاف مرة من قطر نواتها. د م

مثال 2-1

العدد الذري أكمل الجدول الآتي:

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

1 تحليل المسألة

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

المعطيات

a. العدد الذري للرصاص= 82
b. عدد البروتونات = 8
c. عدد الإلكترونات = 30

المطلوب

a. عدد البروتونات، عدد الإلكترونات= ؟
b. العنصر، العدد الذري، عدد الإلكترونات =؟
c. العنصر، العدد الذري=؟ عدد البروتونات= ؟

2 حساب المطلوب

طبق علاقة العدد الذري
عوض العدد الذري يساوي 82

a. عدد البروتونات = العدد الذري
عدد البروتونات = 82
عدد الإلكترونات = عدد البروتونات
عدد الإلكترونات = 82
عدد كل من البروتونات والإلكترونات = 82

طبق علاقة العدد الذري
عوض عدد البروتونات يساوي 8

b. العدد الذري = عدد البروتونات
العدد الذري = 8
عدد الإلكترونات = عدد البروتونات
عدد الإلكترونات= 8
العدد الذري = عدد الإلكترونات = 8

استعمل الجدول الدوري لتعرّف العنصر

العنصر هو الأكسجين (O).

طبق علاقة العدد الذري
عوض عدد البروتونات يساوي 30

c. عدد البروتونات = عدد الإلكترونات.
عدد البروتونات = 30
العدد الذري = عدد البروتونات
العدد الذري= 30
العدد الذري = البروتونات = 30

استعمل الجدول الدوري لتعرّف العنصر

العنصر هو الخارصين Zn

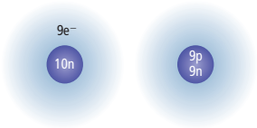
3 تقويم الإجابة

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

مسائل تدريبية

12. ما عدد البروتونات والإلكترونات في كل من ذرات العناصر الآتية؟

a. الرادون Rn **b.** الماغنسوم Mg



13. عنصر تحتوي ذرته 66 إلكترونًا. ما العنصر؟

14. عنصر تحتوي ذرته 14 بروتونًا، ما العنصر؟

15. تحدَّ هل الذرات المبينة في الشكل عن اليسار لها نفس العدد الذري؟

التنوع الثقافي

اكتشافات بالمصادفة كانت باتسي شيرمان Patsy Sherman تعمل بوظيفة جزئية مؤقتة في إحدى المؤسسات عندما سُكبت بعض المواد الكيميائية بطريقة الخطأ، فوقع بعض منها على حذاء باتسي شيرمان والتي لاحظت أن الحذاء أصبح مقاومًا للماء (غير نافذ للماء) وللأصباغ. فقررت باتسي شيرمان متابعة تركيب تلك المواد الكيميائية. وقد أدى بحثها إلى تسويق الأنسجة المضادة للماء تحت اسم الملابس المقاومة للماء. ووجد أن تلك المادة تتكون من جزيئات مطاطية تلتصق بالأنسجة، من إحدى طرفيها على حين يعمل الطرف الآخر على دفع الماء والأصباغ بعيدًا.

أُعجبت الشركة باكتشاف باتسي شيرمان ومنحتها وظيفة بدوام كامل وأصبحت تلك المادة واحدة من أكثر الموادّ ربحًا للشركة. وقامت باتسي شيرمان بتسجيل ست عشرة براءة اختراع. ووضع اسمها في سجل أشهر المخترعين الوطنيين.

الإثراء

تسلسل العناصر في الجدول الدوري يُعد العالم هنري موزلي من أصغر العلماء الذين عملوا تحت إمرة العالم راذرفورد في جامعة كمبردج. فقد قام العالم هنري موزلي بتسليط شعاع من أشعة X على عينات من عناصر مختلفة، وقد وجد أن طول موجة الأشعة الناتجة تقل بازدياد الكتلة الذرية. وعزا ذلك إلى ازدياد عدد الإلكترونات في الذرة، وبالتالي ازدياد عدد البروتونات في نواة الذرة. وقد أدت هذه التوقعات إلى الترتيب البنائي للعناصر في الجدول الدوري الذي اقترحه العالم مندليف، الذي رتب فيه العناصر بحسب ازدياد عدد البروتونات (العدد الذري). وقد أدت هذه النتيجة إلى حل مشاكل ترتيب العناصر المتقاربة في الكتلة الذرية والتي كانت تشكل "فراغات" في الجدول مشيرةً إلى عناصر يحتمل اكتشافها، وقد استُعمل أسلوب موزلي لدحض ادّعاء اربنزن اكتشاف عنصر جديد سمّاه سليتوم وليدعم اكتشاف العالم هيفسي الذي اكتشف عنصر هافنيوم (HF)، اطلب إلى الطلبة مقارنة جدول مندليف الدوري بالجدول الدوري لموزلي، وإبراز عدم تسلسل العناصر. ف م

مثال في الصف

السؤال أكمل الجدول الآتي:

العنصر	العدد الذري	عدد البروتونات	عدد الإلكترونات
K	19	19	19
Br	35	35	35
Ne	10	10	10

مسائل تدريبية

12. a. ذرة الرادون، 86 بروتون، 86 إلكترون
b. ذرة الماغنيسيوم، 12 بروتون، 12 إلكترون.

13. العنصر الذي تحتوي نواته على 66 إلكترون، هو دايسبروسيوم.

14. العنصر الذي تحتوي ذرته على 14 بروتون هو السيليكون.

15. نعم، عددها الذري يساوي 9.

المفاهيم الشائعة غير الصحيحة

يمكـن أن يفكـر الطلبة فـي أن النظائـر تحتـوي أعدادًا مختلفة من الإلكترونات والبروتونات.

استكشاف المفاهيم الشائعة غير الصحيحة

اطلـب إلى الطلبة أن يوضحوا كيف تختلف نظائر ذرة عنصـر معين عـن ذرة عنصر آخر. علمًا بـأن نظائر أي ذرة تمتلك أعدادًا مختلفة من النيوترونات.

عرض المفهوم

وضـح للطلبـة بـأن الـذرات تُحـدّد وتُعـرّف بعـدد البروتونات في النواة فقط. فاختلاف عدد النيوترونات أدى إلـى وجـود نظائر مختلفـة. حيث تحتـوي نظائر العنصر الواحد على عدد الإلكترونات نفسها. لذا أكد لهم أن الأيونات المختلفة للعنصر تحتوي على أعداد مختلفة من الإلكترونات.

تقويم المعرفة السابقة

اطلب إلـى الطلبة أن يبينوا على السـبورة كيف أن نظائر الأكسـجين الثلاثـة (أكسـجين- 16، أكسـجين- 17، أكسـجين- 18). متشـابهة، ومختلفـة في الوقت نفسـه. نظائر الأكسـجين جميعها تحتوي على (8) بروتونات، ولكـن النظائـر الثلاثة تختلـف لاحتوائها علـى أعداد مختلفة من النيوترونات 8 و9 و10 د م

التقـويـم

الأداء اطلب إلى الطلبة اسـتعمال جهاز عرض الشفافيات ومجموعـة من النقط الملونة المصنوعة من الورق الملون، تمثـل البروتونـات، والنيوترونـات، والإلكترونـات لبنـاء نماذج للنظائر المختلفة. د م

العدد الكتلي

$^{63}_{29}Cu$ $^{65}_{29}Cu$

العدد الذري

الشـكل 2-14 Cu هـو الرمز الكيميائي لعنصر النحاس. كان النحاس يستعمل لصنع الدروع الصينيـة التي تتكـون من 69.2% نحاس- 63 و30.8% نحاس- 65.

النظائر والعدد الكتليّ Isotopes and Mass Number

كان جون دالتون مخطئًا عندما اعتقد أنه لا يمكن تجزئة الذرات، وأن ذرات العنصر الواحد متشابهة؛ لأن عدد البروتونات يساوي عدد الإلكترونات، ولكن عدد النيوترونات قد يختلف. فعلى سبيل المثال، هنالك ثلاثة أنواع من ذرات البوتاسيوم موجودة في الطبيعة، وتحتوي الأنواع الثلاثة 19 بروتونًا و19 إلكترونًا، بينما يحتوي أحد أنواع ذرة البوتاسيوم 20 نيوترونًا، والآخر 21 نيوترونًا، والثالث 22 نيوترونًا. إن الذرات التي لها عدد البروتونات نفسه لكنها تختلف في عدد النيوترونات تسمى **النظائر**.

النظائـر التـي تحتوي على عدد أكبر من النيوترونات تكـون كتلتها أكبر. وبالرغم من هذه الاختلافات إلا أن نظائر ذرة ما لها السلوك الكيميائي نفسه، الذي يحدده فقط عدد الإلكترونات الموجودة في الذرة.

كل نظيـر مـن نظائر العنصر يعرف بعدده الكتلي. **العـدد الكتلي** هو مجموع عدد البروتونات (العدد الذري) وعدد النيوترونات في نواة ذرة العنصر.

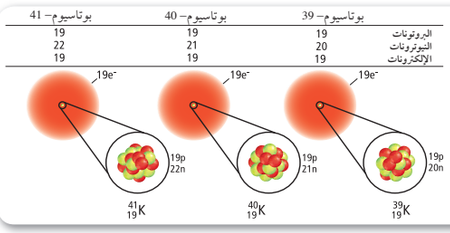
العدد الكتلي

العدد الكتلي = عدد البروتونات + عدد النيوترونات

العدد الكتلي لأي ذرة هو مجموع عدد البروتونات وعدد النيوترونات فيها.

فعلى سبيل المثال، لعنصر النحاس نظيران. النظير الذي يحتوي 29 بروتونًا و34 نيوترونًا له عدد كتلي يساوي 63 يكتب نحـاس- 63، أو Cu-63. والعـدد الكتـلي للنظـير الـذي يحتـوي 29 بروتونًـــا و36 نيوتـــرونًا يسـاوي 65، ويكتب نحـاس- 65 أو Cu-65. ويكتب الكيميائيون النظائر أيضًا باسـتعمال تعابير الرمز الكيميائي، والعدد الذري، والعدد الكتلي كما هو مبين في **الشكل 14-2**.

النظائـر فـي الطبيعـة توجد معظم العناصر فـي الطبيعة على هيئة خليـط من النظائر. وعند الحصـول على أيّ عينة من العنصر فإن نسبة وجود كل نظير تبقى ثابتة. فعلى سبيل المثال، عند فحص عينة من الموز نجد أنها تحتوي على 93.26% من ذرات البوتاسـيوم التي تحتوي على 20 نيوترونًا، و6.73% من ذراته التي تحتوي على 22 نيوترونًا، و0.01% من ذراته التي تحتوي على 21 نيوترونًا. وعند فحص عينة أخرى من الموز أو مصدر آخر للبوتاسـيوم فإننا سـنجد أن نسـبة نظائر البوتاسيوم فيها هي النسبة نفسها. ويلخص **الشكل 15-2** المعلومات المتعلقة بنظائر البوتاسيوم الثلاثة.



الشـكل 15-2 للبوتاسـيوم ثلاثـة نظائـر موجـودة في الطبيعـــة، وهـي بوتـاسـيوم- 39، بوتـاسـيوم- 40، بوتـاسـيوم- 41.

اعمل. قائمة بعـدد البروتونـات والنيوترونات لكل نظير من نظائر البوتاسيوم.

دفتر الكيمياء

استعمال النظائر اطلب إلى الطلبة البحث في استعمالات النظائر في الطب، والمواد الكيميائية المشعة. ووصف كيف تعمل المادة الكيميائية المشعة اعتمادًا على خواص النظائر المشعة. واطلب إليهم كذلك عمل قائمة بثلاثة نظائر على الأقل استعملت في الطب، و يصغوا كيف استعملت، وتدوين ذلك كله في هذا الدفتر. ض م

إجابة سؤال الشكل 15-2:

البوتاسيوم- 39 : 19 بروتون، 20 نيوترون، 19 إلكترون.

البوتاسيوم- 40 :19 بروتون، 21 نيوترون، 19 إلكترون

البوتاسيوم- 41 :19 بروتون، 22 نيوترون، 19 إلكترون

مثال 2-2

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

بيانات نظائر بعض العناصر

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

1 تحليل المسألة

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

المعطيات

العنصر النيون
العدد الذري = 10
العدد الكتلي = 22

المطلوب

عدد كل من النيوترونات والبروتونات والإلكترونات = ؟
اسم النظير = ؟
رمز النظير = ؟

2 حساب المطلوب

طبق علاقة العدد الذري

عدد البروتونات = العدد الذري = 10
عدد الإلكترونات = العدد الذري = 10

استعمل العدد الذري، العدد الكتلي لحساب عدد النيوترونات

عدد النيوترونات = العدد الكتلي – العدد الذري
عدد النيوترونات = 22 – 10 = 12

عوض العدد الكتلي =22، والعدد الذري = 10

استعمل اسم العنصر والعدد الكتلي لكتابة اسم النظير.

اسم النظير النيون-22

استعمل الرمز الكيميائي والعدد الكتلي والعدد الذري لكتابة رمز النظير.

رمز النظير $^{22}_{10}Ne$

3 تقويم الإجابة

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

مسائل تدريبية

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

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

مسائل تدريبية

16.

	عدد البروتونات والإلكترونات	عدد النيوترونات	النظير	رمز النظير
b	20	26	كالسيوم- 46	$^{46}_{20}Ca$
c	8	9	أكسجين- 17	$^{17}_{8}O$
d	26	31	حديد- 57	$^{57}_{26}Fe$
e	30	34	خارصين- 64	$^{64}_{30}Zn$
f	80	124	الزئبق- 204	$^{204}_{80}Hg$

17. عدد البروتونات = 25 بروتونًا

عدد الإلكترونات = 25 إلكترونًا

عدد النيوترونات = 30 نيوترونًا

$^{55}_{25}Mn$

مثال في الصف

السؤال قامت إحدى المختبرات العالمية بتحليل تركيب نظائر عدة عناصر في المختبر وتم التوصل إلى البيانات المدونة في الجدول أدناه. حدد عدد البروتونات، والنيوترونات، وعدد الإلكترونات لنظير الحديد المعطى، وسمّ النظير واكتب رمزه.

العنصر	العدد الذري	العدد الكتلي
البورون	5	11
الكلور	17	35
الكلور	17	37
الحديد	26	56
الماغنيسيوم – 24	12	24
الماغنيسيوم – 26	12	26

الإجابة عنصر الحديد– 56 $^{56}_{26}Fe$، يحتوي على 26 بروتون، 26 إلكترون، 30 نيوترون.

الرياضيات في الكيمياء

الكتلة الذرية بين للطلبة كيف نحسب الكتلة الذرية للعنصر x؟

1. إذا لم يكن للعنصر أي نظير فالكتلة الذرية له تساوي كتلته.
2. إذا كان للعنصر نظائر نضرب كتلة كل نظير في نسبة وجوده في الطبيعة.
3. تذكّر أن تحوّل نسبة وجود النظير إلى كسر عشري، فعلى سبيل المثال:

$$\text{نسبة وجود النظير } 25\% = \frac{25}{100} = 0.25$$

4. مجموع نتائج الحسابات من الخطوة (2) هي الكتلة الذرية للعنصر X، ارجع إلى الشكل 16-2 بوصفه مثالاً على كيفية حساب الكتلة الذرية للكلور.

التوسع

جدول النظائر اطلب إلى الطلبة الرجوع إلى جدول النظائر في أي مرجع في الكيمياء. وفي هذه المرحلة ينبغي أن يكون الطلبة قادرين على تحديد عدد النظائر لكل عنصر من العناصر، ومعرفة أن للنظائر رموزًا مدرجة في قوائم، والتحقق من فهمهم لها. وينبغي إجراء اختبار قصير لهم بالحقائق الموجودة في جدول النظائر. ض م

التعزيز

الكتلة الذرية بين للطلبة أن معدل الكتلة الذرية المحسوب في المسائل هو أقرب إلى كتلة العنصر الأكثر شيوعًا في الطبيعة.

عرض عملي

مقارنة الكتلة ضع حبة واحدة من الذرة في كيس خاص، وضع 1840 من حبات الذرة في كيس آخر. وقارن الكتلة في الكيسين، واطلب إلى الطلبة أن يقارنوا بين كتلة الإلكترون وكتلة البروتون. وهذه المقارنة تدل على نسبة كتلة الإلكترون (حبة واحدة من الذرة) إلى كتلة البروتون 1840 حبة ذرة

د م

مشروع الكيمياء

فصل النظائر اطلب إلى الطلبة البحث في طرق فصل النظائر للأغراض التجارية، الطبية، العمليات الصناعية. فعلى سبيل المثال، فإن محطة إنتاج الطاقة النووية تستعمل اليورانيوم- 235 فقط لشطره بوصفه وقودًا، ولذلك يجب فصله عن اليورانيوم الأكثر شيوعًا وهو اليورانيوم- 238.

ماذا قرأت؟ لحساب الكتلة الذرية نجمع نواتج حاصل ضرب (كتلة النظير في نسبة وجوده) ولكل نظير.

طرائق تدريس متنوعة

الطلبة المتفوقون اطلب إلى الطلبة أن يبينوا أي نظير للنيكل له أعلى نسبة وجود في الطبيعة باستعمال البيانات المعطاة في الجدول أدناه. علمًا بأن الكتلة الذرية للنيكل هي 58.69 amu.

النظير	الكتلة	نسبة وجوده %
النيكل- 58	57.93	68.08
النيكل- 60	59.93	26.22
النيكل- 61	60.93	1.14
النيكل- 62	61.93	3.63
النيكل- 64	63.93	0.93

النظير الذي يمتلك كتلة ذرية قريبة من الكتلة الذرية للعنصر، يحتمل أن يكون له أعلى نسبة وجود في الطبيعة، فمثلاً الكتلة الذرية للكلور 35.45 amu ، لذا فإن من المحتمل أن يكون لنظير للكلور- 35 أعلى نسبة وجود، لأن كتلته قريبة من الكتلة الذرية للكلور، على حين أن الكتلة الذرية للنيكل 58.69 amu، لا يوجد في الجدول نظير للنيكل- 59. أما النيكل- 58 فمن المحتمل أن يكون له أعلى نسبة وجود. لذا بين للطلبة نسبة النظير الفعلي بعد التفكير في الإجابة.

كتل الذرات Mass of Atoms

جدول 2-4 كُتل الجسيمات المكونة للذرة	
الجسيم	الكتلة (amu)
إلكترون	0.000549
بروتون	1.007276
نيوترون	1.008665

بالرجوع إلى **الجدول** 2-3 فإن كتلة كل من البروتون والنيوترون تقريبًا تساوي 1.67×10^{-24} g، وكتلة الإلكترونات أصغر من ذلك؛ فهي حوالي $\frac{1}{1840}$ من كتلة البروتون أو النيوترون.

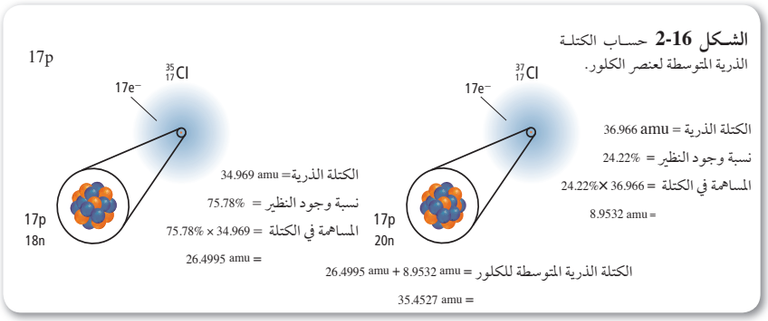
وحدة الكتلة الذرية لأن هذه الكتل صغيرة جدًّا، ويصعب التعامل بها، قام العلماء بتطوير طريقة جديدة لقياس كتلة الذرة بالنسبة لكتلة ذرة معينة معيارية. هذه الذرة المعيارية هي ذرة الكربون التي كتلتها الذرية تساوي (12). لذا فإن **وحدة الكتل الذرية** (amu) تعرف بأنها $\frac{1}{12}$ من كتلة ذرة (الكربون- 12)،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

الكتلة الذرية لأن كتلة الذرة تعتمد أساسًا على عدد البروتونات وعدد النيوترونات فيها. ولأن كتلة كل من البروتونات والنيوترونات 1 وحدة كتل ذرية تقريبًا فإنك قد تتوقع أن الكتلة الذرية للعنصر هي دائمًا عدد صحيح! لكن هذا ليس صحيحًا؛ إذ إن **الكتلة الذرية** للعنصر هي متوسط كتلة نظائر العنصر. وبما أن للنظائر كتلاً مختلفة فإن متوسط الكتلة الذرية ليس عددًا صحيحًا. ويبين **الشكل 2-16** حساب الكتلة الذرية المتوسطة لعنصر الكلور.

يوجد الكلور في الطبيعة كمزيج من 76% كلور- 35 ، و24% كلور- 37. والكتلة الذرية المتوسطة للكلور تساوي 35.453 amu ، تحسب الكتلة الذرية للكلور بضرب نسبة وجود كل نظير في كتلته الذرية، ثم جمع النواتج.

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

الشكل 2-16 حساب الكتلة الذرية المتوسطة لعنصر الكلور.



مثال 2-3

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

1 تحليل المسألة

احسب الكتلة الذرية واستعمل الجدول الدوري للتأكد

المعطيات

^{6}X الكتلة = 6.015 amu

نسبة النظير = 7.59% = 0.0759

^{7}X الكتلة = 7.016 amu

نسبة النظير = 92.41% = 0.9241

المطلوب

الكتلة الذرية المتوسطة للعنصر X = ؟ amu

العنصر X = ؟

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

2 حساب المطلوب

احسب مساهمة ^{6}X

عوض الكتلة= 6.015 amu والنظير= 0.0759

احسب مساهمة ^{7}X

عوض الكتلة= 7.016 amu والنظير= 0.9241

كامل مساهمة الكتلة لإيجاد الكتلة الذرية.

تحديد العنصر باستعمال الجدول الدوري

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

مساهمة الكتلة = 6.015 × 0.0759 = 0.4565 amu

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

مساهمة الكتلة = (7.016) × 0.9241 = 6.483 amu

الكتلة الذرية المتوسطة X = 0.4565 + 6.483 = 6.939 amu

العنصر الذي كتلته الذرية المتوسطة 6.939 amu هو عنصر الليثيوم Li

3 تقويم الإجابة

تتوافق نتيجة الحسابات مع الكتلة الذرية المتوسطة الموجودة في الجدول الدوري.

مسائل تدريبية

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

التقويم 2-3

الخلاصة

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

19. الفكرة الرئيسة **فسِّر** كيف يمكن معرفة نوع الذرة؟

20. تذكر أي الجسيمات الذرية تحدد ذرةَ عنصر معين؟

21. فسِّر كيف أن وجود النظائر مرتبط بحقيقة كون الكتل الذرية ليست أرقامًا صحيحة؟

22. احسب للنحاس نظيران: النحاس– 63 (ونسبة وجوده 69.2%، وكتلته 62.930 amu)، والنحاس– 65 (نسبة وجوده 30.8%، وكتلته 64.928 amu). احسب الكتلة الذرية المتوسطة للنحاس.

23. احسب للماغنيسيوم ثلاثة نظائر لها نسب وجود كالآتي: الأول: كتلته 23.985 amu ونسبة وجوده 79.99%، والثاني كتلته 24.986 amu ونسبة وجوده 10.00%، والثالث كتلته 25.982 amu ونسبة وجوده 11.01%. احسب الكتلة الذرية المتوسطة للماغنيسيوم.

التقويم 2-3

19. يمكن معرفة نوع الذرة من العدد الذري.

20. البروتون.

21. الكتل الذرية ليست أرقامًا صحيحة لأنها تمثل المتوسط الموزون الكتل الذرية المتوسطة لنظائر العنصر جميعها في الطبيعة.

22. الكتلة الذرية المتوسطة للنحاس تساوي 63.5 amu

23. الكتلة الذرية المتوسطة للماغنيسيوم تساوي 24.31 amu

مثال في الصف

السؤال احسب الكتلة الذرية للعنصر المجهول **X** وحدد هويته، اعتمادًا على البيانات الموجودة في الجدول الدوري. إذا علمت أن للعنصر **X** النظائر الآتية:

^{54}X (الكتلة 53.940 amu ونسبة وجوده 5.9%)،

^{56}X (الكتلة 55.935 amu ونسبة وجوده 91.72%)،

^{57}X (الكتلة 56.935 amu ونسبة وجوده 2.1%)،

^{58}X (الكتلة 57.933 amu ونسبة وجوده 0.28%).

الإجابة متوسط الكتلة الذرية للعنصر X =

(0.021) (56.935) + (0.9172)(55.935) + (0.059) (53.94) =

55.844 amu = (0.028) (57.935) +

العنصر الذي كتلته الذرية قريبة من 55.844 amu هو عنصر الحديد Fe، ورمزه $^{56}_{26}Fe$.

مسائل تدريبية

18. الكتلة الذرية للبورون تساوي 10.81 amu

3. التقويم

التحقق من الفهم

احصل على نسخة لمطياف الكتلة من الإنترنت أو أية مراجع أخرى، واطلب إلى الطلبة تحليل وجود كل نظير وحساب الكتلة الذرية المتوسطة له. ض م

إعادة التدريس

قارن حساب الكتلة الذرية المتوسطة بحساب الدرجات المستعملة في حساب المعدل فمثلاً، علامات الطلبة في الكيمياء تحسب على النحو التالي: 50% اختبارات، 40% تقارير،10% واجبات منزلية. فإذا كان معدل طالب 85 في الاختبارات و95 في التقارير المختبرية و70 في الواجبات المنزلية فما مقدار العلامة النهائية؟ 87.5 د م

2-4

1. التركيز

ابدأ بعرض الفكرة الرئيسة على الطلبة.

الفكرة الرئيسة

التفاعل المتسلسل اسأل الطلبة عما يحدث عند وضع قطع الدومينو بشكل عمودي ، بعضها قريب من بعض، بحيث أذا مالت قطعة فسقطت سقطت القطع الأخرى أيضاً. ترى، ماذا يحدث إذا عكست الحدث ، فأقمت قطعة منها في شكلها العمودي ؟

في هذه الحالة لن تتأثر القطع الأخرى ؛ لأنها تكون مستقرة في وضع أفقي.ومثل الدومينو المستقرة أفقيًّا، تصل أنوية الذرات إلى حالة الاستقرار والثبوت بعد أن تفقد بعض الطاقة. د م

2. التدريس

تطوير المفهوم

التغيرات بين للطلبة بأن هناك ثلاثة أنواع رئيسة من التغيرات هي: التغير الفيزيائي والتغير الكيميائي والتغير النووي. وعليهم أن يكونوا قادرين على وصف آلية كل نوع من التغيرات الثلاثة، وإعطاء مثال واحد على كل نوع منها.

الأهداف

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

مراجعة المفردات

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

المفردات الجديدة

النشاط الإشعاعي
الإشعاعات
التفاعل النووي
التحلل الإشعاعي
أشعة ألفا
أشعة بيتا
أشعة جاما

الأنوية غير المستقرة والنشاط الإشعاعي

Unstable Nuclei and Radioactivity

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

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

النشاط الإشعاعي Radioactivity

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

التفاعلات النووية لاحظ العلماء في عام 1890م أن بعض المواد تصدر إشعاعات من خلال عملية سميت **النشاط الإشعاعي**. تسمى الأشعة والجسيمات المنبعثة من المواد المشعة **الإشعاعات**. اكتشف العلماء أن الذرة المشعة تتعرض لتغيرات قد تغير من هويتها، وأن التفاعل الذي يؤدي إلى تغير في نواة الذرة يسمى **التفاعل النووي**.

إن اكتشاف التفاعلات النووية يعد اكتشافًا مهمًّا؛ فلم يسبق أن أدّى تفاعل كيميائيّ إلى تكوين أنواع جديدة من الذرات. تصدر الذرات المشعة إشعاعات لأن أنويتها غير مستقرة.

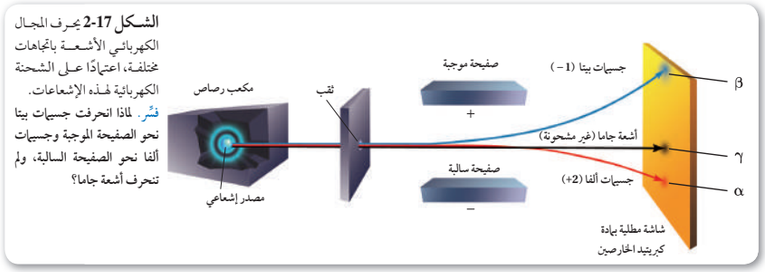
التحلل الإشعاعي تفقد الأنوية غير المستقرة طاقة بإصدار إشعاعات في عملية تلقائية تسمى **التحلل الإشعاعي**. تتعرض الذرات غير المستقرة لتحلل إشعاعي، وتتحول إلى ذرات مستقرة، هي في الغالب ذرات عنصر آخر. وكما يفقد الحجر طاقة الوضع الموجودة فيه ويصل إلى حالة مستقرة عند سقوطه إلى الأرض، فإن الذرة تفقد طاقة وتصل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

دفتر الكيمياء

الأخبار النووية **اطلب إلى الطلبة إلقاء نظرة على الجرائد اليومية والأسبوعية والمجلات للحصول على مقالات تتحدث عن الظاهرة النووية، واطلب إليهم عمل قوائم بالمقالات، وتصنيفها إلى فئات من مثل، سلاح، طاقة، طب، صناعة. واطلب إلى الطلبة اعتمادًا على هذه القوائم، تخمين نسب تقريبية لكل فئة.** ض م

التقويم

المعرفة اطلب إلى كل طالب أن يكتب سؤالين يتعلقان بكل جزء في هذا الفصل، بصورة مشابهة لمسابقات المعلومات. د م



الشكل 17-2 يحرف المجال الكهربائي الأشعة باتجاهات مختلفة، اعتمادًا على الشحنة الكهربائية لهذه الإشعاعات. **فسّر.** لماذا انحرفت جسيمات بيتا نحو الصفحة الموجبة وجسيمات ألفا نحو الصفحة السالبة، ولم تنحرف أشعة جاما؟

أنواع الإشعاعات Types of Radiation

أشعة ألفا وهي مكونة من جسيمات ألفا، وجسيم ألفا يحتوي بروتونين ونيوترونين ويحمل شحنة ثنائية موجبة. يعادل جسيم ألفا نواة هيليوم-4، ويمكن التعبير عنه بـ $^{4}_{2}He$ أو (α).

أشعة بيتا تتكون هذه الأشعة من جسيمات بيتا السريعة الحركة، وكل جسيم من جسيمات بيتا عبارة عن إلكترون ذي شحنة أحادية سالبة. يرمز لها بالرمز (β) أو (e^-).

أشعة جاما إشعاعات ذات طاقة عالية، لا كتلة لها، ويرمز لها بالرمز (γ). ونظراً لأن أشعة جاما ليس لها كتلة، فإن إشعاعها لا يؤدي إلى تكوين ذرات جديدة. ويبين **الشكل 17-2** الخواص الرئيسة لجسيمات ألفا وبيتا وأشعة جاما.

استقرار النواة إن العامل الرئيسي في تحديد استقرار الذرة هو نسبة النيوترونات إلى البروتونات. فالذرات التي تحتوي على عدد كبير أو عدد قليل من النيوترونات تكون غير مستقرة، وتطلق جسيمات ألفا أو بيتا. وهذه الإشعاعات تؤثر في نسبة النيوترونات إلى البروتونات في الأنوية الجديدة.

مهن في الكيمياء

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

التقويم 2-4

الخلاصة

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

24. الفكرة الرئيسة **فسّر** كيف يتحقق الاستقرار في الذرات غير المستقرة؟

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

a. الثوريوم يصدر أشعة بيتا.

b. تتشارك ذرتان في الإلكترونات لتكوين رابطة.

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

d. صدأ قطعة من الحديد.

26. صمم قم برسم جدول يبين خواص الإشعاعات ألفا، وبيتا، وجاما.

التقويم 2-4

24. تستقر الذرات غير المستقرة عندما تخضع لسلسلة من إصدار الإشعاعات حتى تصل إلى عنصر ثابت ومستقر.

25. a. تفاعل نووي

b. تفاعل كيميائي

c. لا يُعد تفاعلاً

b. تفاعل كيميائي

26.

الجسيمات	العدد الذري	العدد الكتلي
ألفا α	2	4
بيتا β	-1	0
جاما δ	—	—

3. التقويم

التحقق من الفهم

قسم الطلبة إلى مجموعات ثلاثية، مستعملاً جدول النظائر في أي مرجع في الكيمياء لإيجاد أي نظيرًا مشع. واطلب إلى الطالب الأول في المجموعة أن يكتب أسفل القائمة نظير، ثم تمرر الورقة للطالب الثاني والذي يكتب بدوره أسفل القائمة الجُسيمات التي سيتم إصدارها، ثم إلى الطالب الثالث في المجموعة، الذي عليه أن يكمل المعادلة النووية بكتابة نتائج التفاعل النووي، ثم اطلب إلى الطلبة أن يستمروا بهذه العملية مدة خمس دقائق. وعلى كل مجموعة أن تتحقق من صحة حل المعادلات بعرضها على المعلم. تفوز المجموعة التي تكمل معظم معادلاتها النووية بصورة صحيحة. ض م ت ت

إعادة التدريس

اطلب إلى الطلبة إكمال المعادلات النووية التالية: ض م

جسيمات بيتا $^{0}_{-1}\beta$

$$^{60}_{27}Co \longrightarrow {}^{60}_{28}Ni + ?$$

جسيمات ألفا $^{4}_{2}He$

$$^{241}_{95}Am \longrightarrow {}^{237}_{93}Np + ?$$

إجابة سؤال الشكل 17-2

سبب انحراف جسيمات بيتا باتجاه الصفيحة الموجبة لكونها سالبة الشحنة، أمّا سبب انحراف جسيمات ألفا باتجاه الصفيحة السالبة فلأنها موجبة الشحنة. أما أشعة جاما، فإنها لم تنحرف لأنها لا تمتلك شحنة.

مشروع الكيمياء

العناصر المشعة اطلب إلى الطلبة أن يبحثوا عن العناصر التي لها نشاط إشعاعي في الطبيعة: مصادرها، وتطبيقاتها اليومية، وعرض ما يجدونه على زملائهم في الغرفة الصفية. ض م

كيف تعمل الأشياء؟

الهدف

سيصف الطلبة وظيفة جهاز مطياف الكتلة لتحديد مكوّنات (تركيب) أية عينة مجهولة.

الخلفية النظرية

يستعمل جهاز مطياف الكتلة على نطاق واسع في المجالات العلمية. فمثلًا يستعمل في الكشف عن الملوثات الكيميائية في الحياة البحرية، وكذلك كشف وجود المنشطات في دم الرياضيين، وتحديده. يستعمل علماء الجيولوجيا مطياف الكتلة للعثور على مخازن النفط، عن طريق قياس تجمعات البترول في طبقات الصخور، ويمكن استعمال مطياف الكتلة من طبيب التخدير لمراقبة تنفس المرضى في أثناء العمليات الجراحية. على حين استعمل علماء الفلك هذا الجهاز لتحليل الجزيئات الموجودة في الفضاء.

استراتيجيات التدريس

- راجع المصطلحات والمفاهيم الرئيسة في هذا الفصل المتضمنة في الأشكال من مثل: الذرة، الإلكترون، الأيون، نسبة الشحنة إلى الكتلة.
- اطلب إلى الطلبة عمل مخطط للمقارنة بين مكوّنات ووظائف أنبوب أشعة الكاثود وجهاز مطياف الكتلة.

الكتابة في الكيمياء

لخص يجب أن يكون الطلبة قادرين على تفسير كيف يعمل جهاز مطياف الكتلة، وكيف يستعمل للتميز بين عينات مختلفة من الحبر. يجب أن تلخص هذه التقارير بوضوح خطوات عمل جهاز مطياف الكتلة، وكيف تتم مقارنة عينات الحبر بعضها ببعض.

دفتر الكيمياء

مطياف الكتلة اطلب إلى الطلبة البحث عن معلومات تتعلق بمطياف الكتلة، واطلب اليهم كذلك أن يكتبوا مقالاً في دفتر الكيمياء يبينوا فيه كيف يعمل جهاز مطياف الكتلة، ولماذا يستعمل؟ وشجعهم على أن تتضمن كتابتهم رسمًا للجهاز وخريطة مفاهيمية بوظائفه.

ف م

طرائق تدريس متنوعة

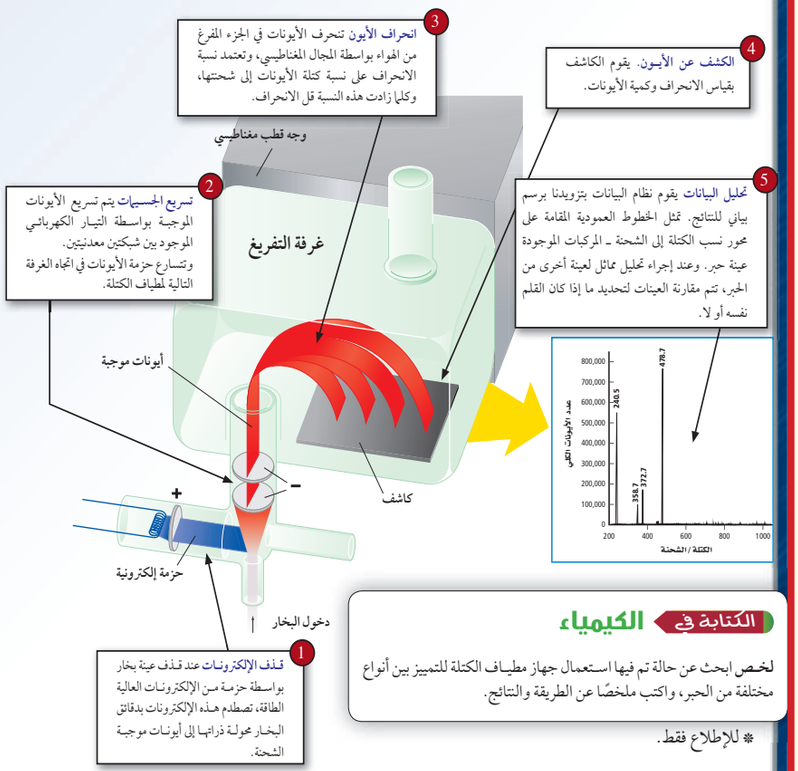
المعاقون بصريًا زوّد الطلبة بمجموعات تتكون من شيئين لهما أشكال مختلفة تمثل البروتونات والنيوترونات. واستعمل وعاءين من مثل صحون بتري لتمثيل النوى، تحتوي على البروتونات والنيوترونات، واسأل الطلبة حول نموذج النظائر المتنوعة، ثم اطلب إليهم تقديم عرض عملي لإصدار جسيمات ألفا وبيتا بواسطة تحريك أعداد مناسبة للبروتونات والنيوترونات.

ض م

كيف تعمل الأشياء؟ *

مطياف الكتلة Mass Spectrometer

تخيل أن كيميائي البحث الجنائي بحاجة إلى تعرّف الحبر المستعمل في سجل ما لفحص إمكانية التزييف. يمكن للعالم أن يقوم بتحليل الحبر مستعملًا جهاز مطياف الكتلة المبين في الصورة المجاورة. يقوم جهاز مطياف الكتلة بتكسير المركبات في عينة مادة غير معروفة إلى أجزاء أصغر، ومن ثم يتم فصل هذه الأجزاء بحسب كتلتها، وبذلك يمكن تحديد التركيب الحقيقي للعينة. ويعد جهاز مطياف الكتلة من أهم التقنيات لدراسة المواد غير المعروفة.



الكتابة في الكيمياء

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

* للإطلاع فقط.

الفصل 2

دليل مراجعة الفصل

استعمال المفردات

لتعزيز معرفة الطلبة بمفردات الفصل، اطلب إليهم كتابة جملة واحدة لكل مصطلح في الفصل. ض م

استراتيجيات المراجعة

- اطلب إلى الطلبة تلخيص كيف تغير النموذج الذري من مفهوم جون دالتون إلى المفهوم الحالي ض م
- اطلب إلى الطلبة عمل قائمة بمكونات الذرة، وإعطاء شحنة كل منها وموقعه وحجمه النسبي. ض م
- اطلب إلى الطلبة تعيين الكتلة الذرية المتوسطة لأي عنصر أعطيت كتل نظائره ونسبة وجود كل نظير له في الطبيعة. ض م

- يمكن للطلبة زيارة الموقع www.obeikaneducation.com من أجل:
- دراسة الفصل كاملاً على الموقع الإلكتروني.
- الدخول إلى مواقع أخرى وتعرف المزيد من المعلومات والمشاريع والنشاطات.
- تقديم اختبارات الفصول والاختبارات المقننة.

الفكرة العامة الذرات هي الوحدات البنائية الأساسية للمادة.

2-1 نظريات تطور تركيب المادة

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

المفردات

- نظرية دالتون الذرية

المفاهيم الرئيسة

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

2-2 مكونات الذرة

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

المفردات

- الذرة
- النواة
- أشعة الكاثود
- البروتون
- الإلكترون
- النيوترون

المفاهيم الرئيسة

- الذرة أصغر جزء في العنصر له خواص العنصر.
- شحنة الإلكترون (-1) والبروتون (+1) والنيوترون ليس له شحنة.
- معظم حجم الذرة فراغ يحيط بالنواة.

2-3 كيف تختلف الذرات؟

الفكرة الرئيسة عدد البروتونات والعدد الكتلي يحددان نوع الذرة.

المفردات

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

المفاهيم الرئيسة

- العدد الذري هو عدد البروتونات في نواة الذرة. أما العدد الكتلي فهو مجموع عدد البروتونات والنيوترونات فيها.
- ذرات العنصر الواحد التي تختلف في عدد النيوترونات تسمى النظائر.
- الكتلة الذرية لأي عنصر هي متوسط كتل نظائر العنصر الموجودة في الطبيعة.

2-4 الأنوية غير المستقرة والنشاط الإشعاعي

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

المفردات

- النشاط الإشعاعي
- أشعة ألفا
- الإشعاعات
- أشعة بيتا
- التفاعل النووي
- أشعة جاما
- التحلل الإشعاعي

المفاهيم الرئيسة

- تتضمن التفاعلات الكيميائية تغيرات في عدد الإلكترونات المحيطة بالذرة، في حين تتضمن التفاعلات النووية تغيرات في أنوية الذرات.
- يوجد ثلاثة أنواع من الإشعاعات ألفا، وبيتا، وجاما.

الفصل 2

مراجعة الفصل

2-1

إتقان المفاهيم

27. ديموقراطيس

28. جون دالتون

29. أفكار ديموقرطيس: تتكون المادة من فراغ تتحرك فيه الذرات، الأنواع المختلفة من الذرات لها أحجام وأشكال مختلفة، يحدد حجم الذرات وشكلها وحركتها خواص المادة. الذرات لا تتحطم ولا تتجزأ، التغيرات في المادة ناتجة عن تغيرات في تجمعات الذرات. على حين أن نظرية جون دالتون الذرية تنص على أن المادة تتكون من ذرات، تتحد الذرات المختلفة بنسب عددية بسيطة لتكوين المركبات، الذرات لا تستحدث ولا تتكسر ولا تتجزأ، تنفصل الذرات في التفاعلات الكيميائية، أو تتحد أو يُعاد ترتيبها.

30. لعدم امتلاكه لأدوات وأجهزة علمية للبحث في المادة على المستوى الذري.

31. الذرات لا تتجزأ، وذرات العنصر غير متماثلة .

32. الكتلة محفوظة؛ لأن الذرات لا تُستحدث ولا تتجزأ ولا تفنى، حيث تتضمن التفاعلات الكيميائية فصل الذرات فقط وترتيبها.

33. المادة أي شيء يشغل حيزًا وله كتلة. ومثال ذلك، الدرج، والكرسي.

2-2

إتقان المفاهيم

34. الجسيمات التي توجد في نواة الذرة هي البروتونات والنيوترونات، ومقدار الشحنة الموجبة تساوي عدد البروتونات.

35. الشحنة الكلية موزعة بانتظام خلال الكرة.

36. انحرفت جسيمات ألفا قليلًا عن مسارها.

37. a. السحابة الإلكترونية.

b. البروتونات.

c. النيوترونات.

38. كتلة الإلكترون أقل من كتلة البروتون والتي تساوي كتلة النيوترون. (كتلة الإلكترون < كتلة البروتون = كتلة النيوترون)

39. الذرات متعادلة كهربائيًا؛ لأن عدد البروتونات فيها يساوي عدد الإلكترونات.

40. شحنة نواة العنصر تساوي 89+

41. الجسيمات المسؤولة عن معظم كتلة الذرة البروتونات والنيوترونات .

42. تحتاج إلى 1836 إلكترون.

43. الإلكترون.

44. لا يؤثر تغير نوع مادة القطب أو نوع الغاز في الأنبوب في الشعاع الناتج.

45. تنتقل أشعة الكاثود داخل أنبوب أشعة الكاثود من الكاثود إلى الأنود.

46. وجّه راذرفورد شعاعًا رفيعًا من جسيمات ألفا باتجاه صفيحة رقيقة من الذهب، وتوقع أن معظم جسيمات ألفا ستمر خلال ذرات نواة الذهب، ليؤكد نموذج طومسون لكن بعض جسيمات ألفا انحرفت بزوايا كبيرة، وهذا قاد إلى الاكتشاف بأن نواة الذرة موجبة الشحنة.

47. انحرفت جسيمات ألفا في تجربة راذرفورد بسبب شحنة نواة ذرة الذهب الموجبة.

48. تنجذب أشعة الكاثود إلى الطرف الموجب للمغناطيس مما يشير إلى أن أشعة الكاثود سالبة الشحنة.

49. سبب بقاء الإلكترون في الفراغ المحيط بنواة الذرة انجذابه إلى شحنة النواة الموجبة.

50. الحجم التقريبي للذرة يساوي 10^{-10} m

51. المجهر الأنبوبي الماسح (STM)

52. نقاط القوة: تفسيره لنتائج تجربة صفيحة الذهب، ولماذا تتعادل الذرة كهربائيًا؟

نقاط الضعف: عدم قدرته على حساب مجموع كتلة الإلكترونات أو ترتيبها.

2-1

إتقان المفاهيم

27. مَن أول مَن اقترح مفهوم أن المادة مكونة من أجزاء صغيرة لا يمكن تجزئتها؟

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

29. ميز بين أفكار ديمقريطس ونظرية دالتون الذرية.

30. فسِّر لماذا لم يتمكن ديمقريطس من إثبات أفكاره تجريبيًّا.

31. اذكر النقاط الرئيسة لنظرية دالتون الذرية مستعملًا لغتك الخاصة. أي أجزاء نظرية دالتون تبيَّن مؤخرًا أنه خطأ؟ فسِّر.

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

33. عرف المادة وأعط مثالين من حياتنا اليومية.

2-2

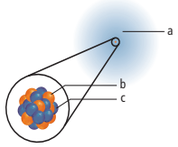
إتقان المفاهيم

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

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

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

37. سَمِّ مكونات الذرة المبينة في **الشكل 18-2**.



الشكل 18-2

38. رتب مكونات الذرة: النيوترون، الإلكترون، البروتون حسب كبر كتلتها.

39. فسِّر سبب تعادل الذرات كهربائيًّا.

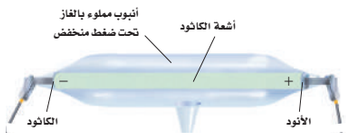
40. ما شحنة نواة ذرة العنصر الذي عدده الذري 89؟

41. ما الجسيمات المسؤولة عن معظم كتلة الذرة؟

42. إذا كان لديك ميزان يمكنه تحديد كتلة البروتون. ما عدد الإلكترونات التي تزن بروتونًا واحدًا؟

43. **أنابيب أشعة الكاثود**. ما الجسيمات المكونة للذرة التي اكتشفها العلماء باستعمال أنابيب أشعة الكاثود؟

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



الشكل 19-2

45. **أشعة الكاثود** استعمل البيانات في **الشكل 19-2**. لتفسير اتجاه أشعة الكاثود داخل أنبوب أشعة الكاثود.

46. وضح باختصار كيف اكتشف راذرفورد النواة؟

47. **انحراف الجسيمات** ما الذي سبب انحراف جسيمات ألفا في تجربة راذرفورد؟

48. **شحنة أشعة الكاثود** كيف تم استعمال المجال الكهربائي لتحديد شحنة أشعة الكاثود؟

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

50. ما الحجم التقريبي للذرة؟

51. **صور الذرات** ما التقنية المستعملة لتصوير الذرات منفردة؟

52. ما نقاط القوة والضعف في نموذج راذرفورد للذرة؟

مراجعة الفصل 2

2-3

إتقان المفاهيم

53. فيم تختلف نظائر عنصر ما؟ وفيم تتشابه؟

54. كيف يرتبط العدد الذري للذرات بعدد البروتونات، وكذلك بعدد الإلكترونات؟

55. كيف يرتبط العدد الكتلي للذرة بعدد البروتونات وعدد النيوترونات؟

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

57. ما الذي يمثله كل من العدد المكتوب أعلى رمز العنصر والعدد المكتوب في أسفله لعنصر البوتاسيوم $^{40}_{19}K$ ؟

58. **الوحدات القياسية** عرف وحدة الكتل الذرية. ما فوائد تطوير وحدة الكتل الذرية كوحدة قياسية للكتلة؟

59. **النظائر** هل العناصر الآتية نظائر؟ فسّر إجابتك.

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

60. هل وجود النظائر يناقض نظرية دالتون الذرية؟ فسّر إجابتك.

إتقان حل المسائل

61. ما عدد البروتونات و الإلكترونات الموجودة في ذرة العنصر 44؟

62. **الكربون C** العدد الكتلي لذرة الكربون يساوي 12، والعدد الذري لها يساوي 6. ما عدد النيوترونات الموجودة في نواتها؟

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

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

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

66. **الكبريت S** بين كيف تساوي الكتلة الذرية لعنصر الكبريت 32.065 amu.

67. أكمل الفراغات في الجدول الآتي:

جدول 5-2 الكلور والزركونيوم

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

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

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

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

69. ما عدد الإلكترونات والبروتونات والنيوترونات التي توجد في كل ذرة من الذرات الآتية بالرجوع إلى الجدول الدوري؟

a. Ga– 69 **c.** F– 23

b. Ti– 48 **d.** Ta–181

70. في كل من الرموز الكيميائية الآتية، حدد عدد البروتونات والإلكترونات التي توجد في ذرة العنصر بالرجوع إلى الجدول الدوري.

a. فاناديوم V **c.** منجنيز Mn

b. إيريديوم Ir **d.** كبريت S

71. **الكتلة الذرية المتوسطة للفضة Ag** الفضة لها نظيران في الطبيعة: $^{107}_{47}Ag$ وله كتلة ذرية مقدارها 106.905 amu، ونسبة وجوده 52.00%، والنظير الآخر $^{109}_{47}Ag$ له كتلة ذرية 108.905 amu ونسبة وجوده 48.00%. ما الكتلة الذرية المتوسطة للفضة؟

2-3

إتقان المفاهيم

53. الاختلاف: عدد النيوترونات، الكتل الذرية.
التشابه: الخواص الكيميائية، عدد البروتونات والإلكترونات.

54. العدد الذري للذرات = عدد البروتونات = عدد الإلكترونات

55. العدد الكتلي = عدد البروتونات + عدد النيوترونات.

56. عدد النيوترونات = العدد الكتلي – العدد الذري

57. العدد المكتوب أعلى الرمز يمثل العدد الكتلي للذرة (40)، أما العدد المكتوب أسفل الرمز فيمثل العدد الذري لها (19).

58. وحدة الكتلة الذرية تساوي $\frac{1}{12}$ من كتلة ذرة الكربون-12، وهي معيار نسبي أقرب في الحجم إلى ذرات وكتل الجسيمات المكونة للذرة.

59. نعم، النظائر هي ذرات للعنصر نفسه تختلف في العدد الكتلي، وتتساوى في عدد البروتونات .

60. نعم، لا تتشابه ذرات العنصر في الكتلة.

إتقان حل المسائل

61. عدد البروتونات 44، عدد الإلكترونات 44

62. عدد النيوترونات = العدد الكتلي – العدد الذري
= 12–6 =6 نيوترون

63. العدد الكتلي للنظير= عدد البروتونات + عدد النيوترونات للنظير = 200

64. العدد الكتلي للنظير = العدد الذري + عدد النيوترونات=
54 + 77 = 131

65. عدد الإلكترونات = عدد البروتونات = 18 بروتون

66. الكتلة الذرية للكبريت =
(0.9502) (31.972 amu) + (0.0075) (32.971 amu) +
(0.0421) (33.968 amu) + (0.0002) (35.967 amu) =
32.065 amu

67.

العنصر	Cl	Cl	Zr	Zr
العدد الذري	17	17	40	40
العدد الكتلي	35	37	90	92
عدد البروتونات	17	17	40	40
عدد النيوترونات	18	20	50	52
عدد الإلكترونات	17	17	40	40

68. **a.** 55 إلكترونًا، 55 بروتونًا، 77 نيوترونًا
b. 27 إلكترونًا، 27 بروتونًا، 32 نيوترونًا
c. 69 إلكترونًا، 69 بروتونًا، 94 نيوترونًا
d. 30 إلكترونًا، 30 بروتونًا، 40 نيوترونًا

69. **a.** 31 إلكترون، 31 بروتون، 38 نيوترون
b. 22 إلكترون، 22 بروتون، 26 نيوترون.
c. 9 إلكترون، 9 بروتون، 14 نيوترون
d. 73 إلكترون، 73 بروتون، 108 نيوترون

70. **a.** 23 بروتون ، 23 إلكترون
b. 77 بروتون ، 77 إلكترون
c. 25 بروتون ، 25 إلكترون
d. 16 بروتون ، 16 إلكترون

71. الكتلة الذرية للفضة تساوي 107.86 amu

72. الكتلة الذرية المتوسطة للكروم تساوي 51.99 amu

2-4 إتقان المفاهيم

73. يحدث التحلل الإشعاعي عندما تفقد نواة عنصر، غير مستقرة تلقائيًا (يحدث دون إعطاء طاقة) الطاقة من خلال انبعاث الأشعة.

74. يعتمد ثبات الذرات على نسبة النيوترونات إلى البروتونات في نواة الذرة . فعندما تكون هذه النسبة كبيرة أو صغيرة تصبح نوى الذرات غير مستقرة مما يجعل الذرة مشعة.

75. تصل الذرات المشعة لحالة الاستقرار عن طريق فقد الإشعاعات أو الجسيمات.

76. جسيمات ألفا: ذرة هيليوم شحنتها ثنائية موجبة (+2) وجسيمات بيتا: عبارة عن إلكترونات عالية السرعة شحنتها (-1): أشعة جاما: إشعاعات عالية الطاقة .

77. جسيمات ألفا $^{4}_{2}He$، جسيمات بيتا $^{0}_{-1}\beta$، أشعة جاما $^{0}_{6}\gamma$

78. التفاعل النووي.

79. ينتج التحلل الإشعاعي عندما تصدر النواة غير المستقرة طاقة من أجل الوصول لحالة الثبات.

أسئلة متنوعة

80. لا تتجزأ الذرات ولا تتكسر، وقد تمتلك ذرات العنصر الواحد كتلاً مختلفة. يتكون التركيب الذري من الجسيمات التالية: البروتونات والإلكترونات والنيوترونات.

81. يوجد في كل طرف من طرفي أنبوب أشعة الكاثود قطب، وتكون هذه الأقطاب موصولة بمصدر للطاقة الكهربائية، وعندما يمر التيارالكهربائي تنتقل الإلكترونات من الكاثود إلى الأنود عبر الأنبوب.

82. بيّن طومسون أن كتلة الإلكترون أقل بكثير من كتلة ذرة الهيدروجين وهي أصغر ذرة معروفة (أخف الذرات)، مما دل على أنه يوجد جسيمات مكونة للذرة أصغر منها وأن الذرات قابلة للتجزئة.

83. توقّع راذرفورد انحراف جسيمات ألفا قليلاً عندما تمر خلال صفحة الذهب، لكن بعض جسيمات ألفا انحرفت بزوايا كبيرة.

84. يوجد في نواة الذرة المتعادلة 12 بروتون، البروتونات هي الجسيمات المشحونة الوحيدة في النواة. ولموازنة تلك الشحنات الموجبة يجب أن يوجد العدد نفسه من الإلكترونات سالبة الشحنة والمساوية لعدد البروتونات.

85. عدد النيوترونات = العدد الكتلي – العدد الذرية=
235 – 92 = 143 نيوترون، وتسمى هذه الذرة باليورانيوم $^{235}_{92}U$

2 مراجعة الفصل

72. البيانات المتعلقة بنظائر الكروم الأربعة مبينة في الجدول 2-6 احسب الكتل الذرية المتوسطة للكروم.

جدول 2-6 بيانات نظائر الكروم

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

2-4

إتقان المفاهيم

73. ما التحلل الإشعاعي؟

74. ما السبب في أن بعض الذرات مشعة؟

75. ناقش كيف تصل الذرات المشعة إلى حالة الاستقرار؟

76. **عرّف** أشعة ألفا، وأشعة بيتا، وأشعة جاما.

77. اكتب الرموز المستعملة للتعبير عن كل من أشعة ألفا، وأشعة بيتا، وأشعة جاما.

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

79. وضح كيف يرتبط فقدان الطاقة والاستقرار النووي بالتحلل الإشعاعي؟

أسئلة متنوعة

80. حدد الخطأ في نظرية دالتون الذرية. وبين أحدث نظرية تفسر تركيب الذرة.

81. **أنبوب أشعة الكاثود** صف أنبوب أشعة الكاثود، وكيف تعمل؟

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

83. **تجربة راذرفورد** كيف اختلفت نتائج تجربة راذرفورد عن النتائج التي توقعها؟

84. إذا احتوت نواة ذرة متعادلة على 12 بروتونًا، فكم إلكترونًا في هذه الذرة؟ فسّر إجابتك.

85. إذا احتوت نواة ذرة على 92 بروتونًا، والعدد الكتلي لها 235، فما عدد النيوترونات في نواة هذه الذرة؟ ما الرمز الكيميائي لها؟

86. أكمل الفراغات في الجدول الآتي:

جدول 2-7 مكونات نظائر متعددة

النظير					
		Zn-64			
العدد الذري		30		9	11
العدد الكتلي	32				23
عدد البروتونات	16				
عدد النيوترونات		24		10	
عدد الإلكترونات		20			

87. هل شحنة النواة موجبة، أو سالبة، أو صفر؟ ما شحنة الذرة؟

88. لماذا انحرفت الإلكترونات في أنبوب أشعة الكاثود تحت تأثير المجال الكهربائي؟

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

90. ما العدد الكتلي للبوتاسيوم– 39؟ ما شحنة النظير؟

91. أشباه الموصلات. للسيليكون ثلاثة نظائر موجودة في الطبيعة، هي السيليكون– 28، السيليكون– 29، السيليكون– 30. اكتب رمز كل منها.

92. **التيتانيوم** استعمل الجدول الآتي لحساب الكتلة الذرية المتوسطة للتيتانيوم.

جدول 2-8 نظائر التيتانيوم

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

86.

النظير	العدد الذري	العدد الكتلي	عدد البروتونات	عدد النيوترونات	عدد الإلكترونات
الكبريت- 32	16	32	16	16	16
الكالسيوم- 44	20	44	20	24	20
الخارصين- 64	30	64	30	34	30
الفلور- 19	9	19	9	10	9
الصوديوم- 23	11	23	11	12	11

87. النواة موجبة الشحنة، بينما الذرة متعادلة الشحنة.

88. لأن الإلكترونات مشحونة وتحمل شحنة سالبة.

89. اكتشف العالم هنري موزلي أن ذرات كل عنصر تحتوي على شحنات موجبة (أو عدد من البروتونات) في نواها، لكن عدد البروتونات في نواة أي ذرة يحدد هويتها بوصفها ذرة عنصر معين.

90. العدد الكتلي للبوتاسيوم– 39 = 39، وشحنة النظير تساوي 0.

91. السيلكون– 28($^{28}_{14}Si$)، السيليكون– 29($^{29}_{14}Si$)، والسيليكون– 30 ($^{30}_{14}Si$)

92. الكتلة الذرية للتيتانيوم تساوي 47.89 amu

مراجعة الفصل 2

93. الإشعاع حدد نوعي الإشعاع المبينين في **الشكل 20-2** فسِّر إجابتك.

الشكل 20-2

التفكير الناقد

94. طبق أيهما أكبر، عدد المركبات أم عدد العناصر؟ عدد العناصر أم عدد النظائر؟ فسِّر.

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

96. طبق إذا كانت الذرات مكونة مبدئيًا من فراغ، فوضح لماذا لا يمكنك تمرير يدك خلال جسم صلب؟

97. صمم ارسم نموذج حديث لذرة، وحدد مكان كل نوع من الجسيمات الذرية المكونة للذرة؟

98. طبق الإنديوم In له نظيران في الطبيعة وكتلته الذرية تساوي 114.818 amu. الإنديوم- 113 كتلته الذرية 112.904 amu، ونسبة وجوده 4.3%. ما كتلة ونسبة وجود النظير الآخر للإنديوم؟

99. استنتج الكتلة الذرية المتوسطة للكبريت قريبة من العدد الصحيح 32، والكتلة الذرية المتوسطة للكلور 35.435 وهذا العدد غير صحيح. اقترح سببًا محتملاً لهذا الفرق.

مسألة تحدٍّ

100. نظائر الماغنسيوم احسب قيمة العدد الكتلي للنظير الثالث للماغنيسيوم، علمًا بأن نسب وجود نظائر الماغنسيوم في الطبيعة هي:

$^{24}_{12}Mg$ 79% ، $^{25}_{12}Mg$ 10% ، $^{X}_{12}Mg$ 11%

والكتلة الذرية النسبية للماغنيسيوم 24.305 amu

التقويم الإضافي

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

102. النموذج القياسي يصف النموذج القياسي لفيزياء الجسيمات جميع الوحدات البنائية المعروفة للمادة. ابحث عن الجسيمات الموجودة في النموذج القياسي. اكتب تقريرًا موجزًا تصف فيه الجسيمات المعروفة التي تعتقد وجودها، ولكن لم يتم إثباتها عمليًا.

103. STM الذرات المنفردة يمكن رؤيتها من خلال جهاز متطور يسمى STM. اكتب تقريرًا مختصرًا يبين كيف يتم التصوير، وقم بعمل ألبوم للصور المجهرية معتمدًا على الكتب، والمجلات، والإنترنت.

أسئلة المستندات

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

الجدول 9-2 بين العلاقة بين نسبة وجود نظائر الزركونيوم.

جدول 9-2 العلاقة بين نسب توافر 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

104. ما العدد الكتلي لكل نظير من نظائر الزركونيوم في الجدول أعلاه؟

105. احسب عدد البروتونات، وعدد النيوترونات لكل نظير للزركونيوم.

106. هل يبقى عدد البروتونات أو عدد النيوترونات ثابتًا في جميع النظائر؟ فسِّر إجابتك.

107. احسب قيمة الكتلة الذرية المتوسطة للزركونيوم.

93. الشعاع المنحرف هو جسيمات ألفا وذلك بسبب انحرافه باتجاه الصفيحة السالبة الشحنة، والشعاع الذي لم ينحرف يجب أن يكون أشعة جاما المتعادلة.

التفكير الناقد

94. عدد المركبات أكبر من عدد العناصر؛ وذلك لأن المركبات تتكون من اتحاد العناصر. والعناصر تتحد بطرق متعددة . عدد النظائر أكبر من عدد العناصر، لأن كل عنصر يمتلك نوعًا واحدًا من الذرات ويمكن أن يكون له أكثر من نظير.

95. نحتاج لحساب الكتلة الذرية للعنصر إلى معرفة كتلة وجود كل نظير في الطبيعة ونسبته.

96. الذرات صغيرة جدًا وقريبة جدًا بعضها من بعض، ترتبط الذرات في الجسم الصلب بعضها ببعض بقوة كهربائية ليس من السهل كسرها.

97. يجب أن يكون الرسم مشابهًا للشكل 12-2 حيث تتكون الذرات من نواة تحتوي على بروتونات ونيوترونات وتكون محاطة بسحابة من الإلكترونات.

98. النظير الآخر هو الإنديوم- 115، ونسبة وجوده في الطبيعة 95.7%

99. للكبريت نظير نسبة وجوده في الطبيعة مرتفعة جدًا، على حين الكلور له أكثر من نظير بنسب وجود عالية.

مسألة تحدّ

100. العدد الكتلي للنظير الثالث تساوي 26 amu

التقويم الإضافي

101. يغلّف الجزء الخلفي من شاشة الحاسوب أو شاشة التلفاز بمادة فسفورية مشعة تتوهج عندما يصطدم بها شعاع من الإلكترونات. وتعني فسفورية مشعة أن المواد تشع الضوء بألوان مختلفة.

102. الجسيمات المعروفة: البروتونات، النيوترونات، الإلكترونات، والكواركس، بايونز (pions) لم يتم التحقق من وجودها للآن .

103. تتحرك النقطة عبر العينة، ويتفاعل الإلكترون في النقطة مع الإلكترونات المحيطة بسطح الذرات في العينة وهذا التفاعل يُسجل إلكترونيًا.

أسئلة المستندات

104.

العنصر	العدد الكتلي
زركونيوم- 90	90
زركونيو- 91	91
زركونيوم- 92	92
زركونيوم- 94	94
زركونيوم- 96	96

105.

العنصر	عدد النيوترونات	عدد البروتونات
زركونيوم- 90	50	40
زركونيو- 91	51	40
زركونيوم- 92	52	40
زركونيوم- 94	54	40
زركونيوم- 96	56	40

106. عدد البروتونات ثابت في النظائر جميعها، النظائر هي ذرات للعنصر نفسه، ولكنها تختلف في العدد الكتلي بسبب اختلاف عدد النيوترونات.

107. الكتلة الذرية المتوسطة للزركونيوم= 91.22 amu

أسئلة الاختيار من متعدد

1. b
2. d
3. a
4. d
5. b
6. b
7. d

اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

1. أي مما يلي يصف ذرة البلوتونيوم Pu؟

a. يمكن تجزئتها إلى جسيمات صغيرة تحتفظ بخواص البلوتونيوم.

b. لا يمكن تجزئتها لجسيمات صغيرة تحتفظ بكل خواص البلوتونيوم.

c. ليس لها خواص البلوتونيوم.

d. العدد الذري لذرة البلوتونيوم يساوي 244.

2. ما نوع المادة التي لها تركيب محدد، وتتكون من عدة عناصر؟

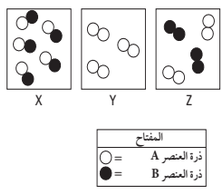
a. مخلوط غير متجانس.

b. مخلوط متجانس.

c. العنصر.

d. المركب.

3. استعمل الشكل أدناه للإجابة عن السؤال الآتي :



أي شكل يبين مركب؟

a. X

b. Y

c. Z

d. كلٌّ من X ، Y

4. لماذا تساوي الشحنة الكهربائية للذرة صفرًا؟

a. الجسيمات الذرية لا تحمل شحنات كهربائية.

b. الشحنات الموجبة للبروتونات تساوي الشحنات السالبة للنيوترونات.

c. الشحنات الموجبة للنيوترونات تساوي الشحنات السالبة للإلكترونات.

d. الشحنات الموجبة للبروتونات تساوي الشحنات السالبة للإلكترونات.

5. ما عدد النيوترونات، والبروتونات، والإلكترونات في ذرة $^{126}_{52}Te$؟

a. 126 نيوترونًا، 52 بروتونًا، 52 إلكترونًا.

b. 74 نيوترونًا، 52 بروتونًا، 52 إلكترونًا.

c. 52 نيوترونًا، 74 بروتونًا، 74 إلكترونًا.

d. 52 نيوترونًا، 126 بروتونًا، 126 إلكترونًا.

6. نواة العنصر X غير مستقرة بسبب كثرة النيوترونات. لذا فكل مما يلي يمكن أن يحدث للعنصر X باستثناء:

a. يتحلل إشعاعيًّا.

b. يتحول إلى عنصر مستقر غير مشع.

c. يتحول إلى عنصر أكثر استقرارًا.

d. يفقد الطاقة تلقائيًّا.

7. المسؤول عن معظم حجم الذرة:

a. البروتونات

b. النيوترونات

c. الإلكترونات

d. حجم الفراغ

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

أسئلة الإجابات القصيرة

استعمل الجدول الآتي للإجابة عن السؤالين **9** و**10** .

خواص نظائر النيون في الطبيعة

النظير	العدد الذري	الكتلة (amu)	النسبة المئوية لوجودها
^{22}Ne	10	19.992	90.48
^{22}Ne	10	20.994	0.27
^{22}Ne	10	21.991	9.25

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

10. احسب الكتلة الذرية المتوسطة للنيون، مستعملًا البيانات في الجدول أعلاه.

8. كتلة الأكسجين = 36.41 – 14.58 – 4.36 = 17.47g

40% كالسيوم، 12% كربون، 48% أكسجين

$$\text{الكالسيوم} = \frac{14.58}{36.41} = 40.04\ \%$$

$$\text{الكربون} = \frac{4.36}{36.41} = 12.0\ \%$$

$$\text{الأكسجين} = \frac{17.47}{36.41} = 47.98\ \%$$

أسئلة الإجابات القصيرة

9. النيون–20 (10 بروتونات، 10 إلكترونات، 10 نيوترونات)

النيون–21 (10 بروتونات، 10 إلكترونات، 11 نيوترونات)

النيون–22 (10 بروتونات، 10 إلكترونات، 12 نيوترونات)

10. الكتلة الذرية المتوسطة

(90.48%) (19.992 amu) + (0.27%) (20.994 amu)

+ (9.25%) (21.991 amu) = 20.180 amu

الفصل 3

التفاعلات الكيميائية
Chemical Reactions

الفكرة العامة تُحوّل التفاعلات الكيميائية المتفاعلات إلى نواتج، ممّا يؤدي إلى إطلاق طاقة أو امتصاصها.

3-1 التفاعلات والمعادلات

الفكرة الرئيسة تُمثّل التفاعلات الكيميائية بمعادلات كيميائية موزونة.

3-2 تصنيف التفاعلات الكيميائية

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

3-3 التفاعلات في المحاليل المائية

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

د م دون المستوى	ض م ضمن المستوى	ف م فوق المستوى	ت ت تعلم تعاوني

الزمن المقترح لتدريس الفصل 3 - التفاعلات الكيميائية (7 حصص)				
الدرس	3-1	3-2	3-3	التقويم
عدد الحصص	2	2	2	1

أهداف الدرس	المصادر والتقويم	المواد والأدوات المختبرية
3-1 1. يتعرف أدلة التفاعل الكيميائي. 2. يمثل التفاعلات الكيميائية بمعادلات. 3. يزن المعادلات الكيميائية.	**متابعة التقدم** تقويم بنائي، صفحة 65، 67، 68 تقويم الدرس، صفحة 68	**نشاط استهلالي** صفحة 61: ماء مقطر، كأس 100 ml ، مخبار مدرج 25 ml، ساق تحريك، ماصة، مقياس درجة حرارة، محلول الأمونيا (0.1 mol /l) الكاشف العام، أقراص فوّارة. **الزمن المقترح**: 15 دقيقة **عرض توضيحي** صفحة 64: خارصين، يود صلب، أنبوب اختبار، قطارة، طبق تبخير، عبوة زجاجية بغطاء، ماء مقطر. **الزمن المقترح**: 15 دقيقة. **عرض عملي** 65: محلول نترات الفضة، محلول يوديد البوتاسيوم، دورق 25 ml، ميزان حساس. **الزمن المقترح**: 10 دقائق
3-2 1. يصّنف التفاعلات الكيميائية. 2. يحدد مميزات الأنواع المختلفة للتفاعلات الكيميائية.	**متابعة التقدم** تقويم بنائي، صفحة 74 ماذا قرأت؟ صفحة 74، 77 تقويم الدرس، صفحة 78	**تجربة** صفحة 73: قطع حديد مجلفنة بالخارصين، كأس زجاجية 250 ml، حمض الهيدروكلوريك المخفف. **الزمن المقترح**: 15 دقيقة
3-3 1. يصف المحاليل المائية. 2. يَكتب معادلات أيونية كاملة، ومعادلات أيونية نهائية للتفاعلات الكيميائية في المحاليل المائية. 3. يتوقع ما إذا كانت التفاعلات في المحاليل المائية ستؤدي إلى إنتاج راسب، أو ماء، أوغاز.	**متابعة التقدم** تقويم بنائي، صفحة 85 ماذا قرأت؟ صفحة 81، 83، 85 تقويم الدرس، صفحة 87 **تقويم ختامي** مراجعة الفصل صفحة 90	**عرض عملي** صفحة 80: ماء مقطر، كأس 250 ml (عدد 2)، ساق للتحريك، مخبار مدرج 100 ml، هيدروكسيد الصوديوم، ملح أبسوم. **الزمن المقترح**: 30 دقيقة **عرض عملي** صفحة 81: كربونات صوديوم، أنابيب اختبار ، نترات الكالسيوم **الزمن المقترح**: 10 دقائق

الفصل 3

الفكرة العامة

التغيرات الفيزيائية والكيميائية لتقديم الفكرة العامة لهذا الفصل ناقش الطلبة حول حرق الخشب على أن تشتمل الأمثلة على حريق في غابة أو موقد يحرق فيه الخشب. واطلب اليهم أن يميزوا بين التغيرات الفيزيائية والكيميائية. التغير الفيزيائي لا يؤثر في التركيب الكيميائي للمادة، أما التغير الكيميائي فيغير هذا التركيب. واطلب إليهم أيضًا أن يعددوا التغيرات الفيزيائية والكيميائية التي تحدث للخشب. إذ قد تشتمل التغيرات الفيزيائية على تقطيع جذع الشجرة إلى قطع صغيرة،على حين قد تشتمل التغيرات الكيميائية على عملية البناء الضوئي لصنع الغذاء للنبات.

واسأل الطلبة ما إذا كان حرق أية مادة يؤدي إلى تغير كيميائي، واطلب إليهم إعطاء أمثلة على ذلك. نعم،الورق، الفحم، الخشب، والبترول. واسألهم عن نوع التغير الذي يحدث عند حرق الخشب، وأن يعللوا استجاباتهم. حدث تغير كيميائي لأن الخشب تحول إلى رماد.

الربط بالمعرفة السابقة

اطلب إلى الطلبة مراجعة المفاهيم الآتية قبل دراسة هذا الفصل من مثل، كتابة صيغ المركبات الأيونية، والمركبات الجزيئية.

استعمال الصورة

حرق المواد اطلب إلى الطلبة أن يتوقعوا ماذا سيحدث للأشجار إذا شب حريق في الغابة. سيحترق الخشب ويحدث له تغير كيميائي، أي أن الخشب سيتحول إلى فحم ورماد. واطلب إليهم أيضًا أن يعددوا التغيرات الفيزيائية والكيميائية التي تحدث خلال حريق الغابة وبعده، وكيف تؤثر هذه التغيرات في البيئة والمخلوقات الحية في الغابة. ستتنوع الإجابات، ولكنها قد تشتمل على تدمير مصادر الغذاء للحيوانات، وتدمير مساكنها التي تحميها من تغيرات الطقس والحيوانات المفترسة، وتلوث المياه.

الفصل 3

التفاعلات الكيميائية
Chemical Reactions

الفكرة العامة

تُحوّل التفاعلات الكيميائية المتفاعلات إلى نواتج، ممّا يؤدي إلى إطلاق طاقة أو امتصاصها.

3-1 التفاعلات والمعادلات

الفكرة الرئيسة تُمثَّل التفاعلات الكيميائية بمعادلات كيميائية موزونة.

3-2 تصنيف التفاعلات الكيميائية

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

3-3 التفاعلات في المحاليل المائية

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

حقائق كيميائية

- لكي يشتعل الخشب يجب أن يسخن إلى 260°C.
- يغلي الماء الموجود في الخشب قبل أن يحترق الخشب.
- يحتوي الدخان الناتج عن احتراق الخشب على أكثر من مائة مادة كيميائية.

نشاط استهلالي

كيف نستدل على حدوث تغير كيميائي؟

الكاشف مادة كيميائية تضاف إلى المواد في التفاعل الكيميائي لتوضح متى يحدث تغير.

خطوات العمل:

1. اقرأ نموذج السلامة في المختبر.
2. قس 10.00 ml من **الماء المقطر** في **مخبار مدرج** سعة 25.00 ml، وضع الماء في **كأس** سعة 100.0 ml ، استعمل **الماصة** وأضف نقطة من محلول الأمونيا إلى الماء.

تحذير: بخار الأمونيا مهيج جدًا.

3. أضف نقطة من **الكاشف العام** إلى المحلول، وحركه. لاحظ لونه، وقس درجة حرارته بمقياس الحرارة.
4. ضع **قرصًا فوارًا** في المحلول، ولاحظ ماذا يحدث؟ سجل ملاحظاتك، متضمنةً أيّ تغير في درجة الحرارة.

تحليل النتائج

1. **صف** أيّ تغيرات في لون المحلول أو درجة حرارته.
2. **وضّح** هل نتج غاز؟ وإذا حدث كيف تم الاستدلال على ذلك؟
3. **حلّل** هل حدث تغير فيزيائي أم تغير كيميائي؟ فسّر ذلك.

استقصاء بمَ يخبرك الكاشف العام عن المحلول؟ صمّم تجربة لدعم توقعاتك.

المطويات منظمات الأفكار

التفاعلات الكيميائية اعمل المطوية الآتية لتساعدك على تنظيم المعلومات حول كيفية حدوث التفاعلات الكيميائية وتصنيفها.

الخطوة 1 اطو ورقة طوليًا، على أن يظل الهامش الأيسر مرئيًا.

الخطوة 2 قصّ الجزء العلوي خمس قطع.

الخطوة 3 عنون الأجزاء الستة على النحو الآتي: التفاعلات الكيميائية، التكوين- الاحتراق- التفكك- الإحلال البسيط - الإحلال المزدوج.

المطويات استخدم هذه المطوية في الدرس 2-3 من هذا الفصل في أثناء قراءتك له، ولخص كل نوع من التفاعلات الكيميائية، وأعط أمثلة عليها.

الكيمياء عبر المواقع الإلكترونية

لمراجعة محتوى هذا الفصل وأنشطته ارجع إلى الموقع الإلكتروني

www.obeikaneducation.com

تحليل النتائج

1. تحّول لون المحلول من الأزرق إلى الأحمر، ثم إلى البرتقالي فالأصفر وأخيرًا إلى الأخضر . وانخفضت درجة حرارة المحلول بمقدار 2°c.
2. نعم، نتج غاز،و تكوّنت رغوة.
3. كل من خواص التفاعل يُعد دليلاً على حدوث تغير كيميائي، ولهذا فإن تغيرًا كيميائيًا قد حدث.

استقصاء

يبين الكاشف العام أن الرقم الهيدروجيني للمحلول يتغير (يحدث تفاعل كيميائي). ستتنوع التصاميم من طالب إلى آخر.

نشاط استهلالي

الهدف يصّنف الطلبة التغيرات إلى فيزيائية أو كيميائية، ويحددون أدلة على حدوث التغير الكيميائي.

احتياطات السلامة اطلب إلى الطلبة الإطلاع على نموذج السلامة قبل بدء العمل، وراجع معهم مخاطر استعمال الأمونيا.

تحذير: أبخرة الأمونيا مهيجة للعينين والجهاز التنفسي مائل. لذا، غط طاولة المختبر بقماش لامتصاص أي سائل قد ينسكب من التفاعل.

التخلص من النفايات يمكن سكب محتويات أنبوب الاختبار في المغسلة.

استراتيجيات التدريس

- تأكد من أن القرص الفوار يحتوي على كربونات أو بيكربونات وحمض ضعيف كحمض الستريك.

النتائج المتوقعة يذوب حمض الستريك الموجود في القرص الفوّار في الماء، محوّلاً لون الكاشف من الأزرق إلى الأحمر. ويتفاعل الحمض مع بيكربونات الصوديوم، منتجًا غاز ثاني أكسيد الكربون. وعندما يتصاعد الغاز يصبح المحلول منظمًا، وتقل حموضته، ويتحول اللون الأحمر بسرعة إلى البرتقالي، ثم إلى الأصفر، وأخيرًا إلى الأخضر، وتنتج محتويات أنبوب الاختبار رغوة فتفيض، وتنخفض درجة حرارة المحلول درجتين 2°c تقريبًا.

3-1

1. التركيز

ابدأ بعرض الفكرة الرئيسة على الطلبة.

الفكرة الرئيسة

الميـزان دع الطلبة يفكـروا في عملية قيـاس كتلة عدد من قطـع النقـد المعدنيـة المتشـابهة باسـتعمال الميـزان علـى افتـراض أن قطـع النقـد جميعها متسـاوية في كتلهـا. فماذا سيحدث للكتلة إذا وضع على الميزان في البداية عشر قطع نقدية، ثم أبعد خمسًا منها، ستنقص الكتلة إلى النصف.

اطلـب إلـى الطلبـة مقارنـة هـذه النتيجـة بكميـات المـواد المتفاعلـة والناتجـة مـن التفاعـل الكيميائـي. كلمـا زادت المـواد المتفاعلـة زادت النواتـج ، وكلما قلت هـذه المواد قلت النواتج . ض م

2. التدريس

تطوير المفهوم

كميات المواد المتفاعلة اطلب إلى الطلبة أن يكتبوا معادلة لفظيـة لتحضير كعكة من المواد الأولية، وهي عملية تحتاج إلى طاقة. سـتتنوع إجابات الطلبة، ولكنها قد تشـتمل على: طاقة + ملح + سـكر + صودا الخبز + بيض + ماء + زبدة + طحيـن ← كعكة. مؤكداً على دقة كميات المواد المتفاعلة والناتجـة من التفاعـل الكيميائي (أو المعادلـة الكيميائية). فمثـلاً، 2.5 kg ملح ، و5 kg سـكر، 4L مـن الماء، و 4 درازن بيض، وهكذا لن تنتج على الأغلب كعكة سليمة . ض م

التفاعلات والمعادلات
Reactions and Equations

الأهداف

- **تتعرّف** أدلـــة التفـــاعـل الكيميائي.
- **تمثّل** التفاعـلات الكيميائيـة بمعادلات.
- **تزن** المعادلات الكيميائية.

مراجعة المفردات

التغير الكيميائي: عملية تتضمن تحـول مـادة أو أكثـر إلى مـادة جديدة.

قانـون حفـظ الكتلـة: الكتلـة لا تفنـى ولا تسـتحدث في أثنـاء التفاعل الكيميائي.

المفردات الجديدة

التفاعل الكيميائي
المتفاعلات
النواتج
المعادلة الكيميائية الموزونة
المعامل

الفكرة الرئيسة **تُمثَّل التفاعلات الكيميائية بمعادلات كيميائية موزونة.**

الربط بواقع الحياة عندما تشتري موزًا أخضر اللون 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 لديها شيء مشترك؟ جميع هذه المواد تنتج عندما يُعاد 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 ألقي بالقرص الفوار في كأس الماء خلال النشاط الاستهلالي.

تسمى العملية التي يتم فيها إعادة ترتيب الذرات في مادة أو أكثر لتكوين مواد مختلفة **التفاعل الكيميائي**. والتفاعلات الكيميائية تؤثر في جميع نواحي الحياة؛ فهي تحلل الطعام الذي تأكله، منتجةً الطاقةَ التي تحتاج إليها لتعيش. وتوفّر التفاعلات في محركات السيارات والحافلات الطاقة اللازمة التي تحرك هذه المركبات. كما أنها تنتج الألياف الطبيعية كالقطن والصوف في النباتات والحيوانات، والألياف الاصطناعية كالنايلون الذي يستعمل في المصانع، كما هو مبين في **الشكل 3-1**.

أدلـة حـدوث التفاعـل الكيميائي كيـف تعرف أن تفاعـلا كيميائيًّا قد حدث؟ رغـم أن بعـض التفاعـلات الكيميائيـة يصعب اكتشـافها إلا أن كثيـرًا منها يُظهر أدلة فيزيائية (محسوسـة) على حدوثها. إن تغير درجة الحرارة مثلاً قد يشـير إلى حـدوث تفاعل كيميائي؛ فبعض التفاعلات ـ كتلك التي تحدث في أثناء احتراق الخشب ـ تطلق طاقة على شكل حرارة وضوء، وبعضها الآخر يمتص الحرارة.

الشـكل 3-1 ينتج النايلـون عـن تفاعـل كيميائي، ويسـتعمل في كثير من المنتجـات، كالملابـس والسـجـــاد، والأدوات الرياضية، والإطـــارات.

دفتر الكيمياء

ملاحظـة التغـير الكيميائي اطلـب إلى الطلبـة الاحتفـاظ بقائمـة في دفتر الكيميـاء للتفاعـلات الكيميائيـة التـي يجرونهـا أو يلاحظونهـا. واطلـب إليهـم أيضًـا أن يصفوا الأدلـة على حدوث كل تفاعـل ويضمنوها في القائمة. ض م

الشكل 2-3 كل صورة من هذه الصور تدل على حدوث تفاعل كيميائي. صف ما الأدلة على حدوث تفاعل كيميائي في كل من الصور المجاورة؟

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 في الطرق يتغير لونها من فضي إلى بنّي في زمن قصير. إن تغير اللون يدل على أن تفاعلاً كيميائيًا قد حدث بين الحديد والأكسجين. كما أن تحول لون الموز من الأخضر إلى الأصفر مثال آخر على ذلك. وتُعد الرائحة، وتصاعد الغاز، وتكوّن رواسب أدلةً أخرى على التفاعل الكيميائي. وفي كل صورة في **الشكل 2-3** دليل على حدوث تفاعل كيميائي.

تمثيل التفاعلات الكيميائية Representing Chemical Reactions

يستخدم الكيميائيون معادلات لتمثيل التفاعلات الكيميائية. وتوضح هذه المعادلاتُ **المتفاعلاتِ** وهي المواد البادئة في التفاعل، وأما **النواتج** فهي المواد المتكوّنة خلال 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:

المتفاعل 1 + المتفاعل 2 ⟵ الناتج 1 + الناتج 2

وتستخدم الرموز في المعادلات لتوضيح الحالة الفيزيائية للمواد المتفاعلة والناتجة التي قد تكون في الحالة الصلبة (s) أو السائلة (l) أو الغازية (g) أو مذابة في الماء (aq) كما هو مبين في **الجدول 1-3**. ومن المهم توضيح هذه الرموز؛ لأنها تعطي أدلة على كيفية حدوث التفاعل الكيميائي.

جدول 1-3 الرموز المستعملة في المعادلات الكيميائية

الرمز	الغرض
+	يفصل بين مادتين أو أكثر من المتفاعلات أو النواتج
→	يفصل المتفاعلات عن النواتج
⇌	يفصل المتفاعلات عن النواتج، ويشير إلى التفاعل الانعكاسي
(s)	يشير إلى الحالة الصلبة
(l)	يشير إلى الحالة السائلة
(g)	يشير إلى الحالة الغازية
(aq)	يشير إلى المحلول المائي

الرياضيات في الكيمياء

أعداد التأكسد ذكّر الطلبة بأنه عند كتابة صيغة مركب ما، فإن مجموع أعداد تأكسد العناصر المكوّنة له يساوي صفرًا. فمثلاً:

$$H_2O : (2 \times (+1) + 1 \times (-2) = 0$$

$$(NH_4)_2S : (2 \times (+1) + 1 \times (-2) = 0$$

$$Ti(NO_3)_4 : (1 \times (+4) + 4 \times (-1) = 0$$

التوسع

الرموز الكيميائية اسأل الطلبة أن يذكروا الأسباب المحتملة لاستعمال الرموز في الكيمياء. فالرموز طريقة مختصرة لوصف التفاعلات المعقدة والأفكار، وهي تسمح للعلماء الذين يتحدثون بلغات مختلفة أن يتواصلوا بسهولة. واطلب إلى الطلبة أيضاً أن يذكروا ما التخصصات الأخرى التي تستعمل الرموز للتواصل بفعالية أكبر. قد تتنوع الإجابات ولكن يجب أن تتضمن الرياضيات. ض م

■ **إجابة سؤال الشكل 2-3** تتحول التفاحة إلى اللون البني (تغير اللون)، و يطلق القرص الفوار غازًا (فقاقيع). وخبز البيتزا يظهر تغيرًا في اللون، وينتج غازاً يؤدي إلى انتفاخ العجين.

مشروع الكيمياء

كتابة المعادلات الكيميائية اطلب إلى الطلبة أن يتأملوا في بعض التفاعلات الكيميائية التي وصفوها في دفاترهم. واطلب إليهم أن يكتبوا معادلات كيميائية لفظية، ومعادلات كيميائية موزونة لأي من هذه التفاعلات. واطلب اليهم عمل نماذج ثلاثية الأبعاد أو رسوم للتفاعلات.

ض م

التعزيز

كتابة الصيغ أكد على أهمية كتابة صيغ صحيحة لكافة المتفاعلات والنواتج في المعادلة الكيميائية، وعدم تغيير هذه الصيغ خلال عملية وزن المعادلات. واطلب إلى الطلبة أن يكتبوا الصيغة الكيميائية للماء، ثم لـ فوق أكسيدالهيدروجين. H_2O و H_2O_2. واسألهم ماذا يحدث في التفاعل الكيميائي إذا غيرت هاتين الصيغتين الكيميائيتين. يختلف التفاعل الناتج كليًا عن التفاعل الأصلي. و ذكّر الطلبة أيضًا بأنه يمكن إضافة المعاملات أو تغييرها لوزن المعادلة فقط بعد كتابة الصيغ الكيميائية الصحيحة. ض م

الشكل 3-3 العلم كغيره من المجالات، له لغة متخصصة تسمح بتداول معلومات معينة بطريقة منتظمة. فالتفاعل بين الألومنيوم والبروم يمكن وصفه بمعادلة لفظية، أو بمعادلة كيميائية رمزية موزونة.

المعادلات اللفظية يمكنك استعمال المعادلات اللفظية للتعبير عن كلٍّ من المواد المتفاعلة والناتجة في التفاعلات الكيميائية. وتصف المعادلة اللفظية أدناه التفاعل بين الألومنيوم Al والبروم السائل Br_2 الموضح في **الشكل 3-3**. فالسحابة الحمراء في الشكل هي بروم فائض. أما ناتج التفاعل الذي هو جسيمات صلبة من بروميد الألومنيوم $AlBr_3$ فيستقر في قعر الكأس.

المتفاعل (1) + المتفاعل (2) ⟵ الناتج (1)

الألومنيوم + البروم ⟵ بروميد الألومنيوم

تُقرأ هذه المعادلة اللفظية على النحو الآتي: "الألومنيوم والبروم يتفاعلان لإنتاج بروميد الألومنيوم."

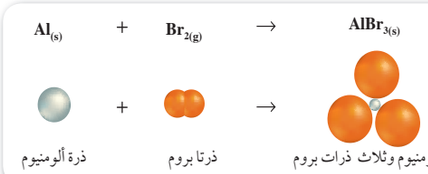
المعادلات الكيميائية إن المعادلات اللفظية تساعد على وصف التفاعلات إلا أنها تفتقر إلى معلومات مهمة. أما المعادلة الكيميائية فتستعمل رموز العناصر وصيغ المركبات ـ بدلاً من الكلمات ـ للتعبير عن المتفاعلات والنواتج. فالمعادلة الكيميائية للتفاعل بين الألومنيوم والبروم مثلاً تستعمل رمزي الألومنيوم والبروم وصيغة بروميد الألومنيوم بدلاً من الكلمات، كما هو مبين في **الشكل 3-4**.

تشير المعادلات الكيميائية إلى أن المادة تُحفظ خلال التفاعل، وهذا ما ينص عليه قانون بقاء الكتلة.

المفردات

مفردات علمية

الصيغة (Formula)
تعبير يستعمل الرموز الكيميائية لتمثيل التفاعل الكيميائي.
الصيغة الكيميائية للماء هي H_2O.



الشكل 3-4 المعلومات التي تنقلها المعادلة الكيميائية محدودة. في هذه الحالة المعادلة الكيميائية صحيحة، ولكنها لا توضح العدد الصحيح للذرات المتفاعلة.

عرض توضيحي

تفاعل فلز مع لا فلز

الهدف اتحاد فلز مع لا فلز لتكوين مركب مستقر من خلال إطلاق طاقة.

المواد والأدوات

مسحوق الخارصين (1 g)، بلورات يود (3 g)، أنبوب اختبار جاف مع غطاء، قطارة، طبق تبخير، عبوة زجاجية بغطاء، أجر هذه التجربة في خزانة الأبخرة، وكن حذرًا عند التعامل بالمواد الكيميائية، ودرجات الحرارة العالية.

احتياطات السلامة

التخلص من النفايات ينتج هذا العرض العملي فضلات خطرة، يجب التخلص منها بطريقة مناسبة.

خطوات العمل

ضع 1 g من مسحوق الخارصين، و 3 g من بلورات اليود في أنبوب اختبارجاف. وأغلقه بسدادة،ثم رج الأنبوب لخلط المحتويات. وبعد ذلك، انقل المخلوط إلى طبق تبخير وضعه في خزانة الأبخرة، ثم أضف إليه بضع قطرات من الماء بالقطارة.

تحذير: يجب إجراء هذا العرض العملي فقط في خزانة الأبخرة، لأن أبخرة اليود سامة. سيصير الطبق ساخنًا، وتتصاعد منه أبخرة اليود البنفسجية اللون. اجمع أبخرة اليود السامة في عبوة زجاجية ذات فوهة واسعة موضوعة بصورة معكوسة على طبق التبخير، ثم أغلقها فورًا.

مسائل تدريبية

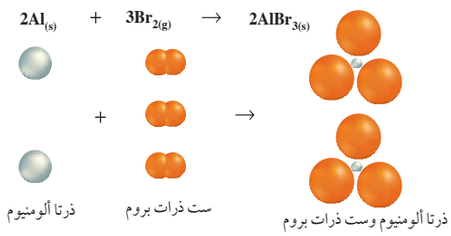
اكتب معادلات كيميائية رمزية للمعادلات اللفظية الآتية:

1. بروم + هيدروجين ⟵ بروميد الهيدروجين
2. أول أكسيد الكربون + أكسجين ⟵ ثاني أكسيد الكربون
3. تحدّ اكتب المعادلة اللفظية والمعادلة الكيميائية الرمزية للتفاعل الآتي: عند تسخين كلورات البوتاسيوم $KClO_3$ الصلبة ينتج كلوريد البوتاسيوم الصلب وغاز الأكسجين.

لتمثيل التفاعل الكيميائي بمعادلة بشكل صحيح يجب أن توضح المعادلة أن عدد الذرات في المواد المتفاعلة يساوي عدد الذرات في المواد الناتجة. هذه المعادلة تسمى معادلة كيميائية موزونة. **المعادلة الكيميائية الموزونة** تعبير يَستخدم الصيغَ الكيميائية لتوضيح أنواع المواد المتضمَّنة في التفاعل الكيميائي وكمياتها النسبية.

وزن المعادلات الكيميائية Balancing Chemical Equations

تتفق معادلة التفاعل الموزونة بين الألومنيوم والبروم المبينة في **الشكل 5-3**، مع قانون حفظ الكتلة. وحتى تزن المعادلة الكيميائية يجب أن تجد المعاملات الصحيحة للصيغ الكيميائية فيها. **المعامل** في المعادلة الكيميائية هو العدد الذي يكتب قبل المتفاعل أو الناتج. وتكون المعاملات عادة أعدادًا صحيحة، ولا تكتب إذا كانت قيمتها واحدًا. وتصف المعاملات في المعادلة الموزونة أبسط نسبة عددية صحيحة لكميات كل من المتفاعلات والنواتج.



الشكل 5-3 يتساوى عدد الجسيمات في طرفي كل من المتفاعلات والنواتج في المعادلة الكيميائية الموزونة. وفي هذه الحالة، يتطلب وجود ذرتي ألومنيوم وست ذرات بروم في طرفي المعادلة

النتائج

تتصاعد أبخرة اليود من الخليط نتيجة حدوث تفاعل طارد للحرارة.

التحليل

تتفاعل ذرة خارصين مع ذرتي يود حتى يتكون يوديد الخارصين. لذا استعن بهذه المعلومة ومخططات النقط (مخطط لويس) للذرات على تفسير كيفية حدوث التفاعل. يشارك الخارصين بإلكترون واحد مع كل ذرة يود.

التقويم

المهارة اطلب إلى الطلبة أن يضعوا الخط الفاصل بين الفلزات واللافلزات على جدول دوري فارغ. ض م

مسائل تدريبية

1. $H_{2(g)} + Br_{2(g)} \rightarrow HBr_{(g)}$
2. $CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$
3. $KClO_{3(g)} \rightarrow KCl_{(S)} + O_{2(g)}$

عرض عملي

تكوين يوديد الفضة

تحذير: *نترات الفضة سامة وتبقع الجلد والملابس.*

صبّ 5 ml تقريبًا من محلول نترات الفضة (0.1 mol/l) في أنبوب اختبار صغير، و 5 ml من محلول يوديد البوتاسيوم (0.1 mol/l) في أنبوب آخر. ضع الأنبوبين بعناية بشكل عمودي في دورق صغير، ثم أغلقه بسدادة، وزنه بمحتوياته. ثم اقلب الدورق حتى تنسكب محتويات الأنبوبين فيه مكونة يوديد الفضة الأصفر غير الذائب. واسأل الطلبة أن يتوقعوا أي تغير حدث في الكتلة. لأن مادة صلبة كثيفة تكونت، فإن الطلبة قد يتوقعون أن الكتلة ازدادت. و بعد ذلك، زن الدورق ومحتوياته لتوضيح قانون بقاء الكتلة. ض م

المفاهيم الشائعة غير الصحيحة

قد يعتقد الطلبة أن المعادلات يجب أن توازن في المعادلة الكيميائية.

استكشاف المفاهيم الشائعة غير الصحيحة

اطلب إلى الطلبة كتابة المعادلة الموزونة للتفاعل بين الكربون (الجرافيت) وغاز الأكسجين لإنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون.

$$C_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$$

واطلب إليهم أن يقارنوا بين مجموع المعاملات في كل من طرفي المعادلة. مجموع المعاملات في طرف المتفاعلات اثنان، وفي طرف النواتج واحد، بما يشير إلى أنه ليس من الضروري أن يكون مجموع المعاملات متساويًا.

عرض المفهوم

استعمل النماذج الجزيئية لنمذجة التفاعل بين الأستيلين الغازي والأكسجين لإنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون والماء السائل:

$$2C_2H_{2(g)} + 5O_{2(g)} \longrightarrow 4CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$$

ووضح للطلبة أن عدد ذرات كل عنصر في المواد الناتجة مساوٍ لعدد الذرات في المواد المتفاعلة، ولكن لا يتساوى مجموع معاملات المتفاعلات (7) ومجموع معاملات النواتج (6).

تقويم المعرفة السابقة

تقويم المعرفة الجديدة. اطلب إلى الطلبة كتابة المعادلة الموزونة للتفاعل بين الفوسفور الصلب(P_4) والبروم السائل Br_2 لإنتاج خماسي بروميد الفوسفور الصلب.

$$P_{4(s)} + 10Br_{2(l)} \longrightarrow 4PBr_{5(s)}$$

مؤكداً على حقيقة عدم تساوي المعاملات وذلك بالطلب إليهم مقارنة مجموع معاملات المتفاعلات (11) بمجموع معاملات النواتج (4). د م

خطوات وزن المعادلات يمكن وزن أغلب المعادلات الكيميائية باتباع الخطوات الموضحة في **الجدول 2-3**. فيمكنك مثلًا استعمال هذه الخطوات لكتابة المعادلة الكيميائية للتفاعل بين الهيدروجين H_2، والكلور Cl_2 لإنتاج كلوريد الهيدروجين HCl.

جدول 2-3 خطوات وزن المعادلات

الخطوات	العملية	مثال
1	**اكتب معادلة كيميائية غير موزونة.** تأكد أن الصيغ الكيميائية للمتفاعلات والنواتج صحيحة، وأن الأسهم تفصل المتفاعلات عن النواتج، وإشارة (+) تفصل بين كل من المواد المتفاعلة والمواد الناتجة، ووجود الحالات الفيزيائية للمواد المتفاعلة والمواد الناتجة.	$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow HCl_{(g)}$ ذرة هيدروجين وذرة كلور — ذرتا كلور — ذرتا هيدروجين
2	**عدّ ذرات العناصر في المتفاعلات.** تتفاعل ذرتا هيدرجين وذرتا كلور.	$H_2 + Cl_2 \rightarrow$ 2 ذرة هيدرجين — 2 ذرة كلور
3	**عدّ ذرات العناصر في النواتج .** ينتج ذرة هيدروجين وذرة كلور.	HCl 1 ذرة هيدروجين + 1 ذرة كلور
4	**غيّر المعاملات لتجعل عدد ذرات كل عنصر متساويًا في طرفي المعادلة.** ولا تغير أبدًا الرمز السفلي في صيغة كيميائية لتزن معادلة؛ لأن ذلك يغير نوع المادة.	$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$ 2 ذرة هيدروجين — 2 ذرة كلور — 2 ذرة هيدروجين + 2 ذرة كلور 2 ذرة هيدروجين — 2 ذرة كلور — 2 ذرة هيدروجين 2 ذرة هيدروجين + 2 ذرة كلور
5	**اكتب المعاملات في أبسط نسبة ممكنة،** على أن تكون المعاملات أصغر أعداد صحيحة ممكنة. فالنسبة $1\ H_2 : 1\ Cl_2 : 2HCl$ (2:1:1) هي أصغر نسبة ممكنة، لأنه لا يمكن اختصارها أكثر من ذلك وتظل أعدادًا صحيحة .	$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl_{(g)}$ 1:1:2 $1\ H_2 : 1\ Cl_2 : 2\ HCl$
6	**تأكد من عملك أن الصيغ الكيميائية مكتوبة** بشكل صحيح، وأن عدد ذرات كل عنصر متساوٍ في طرفي المعادلة.	$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl_{(g)}$ 2 ذرة هيدروجين — 2 ذرة كلور — 2 ذرة هيدروجين 2 ذرة كلور يوجد ذرتا هيدروجين وذرتا كلور في كلٍّ من طرفي المعادلة.

طرائق تدريس متنوعة

دون المستوى المادة محفوظة في التفاعل الكيميائي. فمثلاً، إذا بدأنا بـ 9 g من المتفاعلات، فإن الكتلة الكلية للنواتج ستساوي 9 g، وإذا تفاعل 1 g هيدروجين مع 8 g أكسجين فسينتج 9 g ماء.

$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$$

اطلب إلى الطلبة إضافة كتل إلى طرفي الميزان حتى يتوازن الطرفان، ويجمعوا الكتل في كل طرف. واسألهم إذا كان مجموع الكتل في طرفي المعادلة متساويًا. د م

مثال 3-1

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

1 تحليل المسألة

لقد أُعطيت المتفاعلات والنواتج في التفاعل الكيميائي. لذا ابدأ بمعادلة كيميائية غير موزونة، مستخدمًا الخطوات في **الجدول 2-3** لوزنها.

2 حساب المطلوب

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

$$NaOH_{(aq)} + CaBr_{2(aq)} \rightarrow Ca(OH)_{2(s)} + NaBr_{(aq)}$$

عُدّ ذرات كل عنصر في المتفاعلات	1Na, 1 O, 1 H, 1 Ca, 2 Br
عدّ ذرات كل عنصر في النواتج	1Ca, 2 O, 2 H, 1 Na, 1 Br
أدخل المعامل 2 قبل NaOH لوزن ذرات الأكسجين والهيدروجين.	$2NaOH_{(aq)} + CaBr_{2(aq)} \rightarrow Ca(OH)_{2(aq)} + NaBr_{(aq)}$
أدخل المعامل 2 قبل NaBr لوزن ذرات الصوديوم والبروم.	$2NaOH_{(aq)} + CaBr_{2(aq)} \rightarrow Ca(OH)_{2(s)} + 2NaBr_{(aq)}$
اكتب المعاملات في أبسط نسبة ممكنة.	نسبة المعاملات 2 : 1 : 1 : 2
تأكد أن عدد ذرات كل عنصر متساوٍ في طرفي المعادلة.	النواتج 2Na, 2O, 2H, 1 Ca, 2 Br المتفاعلات 2Na, 2O, 2H, 1 Ca, 2 Br

3 تقويم الإجابة

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

$$2NaOH_{(aq)} + CaBr_{2(aq)} \rightarrow Ca(OH)_{2(s)} + 2NaBr_{(aq)}$$

مسائل تدريبية

اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة لكل من التفاعلات الآتية:

4. يتفاعل كلوريد الحديد III مع محلول هيدروكسيد الصوديوم في الماء لإنتاج هيدروكسيد الحديد III الصلب ومحلول كلوريد الصوديوم.
5. يتفاعل ثاني كبريتيد الكربون السائل مع غاز الأكسجين لإنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون وغاز ثاني أكسيد الكبريت.
6. **تحدٍّ** يتفاعل فلز الخارصين مع محلول حمض الكبريتيك لإنتاج غاز الهيدروجين ومحلول كبريتات الخارصين.

واقع الكيمياء في الحياة

هيدروكسيد الكالسيوم

الأحواض المائية للشعب المرجانية

يستعمل محلول هيدروكسيد الكالسيوم المائي في الأحواض المائية للشعب المرجانية؛ لتزويد الحيوانات -كالحلزون والمرجان- بعنصر الكالسيوم، حيث يتفاعل هيدروكسيد الكالسيوم مع ثاني أكسيد الكربون في الماء لإنتاج أيونات الكالسيوم والبيكربونات.

وتستعمل حيوانات الشعب المرجانية الكالسيوم لبناء أصدافها وأجهزتها الهيكلية بصورة قوية.

مثال في الصف

السؤال اكتب معادلة كيميائية موزونة لتفاعل أول أكسيد الكربون CO والأكسجين O_2 الذي ينتج ثاني أكسيد الكربون CO_2.

الإجابة $2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$

مسائل تدريبية

4. $FeCl_{3(aq)} + 3NaOH_{(aq)} \rightarrow Fe(OH)_{3(s)} + 3NaCl_{(aq)}$
5. $CS_{2(s)} + 3O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2SO_{2(g)}$
6. $Zn_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \rightarrow H_{2(g)} + ZnSO_{4(aq)}$

التقويم

المعرفة اطلب إلى الطلبة تحديد ما إذا كانت كل من المعادلات الآتية موزونة أم لا. وإذا لم تكن موزونة، فاطلب إليهم تغيير المعاملات لوزنها.

a. $2Al + 6HCl \rightarrow 3AlCl_3 + 3H_2$

المعادلة غير موزونة، والمعادلة الصحيحة هي:

$2Al + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2$

b. $Ba(ClO_3)_2 \rightarrow BaCl_2 + 2O_2$

المعادلة غير موزونة، والمعادلة الصحيحة هي:

$Ba(ClO_3)_2 \rightarrow BaCl_2 + 3O_2$

c. $3Sn(SO_4)_2 + 4K_3PO_4 \rightarrow Sn_3(PO_4)_4 + 6K_2SO_4$

المعادلة موزونة.

d. $C_5H_{12} + 11O_2 \rightarrow 5CO_2 + 12\ H_2O$

المعادلة غير موزونة، والمعادلة الصحيحة هي:

ض م $C_5H_{12} + 8O_2 \rightarrow 5CO_2 + 6H_2O$

3. التقويم

التحقق من الفهم

اكتب على السبورة: $N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow N_2O_{5(g)}$

اسأل الطلبة لماذا يعد من الخطأ وزن المعادلة بتغيير صيغة الأكسجين المتفاعل إلى O_5. على الرغم من أن المعادلة ستتوازن إلا أنها ستكون غير صحيحة، لأن الأكسجين ثنائي الذرات O_2 وليس خماسي الذرات O_5. ض م

إعادة التدريس

اطلب إلى الطلبة مراجعة التفاعلات التي سجلوها في دفاترهم، ووزن كل معادلة غير موزونة. واطلب إليهم أيضًا تبادل هذه التفاعلات مع زملائهم في الصف. ض م

التوسع

يمكن اعتبار التفاعلات التي تحتوي على أيونات عديدة الذرات وحدة واحدة لتسهيل عملية وزن المعادلات، فمثلاً في التفاعل:

$$2Li_3PO_{4(aq)} + 3CaCl_{2(aq)} \rightarrow 6LiCl_{(aq)} + Ca_3(PO_4)_{2(S)}$$

فإن مجموعتي الفوسفات على طرفي المعادلة توازنان ذرات الأكسجين والفوسفور. لذا اطلب إلى الطلبة وزن عدة تفاعلات تحوي أيونات عديدة الذرات. ض م

التقويم

المعرفة اطلب إلى الطلبة كتابة معادلة موزونة للتفاعل بين نترات الرصاص ويوديد البوتاسيوم. ض م

$$Pb(NO_3)_{2(aq)} + 2KI_{(aq)} \rightarrow PbI_{2(s)} + 2KNO_{3(aq)}$$

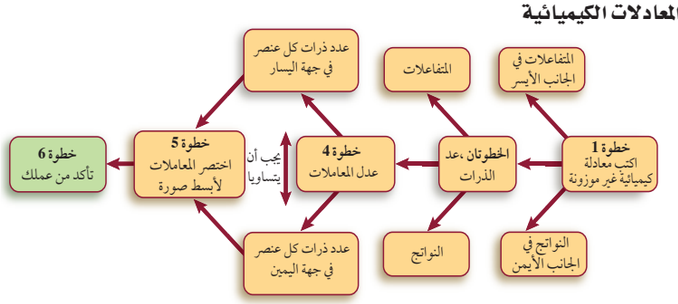
التقويم 1-3

7. لأن المادة لا تستحدث ولا تفنى في التفاعلات الكيميائية، لذا يجب أن تكون أعداد الذرات لكل العناصر متساوية في طرفي المعادلة.
8. قد تتضمن الإجابات: إطلاق طاقة أو امتصاصها، تغير في اللون، تغير في الرائحة، تكّون غاز، أو تكوّن مادة صلبة.
9. المعادلة اللفظية تعبر عن كل من المواد المتفاعلة والناتجة في التفاعلات الكيميائية، أما المعادلة الكيميائية فتعطي الكميات النسبية للمتفاعلات والناتج.
10. تبين المعاملات التي توجد في أبسط صورة الكميات النسبية للمواد الداخلة في التفاعل.
11. لا، لأن عمل ذلك يغير هوية المادة.
12. لا، المعادلة الصحيحة هي:

$$K_2CrO_{4(aq)} + Pb(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow 2KNO_{3(aq)} + PbCrO_{4(S)}$$

13. $2H_3PO_{4(aq)} + 3Ca(OH)_{2(aq)} \rightarrow Ca_3(PO_4)_{2(S)} + 6H_2O_{(aq)}$

وزن المعادلات الكيميائية



الشكل 3-6 إن القدرة على وزن المعادلات أساسية لدراسة الكيمياء. استعمل هذا المخطط لمساعدتك على إتقان هذه المهارة. ولاحظ أن الخطوات المرقمة تقابل الخطوات في الجدول 3-2.

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. ولهذا فمن الضروري أن تحتوي المعادلات التي تمثل التفاعلات الكيميائية على معلومات كافية توضح أن التفاعل يحقق قانون حفظ الكتلة.

لقد تعلمت كيف تحقق حفظ الكتلة في المعادلات الكيميائية الموزونة. والمخطط المبين في **الشكل 3-6** يلخص خطوات وزن المعادلات. ولعلك تجد أن بعض المعادلات الكيميائية يمكن وزنها بسهولة، في حين أن وزن بعضها الآخر يكون أكثر صعوبة.

التقويم 1-3

الخلاصة

- بعض التغيرات الفيزيائية أدلة تشير إلى حدوث تفاعل كيميائي.
- توفر المعادلات اللفظية الكيميائية والرمزية معلومات مهمة عن التفاعل الكيميائي.
- توضح المعادلة الكيميائية أنواع المتفاعلات والنواتج في التفاعل الكيميائي وكمياتها النسبية.
- يتضمن وزن المعادلة تعديل المعاملات حتى يتساوى عدد الذرات في كلا طرفيها.

7. **الفكرة الرئيسة** فسّر ما أهمية وزن المعادلات الكيميائية؟
8. **عدّد** ثلاثة من الأدلة التي تشير إلى حدوث التفاعل الكيميائي.
9. **قارن** بين المعادلة اللفظية والمعادلة الكيميائية.
10. **فسّر** لماذا يجب اختصار المعاملات في المعادلة الموزونة إلى أبسط نسبة من الأعداد الصحيحة.
11. **حلّل** هل يمكنك لدى وزن معادلة كيميائية تعديل الرموز السفلى في الصيغة؟
12. **قوّم** هل المعادلة الآتية موزونة؟ إذا لم تكن كذلك فصحح المعاملات لوزنها:

$$2K_2CrO_{4(aq)} + Pb(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow 2KNO_{3(aq)} + PbCrO_{4(S)}$$

13. **قوّم** يتفاعل محلول حمض الفوسفوريك المائي مع محلول هيدروكسيد الكالسيوم المائي لإنتاج فوسفات الكالسيوم الصلبة والماء. اكتب معادلة موزونة تعبر عن هذا التفاعل.

3-2

الأهداف

- تصنف التفاعلات الكيميائية.
- تحدد مميزات الأنواع المختلفة للتفاعلات الكيميائية.

مراجعة المفردات

الفلز: عنصر يكون صلبًا في درجة حرارة الغرفة، وموصلًا جيدًا للحرارة والكهرباء، ولامعًا بصورة عامة.

المفردات الجديدة

تفاعل التكوين
تفاعل الاحتراق
تفاعل التفكك
تفاعل الإحلال البسيط
تفاعل الإحلال المزدوج
الراسب

تصنيف التفاعلات الكيميائية
Classifying Chemical Reactions

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

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

أنواع التفاعلات الكيميائية Types of Chemical Reactions

يصنف الكيميائيون التفاعلات الكيميائية لتنظيم الأعداد الكبيرة من هذه التفاعلات التي تحدث يوميًّا. إن معرفة أنواع التفاعلات الكيميائية يمكن أن يساعدك على تذكرها وفهمها، كما أنه يساعدك على تعرّف أنواعها 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 هو تفاعل كيميائي تتحد فيه مادتان أو أكثر لتكوين مادة واحدة ويمكن تمثيله بالمعادلة العامة الآتية:

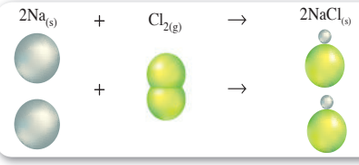
$$A + B \rightarrow AB$$

عندما يتفاعل عنصران فإن التفاعل يكون دائمًا تفاعل تكوين كما في **الشكل 3-7** الذي يوضح تفاعل عنصر الصوديوم مع عنصر الكلور لتكوين كلوريد الصوديوم. كما يمكن أن يتحد مركبان لتكوين مركب واحد. فمثلا، التفاعل بين أكسيد الكالسيوم CaO والماء H_2O لتكوين هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ هو تفاعل تكوين.

$$CaO_{(S)} + H_2O_{(l)} \rightarrow Ca(OH)_{2(S)}$$

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

$$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2SO_{3(g)}$$



الشكل 3-7 يتفاعل عنصرا الصوديوم والكلور لتكوين مركب واحد، هو كلوريد الصوديوم، (تفاعل تكوين)

مشروع الكيمياء

اللغة الشائعة اطلب إلى الطلبة أن يكتبوا أنواع التفاعلات، ويصفوا بكلماتهم الخاصة ما قد يحدث في التفاعلات من كل نوع. واطلب إليهم إعطاء أمثلة على تفاعلات قد لا تندرج تحت أحد هذه الأنواع. ض م

3-2

1. التركيز

ابدأ بعرض الفكرة الرئيسة على الطلبة.

الفكرة الرئيسة

صنف التفاعلات اسأل الطلبة لماذا يعد تصنيف التفاعلات إلى أنواع مختلفة مهمًا. لتسهيل دراسة التفاعلات وفهمها. واسألهم أيضًا أي أنواع التفاعلات يحدث عندما يحرق الخشب؟ تفاعل احتراق . يتكون الماء عندما يتفاعل الأكسجين مع الهيدروجين، واسألهم كذلك: ما نوع هذا التفاعل؟ تفاعل تكوين. ض م

2. التدريس

استعمال المصطلحات العلمية

كوِّن أو فكك اطلب إلى الطلبة كتابة جمل لتفسير معنى المصطلحين: التكوين والتفكك. واطلب إليهم كتابة أربع جمل – اثنتان منها تتضمنان كل مصطلح. ض م

الخلفية النظرية للمحتوى

الربط بواقع الحياة نتجت كارثة الضباب الدخاني في لندن عام 1952م، والتي أدت إلى موت عدد كبير من الأشخاص، عما يعرف بالانقلاب الحراري، وهي حالة جوية تنتج عندما يحتجز فيها هواء بارد ساكن قريبًا من سطح الأرض. فقد احتوى الضباب في ديسمبر عام 1952م على كميات غير عادية من السناج، والقطران، وثاني أكسيد الكبريت الناتجة من حرق الفحم الحجري في البيوت والمصانع. وارتفع معدل الوفيات الناجم عن الالتهاب الرئوي، والتهاب الشعب الهوائية، والسل، وفشل القلب، بشكل مفاجئ. وقد صرح أحد الأطباء البريطانيون في مقابلة مع هيئة الإذاعة البريطانية بأن الشيء المثير للاهتمام هو أن أحدًا لم يدرك في ذلك الوقت أن عدد الوفيات كان يزداد إلى أن بدأت الأزهار تنفد من محلات بيع الأزهار، والتوابيت تنفد من محلات دفن الموتى.

استعمال المصطلحات العلمية

مقياس النانو اطلب إلى الطلبة البحث في معنى نانو. والتي قيمتها 10^{-9} ومصطلح "تقنية النانو" وبعض تطبيقاتها المستقبلية المحتملة. علم الغرويات، ومعالجات البيانات المصغرة، والأنظمة الإلكترونية والميكانيكية المصغرة.

ض م

الشكل 3-8 الضوء الناتج من هذه اللعبة النارية هو نتيجة تفاعل احتراق بين الأكسجين وفلزات مختلفة.

المفردات

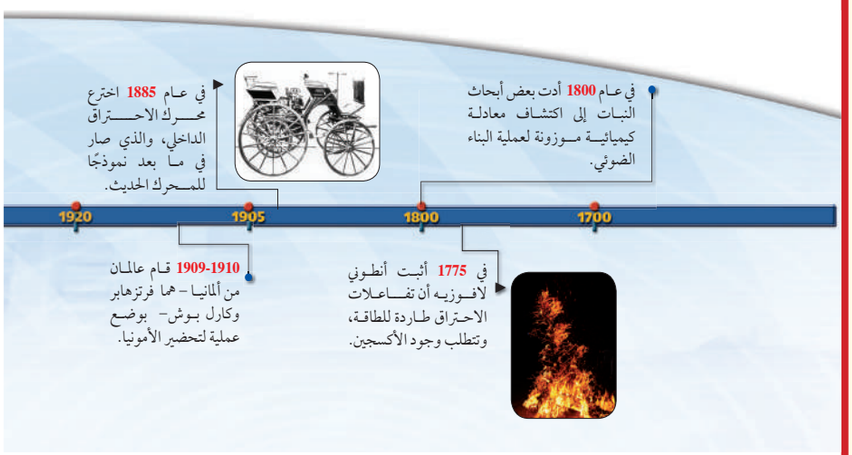
أصل الكلمة

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

تفاعلات الاحتراق Combustion Reactions

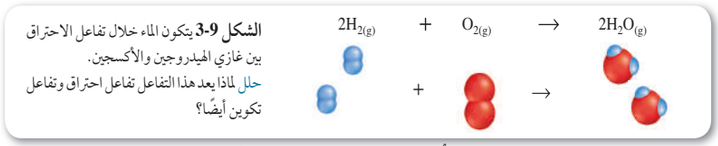
يمكن أن يصنف تفاعل تكوين ثالث أكسيد الكبريت على أنه تفاعل احتراق أيضًا. في **تفاعل الاحتراق** كما هو مبين في **الشكل 3-8** يتحد الأكسجين مع مادة كيميائية مطلقًا طاقة على شكل حرارة وضوء. ويمكن للأكسجين أن يتحد بهذه الطريقة مع مواد كثيرة مختلفة، مما يجعل تفاعلات الاحتراق شائعة. فيحدث تفاعل الاحتراق مثلًا بين الهيدروجين والأكسجين عندما يسخَّن الهيدروجين كما هو مبين في **الشكل 3-9**، حيث يتكون الماء خلال التفاعل، وتنطلق كمية كبيرة من الطاقة. كما يحدث تفاعل احتراق مهم عند حرق الفحم للحصول على طاقة، بحسب المعادلة الآتية:

$$C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$$



دفتر الكيمياء

الكيمياء العالمية ازداد الطلب في بدايات القرن العشرين على أسمدة النيتروجين أكثر من العرض. وكان أكبر مصدر للمواد الكيميائية المطلوبة لإنتاج السماد هو كمية زرق الطيور الهائلة المتراكمة على نحو طبيعي في تشيلي، والتي كانت تستهلك بسرعة. ولكن عملية هابر – بوش لصنع الأمونيا التي طورت في ألمانيا في فترة الحرب العالمية الأولى، حررت الزراعة العالمية من الاعتماد على السماد المنتج في تشيلي. لذا اطلب إلى الطلبة أن يقارنوا بين اعتماد العالم على أسمدة تشيلي في مطلع القرن العشرين واعتماده على البترول من مصادر قليلة هذه الأيام، وكيف يؤثر الاعتماد على هذا المصدر في العلاقات العالمية؟ وهل يؤدي الاعتماد على المصدر إلى الحث على الاكتشاف العلمي؟ ستتنوع الإجابات، ولكن يجب أن يدرك الطلبة أن التطبيقات العملية للكيمياء يمكن أن يكون لها آثار بعيدة المدى. ض م



الشكل 9-3 يتكون الماء خلال تفاعل الاحتراق بين غازي الهيدروجين والأكسجين.
حلل لماذا يعد هذا التفاعل تفاعل احتراق وتفاعل تكوين أيضًا؟

لاحظ أن جميع تفاعلات الاحتراق ـ التي ذُكرت ـ هي تفاعلات تكوين أيضًا، لكن ليس كل تفاعلات الاحتراق تفاعلات تكوين. فمثلاً، ينتج تفاعل احتراق غاز الميثان أكثر من مركب، كما هو مبين في المعادلة الآتية:

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

الميثان هو المكون الرئيسي للغاز الطبيعي، وينتمي إلى مجموعة من المركّبات 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 المعاصرة.

مسائل تدريبية

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

14. تفاعل الألومنيوم الصلب والكبريت الصلب لإنتاج كبريتيد الألومنيوم الصلب.

15. تفاعل الماء وغاز خامس أكسيد النيتروجين لإنتاج محلول حمض النيتريك.

16. تفاعل غازي ثاني أكسيد النيتروجين والأكسجين، لإنتاج غاز خامس أكسيد النيتروجين.

17. **تحدٍّ** تفاعل محلولي حمض الكبريتيك وهيدروكسيد الصوديوم لإنتاج محلول كبريتات الصوديوم والماء.

الشكل 10-3
تفاعلات كيميائية من واقع الحياة
عمل الناس على مر العصور على فهم الطاقة الناتجة عن التفاعلات الكيميائية والاستفادة منها في حل مشاكلهم.

■ **إجابة سؤال الشكل 9–3 :** تفاعل تكوين لأن عنصرين يتحدان لتكوين مركب واحد، وهو تفاعل احتراق، لأن الأكسجين يتحد مع مادة أخرى ويطلق طاقة.

مسائل تدريبية

14. $2Al_{(s)} + 3S_{(s)} \longrightarrow Al_2S_{3(s)}$

تكوين

15. $H_2O_{(l)} + N_2O_{5(g)} \longrightarrow 2HNO_{3(aq)}$

تكوين

16. $4NO_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2N_2O_{5(g)}$

تكوين واحتراق

17. $H_2SO_{4(aq)} + 2NaOH_{(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + 2H_2O_{(l)}$

إحلال مزدوج

- **ملاحظة** يعطى هذا السؤال للطلبة بعد دراسة تفاعلات الإحلال المزدوج.

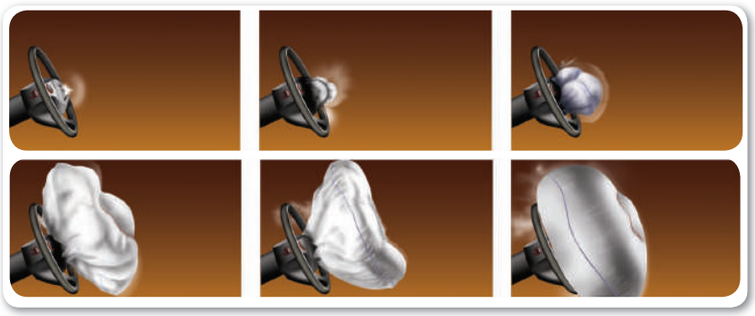
الخلفية النظرية للمحتوى

نواتج تفاعلات التفكك. تحتاج معظم تفاعلات التفكك إلى تزويدها بالطاقة، وغالبًا ما تكون على صورة حرارة أو كهرباء. وسيجد الطلبة أنه من الممكن توقع نواتج كثير من تفاعلات التفكك بتعرف أنواعها العامة الخمسة الآتية:

1. كربونات الفلز ⟵ أكسيد الفلز + CO_2
2. كلورات الفلز ⟵ كلوريد الفلز + O_2
3. هيدروكسيد الفلز ⟵ أكسيد الفلز + H_2O
1. أكسيد الفلز ⟵ الفلز + O_2
1. حمض أكسجيني ⟵ أكسيد الفلز + H_2O

مسائل تدريبية

18. $2Al_2O_{3(S)} \longrightarrow 4Al_{(s)} + 3O_{2(g)}$
19. $Ni(OH)_{2(S)} \longrightarrow NiO_{(S)} + H_2O_{(l)}$
20. $2NaHCO_{3(S)} \longrightarrow Na_2CO_{3(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$



الشكل تفكك أزيد الصوديوم NaN_3، الذي ينتج غاز النيتروجين، وهو التفاعل الذي يستعمل في نفخ أكياس الهواء في السيارات.

تفاعلات التفكك Decomposition Reactions

تفاعل التفكك 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:

$$AB \rightarrow A + B$$

وغالبًا ما تحتاج تفاعلات التفكك لكي تحدث إلى مصدر للطاقة، كالحرارة، أو الضوء، أو الكهرباء. فتتفكك نترات الأمونيوم مثلًا إلى أكسيد النيتروجين الأحادي وماء، عندما تسخن إلى درجة حرارة عالية:

$$NH_4NO_{3(S)} \rightarrow N_2O_{(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

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:

$$2NaN_{3(s)} \rightarrow 2Na_{(s)} + 3N_{2(g)}$$

ويستعمل هذا التفاعل في نفخ أكياس الهواء (أكياس السلامة) في السيارات، كما هو مبين في **الشكل 11-3**، حيث يوضع في الكيس مع الأزيد جهاز يوفر شرارة كهربائية لبدء التفاعل. وعندما ينشط الجهاز نتيجة الاصطدام يتحلل أزيد الصوديوم منتجًا غاز النيتروجين الذي ينفخ الكيس بسرعة.

المطويات

أدخل معلومات من هذا الدرس في مطويتك.

مسائل تدريبية

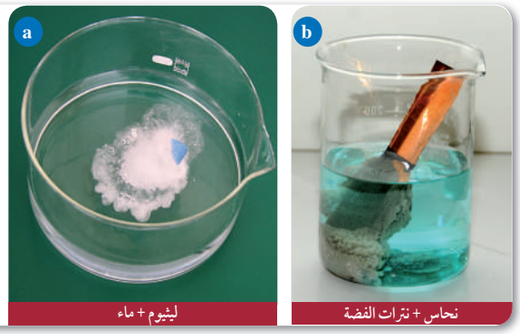
اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة لتفاعلات التحلل الآتية:

18. يتفكك أكسيد الألومنيوم الصلب عندما تسري فيه الكهرباء.
19. يتفكك هيدروكسيد النيكل II الصلب لإنتاج أكسيد النيكل II الصلب والماء.
20. تحدٍّ ينتج عن تسخين كربونات الصوديوم الهيدروجينية الصلبة كربونات الصوديوم الصلبة وبخار الماء وغاز ثاني أكسيد الكربون.

مشروع الكيمياء

حرق الكربوهيدرات اطلب إلى الطلبة البحث في عملية تفكك الكربوهيدات، بما في ذلك تفاعل الجلوكوز مع الأكسجين. على أن يضع الطلبة هذا التفاعل ضمن أحد أنواع التفاعلات التي درست في هذا الفصل. فمثلاً تفاعل الجلوكوز مع الأكسجين:

طاقة + $C_6H_{12}O_{6(s)} + 6O_{2(g)} \longrightarrow 6CO_{2(g)} + 6H_2O_{(1)}$ تفاعل احتراق.



الشكل 12-3 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 12-3(a)** التفاعل بين الليثيوم والماء، حيث تحل فيه ذرة ليثيوم محل ذرة واحدة من ذرتي الهيدروجين في الماء، كما توضحه المعادلة الآتية:

$$2Li_{(s)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow 2LiOH_{(aq)} + H_{2(g)}$$

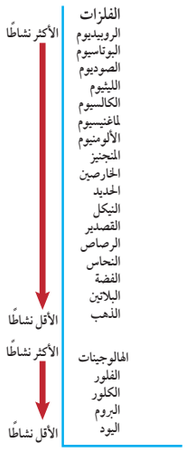
ويسمى التفاعل الذي تحل فيه ذرات عنصر محل ذرات عنصر آخر في مركب **تفاعل الإحلال البسيط**، ويمكن تمثيله بالمعادلة العامة الآتية:

$$A + BX \rightarrow AX + B$$

الفلزات تحل محل الهيدروجين أو فلز آخر التفاعل بين الليثيوم والماء أحد الأمثلة على تفاعلات الإحلال البسيط، حيث تحل فيه ذرة فلز محل ذرة هيدروجين في جزيء الماء. ويحدث نوع آخر من الإحلال البسيط عندما يحل فلز محل فلز آخر في مركب مذاب في الماء. ويبين **الشكل 12-3 (b)** حدوث تفاعل إحلال بسيط عند وضع صفيحة من النحاس في محلول مائي لنترات الفضة. فالبلورات المتراكمة على قطعة النحاس هي ذرات الفضة التي حلت محلها ذرات النحاس.

$$Cu_{(s)} + 2AgNO_{3(aq)} \rightarrow Cu(NO_3)_{2\,(aq)} + 2Ag_{(s)}$$

لا يحل الفلز دائمًا محل فلز آخر في مركب مذاب في الماء؛ وذلك لأن الفلزات تختلف في نشاطها، أو قدرتها على التفاعل مع مادة أخرى. ويبين **الشكل 13-3** سلسلة النشاط الكيميائي لبعض الفلزات. وتستخدم تفاعلات الإحلال في تحديد موقع الفلزات في السلسلة، حيث يوجد أنشط الفلزات في أعلى السلسلة، بينما يوجد أقلها نشاطًا في أسفلها. وقد رتبت الهالوجينات في سلسلة نشاط بطريقة مشابهة، كما هو مبين في **الشكل 13-3**.



الشكل سلاسل النشاط الكيميائي كالمبينة هنا للفلزات والهالوجينات هي أدوات مفيدة في تحديد إمكانية حدوث تفاعل كيميائي، وتحديد نواتج تفاعلات الإحلال البسيط.

دفتر الكيمياء

تفاعلات الإحلال البسيط اطلب إلى الطلبة كتابة معادلات كيميائية لهذا النوع من التفاعلات والتي تحدث عند وضع فلز الألومنيوم في محلول مائي لنترات النيكل II $Ni(NO_3)_2$ ونترات الصوديوم $NaNO_3$، ونترات الرصاص IV $Pb(NO_3)_4$، ونترات الذهب III $Au(NO_3)_3$. وأما في حالة عدم حدوث تفاعل، فاطلب إليهم كتابة NR مكان النواتج وتدوين المعادلات الآتية في دفاترهم:

$$2Al_{(s)} + 3Ni(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow 2Al(NO_3)_{3(aq)} + 3Ni_{(s)}$$

$$Al_{(s)} + NaNO_{3(aq)} \rightarrow NR$$

$$4Al_{(s)} + 3Pb(NO_3)_{4(aq)} \rightarrow 4Al(NO_3)_{3(aq)} + 3Pb_{(s)}$$

$$Al_{(s)} + Au(NO_3)_{3(aq)} \rightarrow Al(NO_3)_{3(aq)} + Au_{(s)}$$

ض م

عرض عملي

تفاعل الإحلال البسيط ضع قطعة صغيرة من الحديد مجلفنة بالخارصين، في كأس تحتوي على 80 ml من حمض الهيدروكلوريك المخفف، ثم ضعها داخل خزانة الأبخرة. واطلب إلى الطلبة وصف التفاعل الحادث. ستتكون فقاعات على نحو سريع من المحلول خلال فترة من الزمن، ويقل عددها مع مرور الوقت.

ثم اشرح للطلبة أن تفاعل الإحلال البسيط قد حدث بين الحمض والحديد المجلفن بالخارصين. واطلب إليهم كتابة معادلة التفاعل ومعرفة الغاز المتكوّن:

$$Zn_{(S)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow ZnCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$$

الغاز هو الهيدروجين.

ثم اطلب اليهم أن يفسروا لماذا يتفاعل الحديد الموجود تحت غطاء الخارصين ببطء أكثر من الخارصين، لأن الخارصين أكثر نشاطًا من الحديد. ثم تخلص من مركبات الخارصين بسكبها في المغسلة وإضافة كمية كبيرة من الماء إليها. ض م

يمكنك استعمال سلسلة النشاط الكيميائي لتتوقع 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. فمثلا، تحل ذرات النحاس محل ذرات الفضة في محلول نترات الفضة، ولكن لو وضعت سلكًا من الفضة في محلول نترات النحاس II فإن ذرات الفضة لا تحل محل ذرات النحاس؛ لأن الفضة تقع بعد النحاس في سلسلة النشاط الكيميائي. ولهذا لا يحدث تفاعل. ويستخدم الرمز (NR) عادة للدلالة على عدم حدوث تفاعل كيميائي.

$$Ag_{(s)} + Cu(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow NR$$

اللافلز يحل محل اللا فلز هناك نوع ثالث من تفاعلات الإحلال البسيط يتم فيه استبدال لافلز في مركب بلافلز آخر، كما هو شائع في بعض تفاعلات الهالوجينات. فالهالوجينات كالفلزات، فهي تظهر مستويات مختلفة من النشاط في تفاعلات الإحلال. ويوضح **الشكل 13-3** سلسلة النشاط الكيميائي للهالوجينات، التي تبين أن الفلور أنشط الهالوجينات، واليود أقلها نشاطًا. فالهالوجين الأنشط يحل محل الهالوجين الأقل نشاطًا في محاليل مركباته. فالفلور مثلًا يحل محل البروم في محلول مائي لبروميد الصوديوم.

$$F_{2(g)} + 2NaBr_{(aq)} \rightarrow 2NaF_{(aq)} + Br_{2(l)}$$

$$Br_{2(l)} + 2NaF_{(aq)} \rightarrow NR$$

ماذا قرأت؟ وضح كيف يحدث تفاعل الإحلال البسيط؟

مختبر حل المشكلات

تحليل التدرج في الخواص

كيف تُفسر نشاط الهالوجينات؟ تقع الهالوجينات في المجموعة رقم **17** من الجدول الدوري: ويخبرنا هذا بأن للهالوجينات بعض الخواص العامة. فجميع الهالوجينات لا فلزات، ويوجد في أغلفتها الخارجية سبعة إلكترونات. ومع ذلك، فلكل هالوجين ما يميزه من الخواص، ومن ذلك مدى قابلية التفاعل مع مادة أخرى.

خواص الهالوجينات

الهالوجين	نصف القطر الذري (ppm)	طاقة التأين (KJ/mol)	الكهروسالبية
الفلور	72	1681	3.98
الكلور	100	1251	3.16
البروم	114	1140	2.96
اليود	133	1008	2.66
الإستاتين	140	920	2.2

التحليل

تفحص جدول البيانات المبين. والذي يشتمل على نصف القطر الذري، وطاقة التأين، والكهروسالبية لبعض الهالوجينات.

التفكير الناقد

1. **ارسم** خطًا بيانيًا يمثل العلاقة بين العدد الذري للعناصر والبيانات المعطاة في الجدول المرفق (كل على حدة)
2. **صف** كيف تتغير خواص الهالوجينات الثلاث وفق البيانات الموضحة في الجدول.
3. **ما** العلاقة بين تغير خواص الهالوجينات الموضحة في الجدول، وبين موقعها في سلسلة النشاط؟ الشكل **(13-3)**
4. **توقع** موقع عنصر الإستاتين As في سلسلة نشاط الهالوجينات. فسر إجابتك.

ماذا قرأت؟ تحل ذرات عنصر محل ذرات عنصر آخر في مركب.

مختبر حل المشكلات

الهدف يربط الطلبة بين خواص الفلزات ونشاطها الكيميائي.

المهارات العملية تعرف السبب والنتيجة، تطبيق المفاهيم، التصنيف، التوقع.

استراتيجيات التدريس

- اسأل الطلبة عما يجب معرفته من الخواص لتحديد نشاط الفلزات النسبي. الكهروسالبية، حالات التأكسد، نصف قطر الذرة، طاقة التأين، شحنة النواة الفاعلة، والخواص الدورية للعناصر.
- اطلب إليهم البحث في كل من الخواص المذكورة، وكيف تساعد كل خاصية على توقع نشاط العنصر موضوع الدرس. تميل العناصر ذات طاقة التأين المنخفضة، ونصف القطر الكبير للتفاعل بصورة أسهل. كما يجب إعطاء بعض الاهتمام لاستقرار المدارات حول النواة.

التفكير الناقد

1. يجب أن تبين رسوم الطلبة البيانات بنفس دقة البيانات الموجودة في الجدول.
2. يزداد نصف القطر عند ازدياد العدد الذري، وتقل طاقة التأين، والكهروسالبية كذلك.
3. ترتبط هذه الخواص بانخفاض النشاط كلما اتجهنا في المجموعة من الأعلى إلى الأسفل.
4. يقع عنصر الأستاتين At في المجموعة 17، وله خواص عناصر المجموعة نفسها (الهالوجينات). وسيكون الأستاتين على أساس هذا التوقع، في نهاية المجموعة حسب اتجاه الجدول الدوري.

طرائق تدريس متنوعة

فوق المستوى اطلب إلى الطلبة تصميم طريقة لتحديد موضع فلز مجهول في سلسلة النشاط الكيميائي للفلزات. ستتضمن الطرائق النموذجية التي سيقترحها الطلبة وضع عينات من الفلز في محاليل مائية لأملاح فلزات أخرى. فهذه التجارب توفر بيانات تسمح للطلبة بوضع الفلز المجهول فوق الفلزات التي يحل محلها وتحت الفلزات التي لا يحل محلها. **ف م**

التقويم

المعرفة ينبغي على الطلبة أن يكتبوا ملخصًا عما عرفوه من خلال مختبر حل المشكلات، ويشرحوا كيف استعانوا باستنتاجاتهم على وضع عناصر أخرى في أماكنها الصحيحة في سلسلة النشاط. **ض م**

مثال 2-3

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

a. $Fe_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \rightarrow$

b. $Br_{2(l)} + MgCl_{2(aq)} \rightarrow$

c. $Mg_{(s)} + AlCl_{3(aq)} \rightarrow$

1 تحليل المسألة

استخدم **الشكل 13-3** لتحدد ما إذا كان كل من التفاعلات الكيميائية السابقة سيحدث أم لا، وحدِّد نواتج كل تفاعل متوقع، واكتب معادلة كيميائية 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 سيحل الحديد محل النحاس، وتكون المعادلة الكيميائية للتفاعل على النحو الآتي:

$$Fe_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \rightarrow FeSO_{4(aq)} + Cu_{(s)}$$

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 الآتية:

$$Br_{2(l)} + MgCl_{2(aq)} \rightarrow NR$$

وفي هذه الحالة لا تتطلب المعادلة وزنًا.

c. يقع الماغنيسيوم قبل الألومنيوم في سلسلة النشاط الكيميائي، ولهذا فإن التفاعل سيحدث لأن الماغنيسيوم أنشط من الألومنيوم. وفي هذه الحالة سيحل الماغنيسيوم محل الألومنيوم، كما هو موضح في المعادلة الكيميائية غير الموزونة للتفاعل:

$$Mg_{(s)} + AlCl_{3(aq)} \rightarrow MgCl_{2(aq)} + Al_{(s)}$$

والمعادلة الموزونة هي:

$$3Mg_{(s)} + 2AlCl_{3(aq)} \rightarrow 3MgCl_{2(aq)} + 2Al_{(s)}$$

3 تقويم الإجابة

تدعم سلسلة النشاط الكيميائي الموضحة في **الشكل 13-3** التوقعات. المعادلات الكيميائية موزونة؛ لأن عدد الذرات متساوٍ في طرفي المعادلة.

مسائل تدريبية

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

21. $Zn_{(s)} + NiCl_{2(aq)} \rightarrow$

22. $Cl_{2(g)} + HF_{(aq)} \rightarrow$

23. $Fe_{(s)} + Na_3PO_{4(aq)} \rightarrow$

24. تحدّ $Al_{(s)} + Pb(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow$

مثال في الصف

السؤال توقع هل ستحدث كل من التفاعلات الآتية، وبين النواتج المتكوّنة:

1. $Mg_{(s)} + ZnCl_{2(aq)} \rightarrow$

2. $F_{2(g)} + HCl_{(aq)} \rightarrow$

3. $Ag_{(s)} + AlCl_{3(aq)} \rightarrow$

الإجابة

1. $Mg_{(s)} + ZnCl_{2(aq)} \rightarrow MgCl_{2(aq)} + Zn_{(s)}$

2. $F_{2(g)} + HCl_{(aq)} \rightarrow Cl_{2(g)} + HF_{(aq)}$

3. $Ag_{(s)} + A1Cl_{3(aq)} \rightarrow NR$

مسائل تدريبية

21. نعم. Zn يقع فوق Ni في سلسلة النشاط.

$$Zn_{(s)} + NiCl_{2(aq)} \rightarrow ZnCl_{2(aq)} + Ni_{(s)}$$

22. لا. Cl يقع تحت F في سلسلة النشاط.

23. لا. Fe يقع تحت Na في سلسلة النشاط

24. نعم. Al يقع فوق Pb في سلسلة النشاط.

$$2Al_{(s)} + 3Pb(NO_3)_{2(s)} \rightarrow 3Pb_{(s)} + 2Al(NO_3)_{3(aq)}$$

دفتر الكيمياء

تمثيل التفاعلات اطلب إلى الطلبة مقارنة التفاعلات بنشاطات التحية، وتسجيل هذه المقارنات في دفاترهم. فمثلًا التكوين: شخصان يتصافحان عندما يلتقيان. والتفكك: ابتعاد الشخصين بعد المصافحة. وأما الإحلال البسيط فشخص آخر يقاطع المتصافحين ويحل محل أحدهما. وفي الإحلال المزدوج زوجان من المتصافحين يتبادلان التحية فيما بينهما. ض م

التوسع

سلسلة نشاط الفلزات وضح للطلبة أن نشاط الفلزات في السلسلة يمكن وصفه بتفصيل أكبر مما هو في الشكل **3-13**. فالفلزات الواقعة بين الماغنيسيوم والحديد تتفاعل مع بخار الماء لا مع الماء البارد، والفلزات الواقعة بين النيكل والرصاص لا تتفاعل مع الماء أو البخار. كما أن جميع الفلزات فوق الفضة تتفاعل مع الأكسجين مكوّنة أكاسيد، على حين أن الفضة والبلاتين والذهب تكوّن أكاسيد فقط بشكل غير مباشر.

تطبيقات الكيمياء

الحلي (المجوهرات) اسأل الطلبة هل سبق أن أصيبوا بحساسية من الحلي المعدنية؟ مع الأخذ بعين الاعتبار موقع النيكل والذهب والفضة والبلاتين في سلسلة النشاط. واسألهم أيضاً أي هذه الفلزات أكثر نشاطًا وأيها أقل؟ الأكثر نشاطًا: النيكل، والأقل نشاطًا: الذهب. ثم اسألهم أيّ هذه الفلزات أكثر احتمالًا في تسبب الحساسية عند استعمالها في الحلي. النيكل، وأي أنواع الحلي الفلزية يعد أفضل اختيار لشخص لديه حساسية من الحلي الذهب، البلاتين، أو الفضة. ض م

الشكل 3-14 عندما يضاف هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول كلوريد النحاس II $CuCl_2$ تتبادل أيونات Cl^- و OH^- مواقعها، وينتج عن التفاعل كلوريد الصوديوم الذي يبقى في المحلول، وهيدروكسيد النحاس II $Cu(OH)_2$ الذي يترسب على شكل مادة صلبة زرقاء اللون.

تفاعلات الإحلال المزدوج تتضمن تفاعلات الإحلال المزدوج تبادل الأيونات بين مركبين، كما هو مبين في المعادلة العامة الآتية:

$$AX + BY \rightarrow AY + BX$$

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

$$Ca(OH)_{2(aq)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow CaCl_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

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

$$2NaOH_{(aq)} + CuCl_{2(aq)} \rightarrow 2NaCl_{(aq)} + Cu(OH)_{2(s)}$$

لاحظ أن الأيونين السالبين Cl^- و OH^- قد غيّرا موقعيهما وارتبطا بأيونين موجبين آخرين Na^+ و Cu^{2+}. ويبين **الشكل 3-14** أن ناتج هذا التفاعل مادة صلبة لا تذوب في الماء هي هيدروكسيد النحاس II $Cu(OH)_2$. وتسمى المادة الصلبة التي تنتج خلال تفاعل كيميائي في محلولٍ ما راسبًا.

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

ارجع إلى تفاعلَي الإحلال المزدوج اللذين نوقشا سابقًا. حيث ينتج من تفاعل هيدروكسيد النحاس مع حمض الهيدروكلوريك ماء، وينتج من تفاعل هيدروكسيد الصوديوم مع كلوريد النحاس II راسب. ومن تفاعلات الإحلال المزدوج التي تنتج غازًا تفاعل سيانيد البوتاسيوم KCN وحمض الهيدروكلوريك HCl.

$$KCN_{(aq)} + HCl_{(aq)} \rightarrow KCl_{(aq)} + HCN_{(g)}$$

ويبين **الجدول 3-3** الخطوات الأساسية لكتابة معادلات كيميائية موزونة لتفاعلات الإحلال المزدوج.

مشروع الكيمياء

الكيمياء في الصناعة اطلب إلى الطلبة أن يبحثوا كيف يزيل عمال النظافة الكبريت وأكاسيد النيتروجين من مداخن محطات توليد الطاقة. واطلب إليهم أيضًا عمل مخطط يوضح ما عرفوه، وأن يكتبوا معادلات حول أية تفاعلات كيميائية مستعملة ويصنفوها. واطلب إليهم كذلك أن يعرضوا لوحاتهم أمام الصف. ض م

جدول 3-3 الخطوات الأساسية لكتابة المعادلات الكيميائية الموزونة لتفاعلات الإحلال المزدوج

الخطوات	مثـــال
1. اكتب الصيغ الكيميائية للمتفاعلات في المعادلة الكيميائية.	$Al(NO_3)_3 + H_2SO_4$
2. عيّن الأيونات الموجبة والسالبة في كل مركب.	$Al(NO_3)_3$ فيه Al^{3+} و NO_3^- H_2SO_4 فيه H^+ و SO_4^{2-}
3. زاوج بين كل أيون موجب والأيون السالب في المركب الآخر.	Al^{3+} يتزاوج مع SO_4^{2-} H^+ يتزاوج مع NO_3^-
4. اكتب الصيغ الكيميائية للنواتج مستخدمًا الأزواج في الخطوة 3.	$Al_2(SO_4)_3$ HNO_3
5. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لتفاعل الإحلال المزدوج.	$Al(NO_3)_{3(aq)} + H_2SO_{4(aq)} \rightarrow Al_2(SO_4)_{3(s)} + HNO_{3(aq)}$
6. زن المعادلة.	$2Al(NO_3)_{3(aq)} + 3H_2SO_{4(aq)} \rightarrow Al_2(SO_4)_{3(s)} + 6HNO_{3(aq)}$

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

مسائل تدريبية

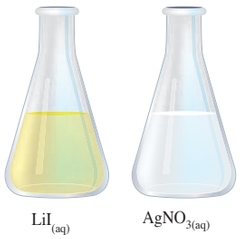
اكتب معادلات كيميائية موزونة لتفاعلات الإحلال المزدوج الآتية.

25. تتفاعل المادتان عن اليسار معًا لإنتاج يوديد الفضة الصلب ومحلول نترات الليثيوم.

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

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

28. تحدٍّ يتفاعل حمض الإيثانويك مع هيدروكسيد البوتاسيوم لإنتاج إيثانوات البوتاسيوم CH_3COOK والماء.



$LiI_{(aq)}$ $AgNO_{3(aq)}$

ماذا قرأت؟ تغير الأيونات السالبة أماكنها. فالأيون السالب من المركب A يرتبط بالأيون الموجب من المركب B، ويرتبط الأيون السالب من المركب B بالأيون الموجب من المركب A. ونتيجة لذلك يتكوّن مركّبان جديدان.

مسائل تدريبية

25. $LiI_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \rightarrow LiNO_3 + AgI_{(s)}$

26. $BaCl_{2(aq)} + K_2CO_{3(aq)} \rightarrow BaCO_{3(s)} + 2KCl_{(aq)}$

27. $Na_2SO_{4(aq)} + Pb(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow 2NaNO_{3(aq)} + PbSO_{4(s)}$

28. $CH_3COOH_{(aq)} + KOH_{(aq)} \rightarrow CH_3COOK_{(aq)} + H_2O_{(l)}$

عمل نموذج

الإحلال المزدوج اطلب إلى الطلبة عمل نموذج باستعمال مجموعة نماذج جزيئية لكل من المتفاعلات في تفاعل الإحلال المزدوج الآتي:

$$KCN_{(aq)} + HBr_{(aq)} \rightarrow KBr_{(aq)} + HCN_{(g)}$$

واطلب إليهم أن يعيدوا ترتيب النماذج حتى تصبح المتفاعلات النواتج، ثم اطلب إليهم أن يصفوا كتابةً كيف أُعيد ترتيب النماذج حتى كوّنت المتفاعلات نواتج. **د م**

3. التقويم

تحقّق من الفهم

اسأل الطلبة أن يفسروا لماذا يحدث التفاعل **1**، بينما لا يحدث التفاعل2 ؟

1. $2KBr_{(aq)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2KCl_{(aq)} + Br_{2(l)}$

2. $2KBr_{(aq)} + I_{2(S)} \rightarrow 2KI_{(aq)} + Br_{2(l)}$

الكلور يقع فوق البروم في سلسلة نشاط الهالوجينات، ولكن اليود يقع تحت البروم في السلسلة. ض م

إعادة التدريس

اطلب إلى الطلبة تصنيف كل من التفاعلات الآتية:

1. $Ti_{(S)} + 2Cl_{2(g)} \rightarrow TiCl_{4(S)}$ تكوين

2. $AgNO_{3(aq)} + LiI_{(aq)} \rightarrow AgI_{(S)} + LiNO_{3(aq)}$ إحلال مزدوج

3. $3Mg_{(S)} + 2Cr(NO_3)_{3(aq)} \rightarrow 3Mg(NO_3)_2 + 2Cr_{(S)}$ إحلال بسيط

4. $2C_2H_{2(g)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 4CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$ احتراق

5. $2H_2O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} + O_{2(g)}$ تفكك ض م

التوسع

اطلب إلى الطلبة أن يكتبوا المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل بين السكروز $C_{12}H_{22}O_{11(s)}$ والأكسجين لإنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون والماء السائل.

$$C_{12}H_{22}O_{11(S)} + 12O_{2(g)} \rightarrow 12CO_{2(g)} + 11H_2O_{(l)}$$

وبين لهم أن المعادلة الكيميائية تمثل النسبة بين كميات الذرات والجزيئات والأيونات في التفاعل. ض م

الجدول 3-4 النواتج المتوقعة لبعض التفاعلات الكيميائية

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

يلخص **الجدول 3-4** أنواع التفاعلات الكيميائية. يمكنك الاستعانة بالجدول في معرفة أنواع التفاعلات المختلفة وتوقع نواتجها. على سبيل المثال، كيف تحدد نوع التفاعل بين أكسيد الكالسيوم الصلب و غاز ثاني أكسيد الكربون في إنتاج كربونات الكالسيوم الصلبة؟ أولاً، اكتب المعادلة الكيميائية.

$$CaO_{(s)} + CO_{2(g)} \rightarrow CaCO_{3(s)}$$

ثانيًا، حدد ما الذي يحدث في التفاعل. في هذه الحالة، تتفاعل مادتان ويتنتج عنهما مركب واحد. ثالثًا، استعن بالجدول لتحديد نوع التفاعل. التفاعل هو تفاعل تكوين. رابعًا، افحص إجابتك بمقارنة معادلة التفاعل بالمعادلة العامة لنوع التفاعل.

$$CaO_{(s)} + CO_{2(g)} \rightarrow CaCO_{3(s)}$$

$$A + B \rightarrow AB$$

التقويم 3-2

الخلاصة

- تصنيف التفاعلات الكيميائية يسهّل فهمها وتذكرها وتعرّفها.
- يمكن استخدام سلسلة النشاط الكيميائي للفلزات والهالوجينات لتوقع حدوث تفاعلات الإحلال البسيط.

29. الفكرة الرئيسة **صف** الأنواع الأربعة من التفاعلات الكيميائية وخواصها.

30. **وضح** كيف تنظم سلسلة النشاط الكيميائي للفلزات؟

31. **قارن** بين تفاعلات الإحلال البسيط والإحلال المزدوج.

32. **صف** نتيجة تفاعل الإحلال المزدوج.

33. **صنّف** ما نوع التفاعل المرجح حدوثه عندما يتفاعل الباريوم مع الفلور؟ اكتب معادلة كيميائية موزونة للتفاعل.

34. **فسّر البيانات** هل يمكن للتفاعل الآتي أن يحدث؟ فسّر إجابتك.

$$Ni_{(s)} + 2AgNO_{3(aq)} \rightarrow Ni(NO_3)_{2\,(aq)} + 2Ag_{\,(s)}$$

التقويم 3-2

29. **التكوين**: مادتان تتحدان لتكوين مركب واحد.
الاحتراق: مادة تتفاعل مع الأكسجين منتجة حرارة وضوءًا.
التفكك: مركب واحد يتحلل إلى مادتين أو أكثر.
الإحلال: ذرات عنصر تحل محل ذرات عنصر آخر (إحلال بسيط)، أو تتبادل الأيونات الموجبة بين مركبين (إحلال مزدوج).

30. ترتب سلسلة النشاط الفلزات وفق نشاطها بالنسبة للفلزات الأخرى. توجد الفلزات الأنشط في أعلى السلسلة، وأما الأقل نشاطًا فتوجد في أسفلها.

31. تحل ذرات عنصر محل ذرات عنصر آخر في تفاعل الإحلال البسيط، أما في تفاعل الإحلال المزدوج فان مركبين ذائبين في الماء يتبادلان أيوناتهما الموجبة.

32. تفاعلات الإحلال المزدوج تنتج مركبين مختلفين، أحدهما راسب أو ماء أو غاز.

33. من المرجح أن يحدث تفاعل تكوين.

$$Ba + F_2 \rightarrow BaF_2$$

34. يحدث التفاعل، لأن النيكل أنشط من الفضة.

الأهداف

- **تصف** المحاليل المائية.
- **تكتب** معادلات أيونية كاملة ومعادلات أيونية صافية للتفاعلات الكيميائية في المحاليل المائية.
- **تتوقع** ما إذا كانت التفاعلات في المحاليل المائية ستؤدي إلى إنتاج راسب، أو ماء، أو غاز.

مراجعة المفردات

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

المفردات الجديدة

المحلول المائي
المذاب
المذيب
المعادلة الأيونية الكاملة
الأيون المتفرج
المعادلة الأيونية النهائية

التفاعلات في المحاليل المائية
Reactions in Aqueous Solutions

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

الربط بواقع الحياة يستعمل مسحوق نكهة الليمون في تحضير شراب الليمون. فعندما يضاف المسحوق إلى الماء فإن بلوراته تذوب فيه مكوّنة محلولًا له نكهة الليمون.

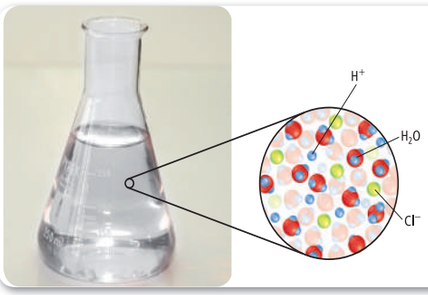
المحاليل المائية Aqueous Solutions

عرفتَ أن المحلول مخلوط متجانس. تتضمن العديد من التفاعلات موادّ مذابة في الماء، أيْ تكون على شكل محاليل مائية. **والمحلول المائي** يحتوي على مادة أو أكثر مذابة في الماء تسمى **المذاب**. أما الماء – أكبر مكوّنات المحلول – فيسمى **المذيب**.

المركبات الجزيئية في المحلول رغم أن الماء هو المذيب في المحاليل المائية دائمًا، إلا أن هناك كثيرًا من المواد المذابة كالسكروز (سكر المائدة)، والإيثانول (الكحول)، هي مركبات توجد في المحلول على شكل جزيئات، وهناك مواد جزيئية تكوّن أيونات عندما تذوب في الماء. فالمركب الجزيئي كلوريد الهيدروجين مثلًا يكوّن أيونات الهيدروجين وأيونات الكلوريد عندما يذوب في الماء، كما هو مبين في **الشكل 3-15**. ويمكن تمثيل عملية التأين هذه بالمعادلة الآتية:

$$HCl_{(aq)} \rightarrow H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

تسمى المركبات التي تنتج أيونات الهيدروجين ـ ومنها كلوريد الهيدروجين ـ أحماضًا، ولهذا فإن محلول كلوريد الهيدروجين المائي يُسمى حمض الهيدروكلوريك.



الشكل 3-15 يتفكك حمض الهيدروكلوريك HCl في الماء إلى أيونات هيدروجين H^+، وأيونات كلوريد Cl^-.

1. التركيز

ابدأ بعرض الفكرة الرئيسة على الطلبة.

الفكرة الرئيسة

نواتج التفاعل اطلب إلى الطلبة أن يعطوا أمثلة على تفاعلات في المحاليل المائية تنتج رواسب أو ماء أو غازات، ثم اعرض أحد هذه التفاعلات في الصف على نحو سريع، فمثلاً :

$$NaCl_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)} + NaNO_{3(aq)}$$

المعادلة الأيونية: $Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)}$ ض م

2. التدريس

التعلم البصري

انظر إلى **الشكلين 3-15** و **3-16** واشرح باختصار مستعملاً النماذج الكيميائية للتوضيح للطلبة كيف تكون المركبات أيونات عندما تذوب في الماء. ووضح لهم كيف تكون المركبات الجزيئية، مثل HCl أيونات عندما تذوب، وهي العملية التي تُعرف بالتأين. واعرض عليهم أيضًا كيف أن الأيونات الموجبة والسالبة التي تكوّن المركبات الأيونية مثل NaOH تنفصل فقط عندما يذوب المركب في الماء، وهي العملية التي تعرف بالتفكك.

تطوير المفهوم

الرواسب ذكّر الطلبة بأن الراسب ينتج من تفاعل كيميائي، ويتكوّن من جسيمات معلقة صلبة. واطلب إليهم غلي كمية قليلة من ماء الصنبور في وعاء حتى يتبخر الماء كله. المادة المتبقية في الوعاء هي راسب كربونات الكالسيوم $CaCO_{3(s)}$.

عرض عملي

تكوّن الراسب أضف 0.27 g من كربونات الصوديوم إلى 5 ml من الماء في أنبوب اختبار. وأغلق الأنبوب بسدادة، ورجّه حتى تذوب المادة الصلبة كلها، ثم أضف 0.41 g من نترات الكالسيوم إلى 5 ml من الماء في أنبوب اختبار آخر. وأغلق الأنبوب ورجّه كما فعلت سابقًا حتى تذوب المادة الصلبة كلها. ودع الطلبة يلاحظوا الدليل على حدوث تفاعل عندما تخلط محتويات الأنبوبين. (جفّف راسب $CaCO_3$ وضعه في وعاء للفضلات، واسكب محلول نترات الصوديوم في المغسلة، واغسله بكمية من الماء) سيتكون راسب أبيض من كربونات الكالسيوم. ثم اطلب إلى الطلبة كتابة كل من المعادلات الكيميائية، والأيونية الكاملة، والأيونية النهائية للتفاعل.

$$Na_2CO_{3(aq)} + Ca(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow 2NaNO_{3(aq)} + CaCO_{3(s)}$$

$$2Na^+_{(aq)} + CO_3^{2-}{}_{(aq)} + Ca^{2+}_{(aq)} + 2NO^-_{3(aq)} \rightarrow 2Na^+_{(aq)} + 2NO_3^-{}_{(aq)} + CaCO_{3(s)}$$

$$CO_3^{2-}{}_{(aq)} + Ca^{2+}_{(aq)} \rightarrow CaCO_{3(s)}$$ ض م

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

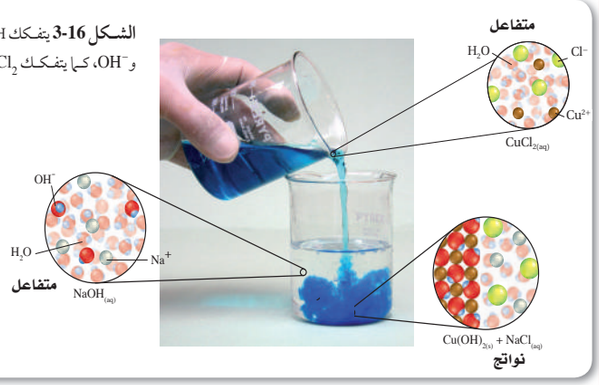
أنواع التفاعلات في المحاليل المائية
Types of Reactions in Aqueous Solutions

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

التفاعلات التي تكوّن رواسب بعض التفاعلات التي تحدث في المحاليل المائية تنتج رواسب. فعند خلط محلول هيدروكسيد الصوديوم ومحلول كلوريد النحاس II، يحدث تفاعل إحلال مزدوج يؤدي إلى تكوين راسب من هيدروكسيد النحاس II.

$$2NaOH_{(aq)} + CuCl_{2(aq)} \rightarrow 2NaCl_{(aq)} + Cu(OH)_{2(s)}$$

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 16-3**. وعند مزج المحلولين تتحد أيونات Cu^{2+} مع أيونات OH^- لتكوين راسب من هيدروكسيد النحاس II $Cu(OH)_2$. أما أيونات Cl^- و Na^+ فتبقى ذائبة في المحلول.



الشكل 16-3 يتفكك NaOH في الماء إلى أيوني Na^+ و OH^-، كما يتفكك $CuCl_2$ إلى أيوني Cu^{2+} و Cl^-.

طرائق تدريس متنوعة

فوق المستوى وافق على نموذج السلامة في المختبر قبل بدء العمل. ركب جهازًا من أنبوب اختبار (2 cm × 15 cm)، وسدادة تلائم أنبوب الاختبار وفيها ثقب واحد يخرج منه أنبوب زجاجي قصير مثبت بطرفه الآخر أنبوب مطاطي طوله 30 cm، وأنبوب زجاجي آخر قصير مثبت في الطرف الآخر للأنبوب المطاطي. واطلب إلى الطلبة صب 15 ml من الخل في أنبوب الاختبار، و 100 ml من ماء الجير (محلول مشبع من هيدروكسيد الكالسيوم) في كأس سعتها 150 ml، ثم اطلب إليهم إضافة 2.5 ml من صودا الخبيز إلى الخل، وإغلاق الأنبوب بالسدادة ذات الثقب الواحد بسرعة وعند تمرير غاز ثاني أكسيد الكربون المتكون في ماء الجير. يتعكر المحلول نتيجة ترسب كربونات الكالسيوم- طريقة للكشف عن غاز ثاني أكسيد الكربون. واطلب إلى الطلبة أيضًا كتابة معادلات كيميائية للتفاعل بين حمض الإيثانويك في الخل وكربونات الصوديوم الهيدروجينية، والتفاعل بين ثاني أكسيد الكربون ومحلول هيدروكسيد الكالسيوم المائي لتكوين كربونات الكالسيوم غير الذائبة.

$$HC_2H_3O_{2(aq)} + NaHCO_{3(s)} \rightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2(g)} + NaC_2H_3O_{2(aq)}$$

$$CO_{2(g)} + Ca(OH)_{2(aq)} \rightarrow CaCO_{3(s)} + H_2O_{(l)}$$ ف م

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

$$2Na^+_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)} + Cu^{2+}_{(aq)} + 2Cl^-_{(aq)} \rightarrow 2Na^+_{(aq)} + 2Cl^-_{(aq)} + Cu(OH)_{2(s)}$$

وتُسمى المعادلة التي تبين الجسيمات في المحلول **بالمعادلة الأيونية الكاملة**. لاحظ أن أيونات الصوديوم والكلور مواد متفاعلة وناتجة في الوقت نفسه، أيْ أنها لم تشارك في التفاعل، ولهذا تسمى **أيونات متفرجة**. وهي عادة لا تظهر في المعادلات الأيونية. وعند شطب هذه الأيونات من طرفي المعادلة الأيونية تحصل على ما يسمى **المعادلة الأيونية النهائية**، وهي تشتمل على الجسيمات المشاركة في التفاعل فقط.

$$\cancel{2Na^+_{(aq)}} + 2OH^-_{(aq)} + Cu^{2+}_{(aq)} + \cancel{2Cl^-_{(aq)}} \rightarrow \cancel{2Na^+_{(aq)}} + \cancel{2Cl^-_{(aq)}} + Cu(OH)_{2(s)}$$

لاحظ أنه لم يتبق سوى أيونات الهيدروكسيد والنحاس في المعادلة الأيونية الكلية للتفاعل، الموضحة أدناه:

$$2OH^-_{(aq)} + Cu^{2+}_{(aq)} \rightarrow Cu(OH)_{2(s)}$$

ماذا قرأت؟ قارن فيم تختلف المعادلات الأيونية عن المعادلات الكيميائية؟

المختبر الصغير

لاحظ تفاعلاً يكوّن راسبًا

كيف يكوّن محلولان مادة صلبة؟

الخطوات

1. اقرأ نموذج السلامة في المختبر.
2. ضع 50 ml ماءً مقطرًا في كأس سعة 150 ml.
3. زن 4 g من NaOH، ثم أضفها بالتدريج إلى الكأس، وحركها باستمرار **بساق التحريك**.
4. زن 6 g من ملح أبسوم (**كبريتات الماغنيسيوم** $MgSO_4$)، وضعها في كأس أخرى سعة 150 ml. ثم أضف 50 ml ماء مقطرًا إلى الملح، وحركه بساق التحريك حتى يذوب الملح تمامًا.
5. أضف محلول ملح أبسوم ببطء إلى محلول NaOH، وسجل ملاحظاتك.
6. حرك المحلول الناتج، وسجل ملاحظاتك.
7. اترك الراسب حتى يستقر، ثم افصل السائل عنه في **مخبار مدرج سعة 100 ml**.
8. تخلص من الراسب كما يرشدك معلمك.

التحليل

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

ماذا قرأت؟ في المعادلة الأيونية، تكتب المواد التي تكون على صورة أيونات في المحلول بصورة أيونات في المعادلة.

المختبر الصغير

الهدف سيكتب الطلبة معادلة كيميائية موزونة، ومعادلة أيونية كاملة، ومعادلة أيونية نهائية لتفاعل كيميائي ينتج راسباً.

المهارات العلمية يصنف، يلاحظ، يستنتج.

احتياطات السلامة اطلع على نموذج السلامة في المختبر قبل بدء العمل، وتحقق من أن الطلبة يلبسون معاطف المختبر ويضعون النظارات الواقية. هيدروكسيد الصوديوم مادة كاوية، وملح أبسوم مهيج للجلد.

التخلص من النفايات يمكن التخلص من هيدروكسيد الماغنيسيوم المترسب بوضعه في حاوية النفايات، لذا لا تلقه في المغسلة.

استراتيجيات التدريس وضح للطلبة كيف تصب سائلاً يحوي مادة صلبة.

النتائج المتوقعة سيكوّن التفاعل راسبًا أبيض من هيدروكسيد الماغنيسيوم. كما ستتكون كبريتات الصوديوم الذائبة في الماء، ولهذا لا تُرى في المحلول.

التحليل

1. $MgSO_{4(aq)} + 2NaOH_{(aq)} \rightarrow Mg(OH)_{2(s)} + Na_2SO_{4(aq)}$
2. $Mg^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)} + 2Na^+_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)} \rightarrow Mg(OH)_{2(s)} + 2Na^+_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$
3. الأيونات المتفرجة: $Na^+_{(aq)}$ و $SO_4^{2-}{}_{(aq)}$

$$Mg^{2+}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)} \rightarrow Mg(OH)_{2(s)}$$

مثال 3-3

التفاعلات التي تكوّن راسبًا اكتب المعادلة الكيميائية، والأيونية الكاملة، والأيونية النهائية لتفاعل محلولي نترات الباريوم $Ba(NO_3)_2$ وكربونات الصوديوم Na_2CO_3 والذي يكوّن راسبًا من كربونات الباريوم $BaCO_3$.

1 تحليل المسألة

لقد أُعطيت أسماء ورموز المتفاعلات والنواتج للتفاعل. لكتابة معادلة كيميائية موزونة للتفاعل يجب أن تحدد الكميات النسبية للمواد المتفاعلة والناتجة. ولكتابة المعادلة الأيونية الكاملة تحتاج إلى توضيح الحالات الأيونية للمواد المتفاعلة والناتجة. وبشطب الأيونات المتفرجة من طرفي هذه المعادلة يمكنك كتابة المعادلة الأيونية النهائية. التي تشتمل على مواد أقل من المعادلات الأخرى.

2 حساب المطلوب

استخدم الصيغ الكيميائية الصحيحة والحالات الفيزيائية لكل المواد في التفاعل لكتابة المعادلة الكيميائية له:

$$Ba(NO_3)_{2(aq)} + Na_2CO_{3(aq)} \rightarrow BaCO_{3(s)} + NaNO_{3(aq)}$$

زن المعادلة الكيميائية

$$Ba(NO_3)_{2(aq)} + Na_2CO_{3(aq)} \rightarrow BaCO_{3(s)} + 2NaNO_{3(aq)}$$

وضح أيونات المواد المتفاعلة والناتجة

$$Ba^{2+}_{(aq)} + 2NO_3^-{}_{(aq)} + 2Na^+_{(aq)} + CO_3^{2-}{}_{(aq)} \rightarrow BaCO_{3(s)} + 2Na^+_{(aq)} + 2NO_3^-{}_{(aq)}$$

احذف الأيونات المتفرجة من المعادلة الأيونية الكاملة

$$Ba^{2+}_{(aq)} + \cancel{2NO_3^-{}_{(aq)}} + \cancel{2Na^+_{(aq)}} + CO_3^{2-}{}_{(aq)} \rightarrow BaCO_{3(s)} + \cancel{2Na^+_{(aq)}} + \cancel{2NO_3^-{}_{(aq)}}$$

اكتب المعادلة الأيونية النهائية

$$Ba^{2+}_{(aq)} + CO_3^{2-}{}_{(aq)} \rightarrow BaCO_{3(s)}$$

3 تقويم الإجابة

تدعم سلسلة النشاط الكيميائي الموضحة في **الشكل 13-3** التوقعات. فالمعادلات موزونة؛ لأن عدد الذرات متساوٍ في طرفيها. وتحتوي المعادلة الكيميائية النهائية على عدد أقل من المركبات، وتبين الأيونات المتفاعلة لتكوين الراسب (المادة الصلبة).

مسائل تدريبية

اكتب معادلات كيميائية رمزية أيونية كاملة، وأيونية نهائية لكل من التفاعلات الآتية التي قد تكوّن راسبًا، مستخدمًا (NR) لبيان عدم حدوث تفاعل.

35. عند خلط محلولي يوديد البوتاسيوم ونترات الفضة تكوّن راسب من يوديد الفضة.

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

37. عند خلط محلولي كلوريد الألومنيوم وهيدروكسيد الصوديوم تكوّن راسب من هيدروكسيد الألومنيوم.

38. عند خلط محلولي كبريتات الليثيوم ونترات الكالسيوم تكوّن راسب من كبريتات الكالسيوم.

39. تحدّ عند خلط محلولي كربونات الصوديوم وكلوريد المنجنيز(V) تكوّن راسب يحتوي على المنجنيز.

دفتر الكيمياء

الأيونات في المياه الجوفية اطلب إلى الطلبة البحث في الأيونات الموجودة في المياه الجوفية حيث يسكنون، وتحديد أي هذه الأيونات مفيد، وأيها تُزال (أوتُزال جزئيًا) من وحدات معالجة المياه، ثم اطلب إليهم تلخيص اكتشافاتهم في دفاترهم. ض م

مثال في الصف

السؤال أكمل المعادلة الكيميائية التالية:

$$KCl_{(aq)} + AgNO_{3\,(aq)} \rightarrow$$

الإجابة $KCl_{(aq)} + AgNO_{3(s)} \rightarrow AgCl_{(s)} + KNO_{3(aq)}$

مسائل تدريبية

35. المعادلة الكيميائية:

$$KI_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \rightarrow KNO_{3(aq)} + AgI_{(s)}$$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$$\cancel{K^+_{(aq)}} + I^-_{(aq)} + Ag^+_{(aq)} + \cancel{NO^-_{3(aq)}} \rightarrow + \cancel{K^+_{(aq)}} + \cancel{NO^-_{3(aq)}} + AgI_{(s)}$$

المعادلة الأيونية النهائية: $I^-_{(aq)} + Ag^+_{(aq)} \rightarrow AgI_{(s)}$

36. المعادلة الكيميائية:

$$2(NH_4)_3\,PO_{4(aq)} + 3Na_2SO_{4(aq)} \rightarrow 3(NH_4)_2\,SO_{4(aq)} + 2Na_3PO_{4(aq)}$$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$$\cancel{6NH_4^+{}_{(aq)}} + \cancel{2PO_4^{-3}{}_{(aq)}} + \cancel{6Na^+_{(aq)}} + \cancel{3SO_4^{2-}{}_{(aq)}} \rightarrow \cancel{6NH_4^+{}_{(aq)}} + \cancel{3SO_4^{2-}{}_{(aq)}} + \cancel{6Na^+_{(aq)}} + \cancel{2PO_4^{3-}{}_{(aq)}}$$

لا يحدث تفاعل، ولهذا لا يوجد معادلة أيونية نهائية.

37. المعادلة الكيميائية:

$$AlCl_{3(aq)} + 3NaOH_{(aq)} \rightarrow Al(OH)_{3(s)} + 3NaCl_{(aq)}$$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$$Al^{3+}_{(aq)} + \cancel{3Cl^-_{(aq)}} + \cancel{3Na^+_{(aq)}} + 30H^2_{(aq)} \rightarrow Al(OH)_{3(S)} + \cancel{3Na^+_{(aq)}} + \cancel{3Cl^-_{(aq)}}$$

المعادلة الأيونية النهائية:

$$Al^{3+}_{(aq)} + 3OH^-_{(aq)} \rightarrow Al(OH)_{3(S)}$$

38. المعادلة الكيميائية:

$$Li_2SO_{4(aq)} + Ca(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow 2LiNO_{3(aq)} + CaSO_{4(s)}$$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$$\cancel{2Li^+_{(aq)}} + SO_4^{2-}{}_{(aq)} + Ca^{2+}_{(aq)} + \cancel{2NO_3^-{}_{(aq)}} \rightarrow \cancel{2Li^+_{(aq)}} + \cancel{2NO_3^-{}_{(aq)}} + CaSO_{4(s)}$$

المعادلة الأيونية النهائية:

$$SO^{2-}_{4(aq)} + Ca^{2+}_{(aq)} \rightarrow CaSO_{4(s)}$$

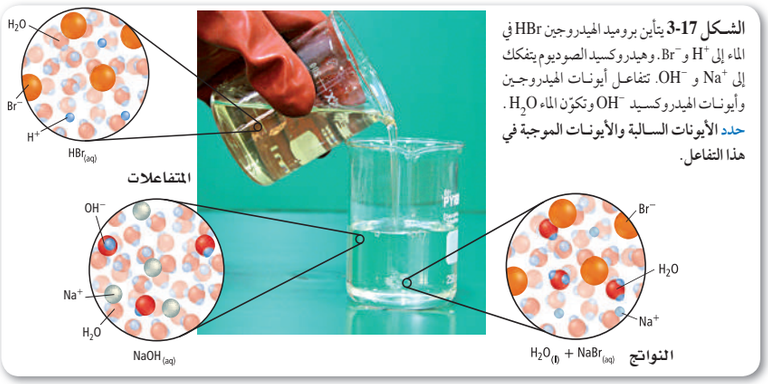
39. المعادلة الكيميائية:

$$5Na_2CO_{3(aq)} + 2MnCl_{5(aq)} \rightarrow 10NaCl_{(aq)} + Mn_2(CO_3)_{5(s)}$$

المعادلة الأيونية الكلية:

$$\cancel{10Na^+_{(aq)}} + 5CO^{2-}_{3(aq)} + 2Mn^{5+}_{(aq)} + \cancel{10Cl^-_{(aq)}} \rightarrow \cancel{10Na^+_{(aq)}} + \cancel{10Cl^-_{(aq)}} + Mn_2(CO_3)_{5(s)}$$

المعادلة الأيونية النهائية: $5CO_3^{2-}{}_{(aq)} + 2Mn^{5+}_{(aq)} \rightarrow Mn_2(CO_3)_{5(s)}$



الشكل 3-17 يتأين بروميد الهيدروجين HBr في الماء إلى H^+ و Br^-. وهيدروكسيد الصوديوم يتفكك إلى Na^+ و OH^-. تتفاعل أيونات الهيدروجين وأيونات الهيدروكسيد OH^- وتكوّن الماء H_2O. **حدد الأيونات السالبة والأيونات الموجبة في هذا التفاعل.**

التفاعلات التي تكوّن ماء هذا النوع من تفاعلات الإحلال المزدوج يؤدي إلى تكوين جزيئات ماء، فيزداد عدد جسيمات المذيب (الماء). 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 يشكّل أغلب المحلول. فعندما تخلط محلول حمض الهيدروبروميك HBr مثلًا مع محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH كما هو مبين في **الشكل 3-17**، يحدث تفاعل إحلال مزدوج، ويتكون ماء، كما هو موضح في المعادلة الآتية:

$$HBr_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + NaBr_{(aq)}$$

في هذه الحالة تكُون المتفاعلات والناتج بروميد الصوديوم على شكل أيونات في المحلول المائي. وتوضح المعادلة الأيونية الكاملة للتفاعل هذه الأيونات:

$$H^+_{(aq)} + Br^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \longrightarrow H_2O_{(l)} + Na^+_{(aq)} + Br^-_{(aq)}$$

لو دققت في هذه المعادلة فستلاحظ أن الأيونات المتفاعلة هي أيونات الهيدروجين وأيونات الهيدروكسيد؛ لأن كلًّا من أيونات الصوديوم وأيونات البروميد أيونات متفرجة. وإذا حذفت الأيونات المتفرجة فستبقى لديك الأيونات التي تشارك في التفاعل.

$$H^+_{(aq)} + \cancel{Br^-_{(aq)}} + \cancel{Na^+_{(aq)}} + OH^-_{(aq)} \longrightarrow H_2O_{(l)} + \cancel{Na^+_{(aq)}} + \cancel{Br^-_{(aq)}}$$

وتكون المعادلة الأيونية النهائية للتفاعل كالآتي:

$$H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \longrightarrow H_2O_{(l)}$$

ماذا قرأت؟ حلّل لماذا تسمى أيونات الصوديوم وأيونات البروميد في تفاعل محلول هيدروكسيد الصوديوم وحمض الهيدروبروميك أيونات متفرجة؟

دفتر الكيمياء

ماذا سيفعل الهيدروجين؟ اطلب إلى الطلبة كتابة جمل في دفاترهم تصف "نشاطات" "انتقالات" ذرة هيدروجين خلال التفاعلات والعمليات الآتية: تفاعل جزيء هيدروجين مع جزيء من غاز يود لتكوين يوديد الهيدروجين الغازي؛ يذوب يوديد الهيدروجين الغازي في الماء لتكوين حمض الهيدرويوديك؛ يتفاعل حمض الهيدرويوديك مع محلول كبريتيد الليثيوم المائي لتكوين غاز كبريتيد الهيدروجين. شجع الطلبة على أن يبحثوا عن الخواص الفيزيائية والكيميائية لليود وكبريتيد الهيدروجين وتضمينها في قصصهم. ض م

■ **إجابة سؤال الشكل 3-17** : الأيونات السالبة: Br^- و OH^-؛ الأيونات الموجبة: H^+ و Na^+

ماذا قرأت؟ إنها الأيونات التي لا تشارك في التفاعل.

استعمال المصطلحات العلمية

المتفرج اطلب إلى الطلبة البحث في معنى مصطلح "متفرج" عندما يتكلمون عن حدث رياضي وربط المصطلح بالكيمياء. ض م

التوسع

المواد المزيلة لعسر الماء اسأل الطلبة ما إذا كان الماء في بيوتهم يسرًا أم عسرًا. واشرح لهم أن الماء العسر يحتوي على نسبة عالية من أملاح الكالسيوم والماغنيسيوم، وأنه سيكوّن زبداً صابونيًا على المغاسل وأماكن الاستحمام، ولا يساعد على تنظيف الملابس تمامًا من الصابون، وسيترك رواسب في الأوعية التي يغلي فيها. ووضح لهم أنه بالإمكان جعل الماء العسر يسراً باستبدال أيونات الكالسيوم والماغنيسيوم بأيونات الصوديوم، واسأل الطلبة لماذا استبدلت أيونات الكالسيوم والماغنيسيوم بأيونات الصوديوم. لأن أيونات الصوديوم أكثر نشاطًا من أيونات الكالسيوم والماغنيسيوم. واسألهم أيضًا فيما إذا كان استبدال أيونات الكالسيوم والماغنيسيوم سيؤدي إلى مخاطر صحية على بعض الأشخاص. إذا كان الشخص يعاني من ارتفاع ضغط الدم، فإن زيادة أيونات الصوديوم قد يكون خطراً على الصحة. ض م

مسائل تدريبية

40. المعادلة الكيميائية:

$$H_2SO_{4(aq)} + 2KOH_{(aq)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} + K_2SO_{4(aq)}$$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$$2H^+_{(aq)} + \cancel{SO_4^{-2}{}_{(aq)}} + \cancel{2K^+_{(aq)}} + 2OH^-_{(aq)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} + \cancel{2K^+_{(aq)}} + \cancel{SO_4^{2-}{}_{(aq)}}$$

المعادلة الأيونية النهائية:

$$2H^+_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} \text{ or } H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \longrightarrow H_2O_{(l)}$$

41. المعادلة الكيميائية:

$$2HCl_{(aq)} + Ca(OH)_{2(aq)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} + CaCl_{2(aq)}$$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$$2H^+_{(aq)} + \cancel{2Cl^-_{(aq)}} + \cancel{Ca^{2+}_{(aq)}} + 2OH^-_{(aq)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} + \cancel{2Cl^-_{(aq)}} + \cancel{Ca^{2+}_{(aq)}}$$

المعادلة الأيونية النهائية: $H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \longrightarrow H_2O_{(l)}$

42. المعادلة الكيميائية:

$$HNO_{3(aq)} + NH_4OH_{(aq)} \longrightarrow H_2O_{(l)} + NH_4NO_{3(aq)}$$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$$H^+_{(aq)} + \cancel{NO^{3-}_{(aq)}} + \cancel{NH^+_{4(aq)}} + OH^-_{(aq)} \longrightarrow H_2O_{(l)} + \cancel{NH^+_{4\,(aq)}} + \cancel{NO^-_{3\,(aq)}}$$

المعادلة الأيونية النهائية: $H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \longrightarrow H_2O_{(l)}$

43. المعادلة الكيميائية:

$$H_2S_{(aq)} + Ca(OH)_{2(aq)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} + CaS_{(aq)}$$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$$2H^+_{(aq)} + \cancel{S^{2-}_{(aq)}} + \cancel{Ca^{2+}_{(aq)}} + 2OH^-_{(aq)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} + \cancel{Ca^{2+}_{(aq)}} + \cancel{S^{2-}_{(aq)}}$$

المعادلة الأيونية النهائية: $H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \longrightarrow H_2O_{(l)}$

44. المعادلة الكيميائية:

$$2C_6H_5COOH_{(aq)} + Mg(OH)_{2(aq)} \longrightarrow (C_6H_5COO)_2Mg_{(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$$2\cancel{C_6H_5COO}^-_{(aq)} + 2H^+_{(aq)} + \cancel{Mg^{2+}_{(aq)}} + 2OH^-_{(aq)} \longrightarrow 2\cancel{C_6H_5COO}^-_{(aq)} + \cancel{Mg^{2+}_{(aq)}} + 2H_2O_{(l)}$$

المعادلة الأيونية النهائية: $2H^+_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)}$

اكتب المعادلات الكيميائية الرمزية الأيونية الكاملة، والأيونية النهائية للتفاعلات بين المواد الآتية التي تنتج ماء:

40. عند خلط حمض الكبريتيك بمحلول هيدروكسيد البوتاسيوم ينتج ماء ومحلول كبريتات البوتاسيوم.

41. عند خلط حمض الهيدروكلوريك بمحلول هيدروكسيد الكالسيوم ينتج ماء ومحلول كلوريد الكالسيوم.

42. عند خلط حمض النيتريك بمحلول هيدروكسيد الأمونيوم ينتج ماء ومحلول نترات الأمونيوم.

43. عند خلط كبريتيد الهيدروجين بمحلول هيدروكسيد الكالسيوم ينتج ماء ومحلول كبريتيد الكالسيوم.

44. تحدّ عند خلط حمض البنزويك C_6H_5COOH وهيدروكسيد المغنيسيوم يتكون ماء وبنزوات المغنيسيوم $(C_6H_5COO)_2Mg$.

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

$$2HI_{(aq)} + Li_2S_{(aq)} \rightarrow H_2S_{(g)} + 2LiI_{(aq)}$$

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

$$2H^+_{(aq)} + \cancel{2I^-_{(aq)}} + \cancel{2Li^+_{(aq)}} + S^{2-}_{(aq)} \rightarrow H_2S_{(g)} + \cancel{2Li^+_{(aq)}} + \cancel{2I^-_{(aq)}}$$

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

$$2H^+_{(aq)} + S^{2-}_{(aq)} \rightarrow H_2S_{(g)}$$

ومن التفاعلات التي تنتج غازًا ما يحدث في المطبخ عندما تخلط الخل بصودا الخبز. فالخل محلول مائي لحمض الإيثانويك، وصودا الخبز عبارة عن كربونات الصوديوم الهيدروجينية. وعند خلطهما معًا يتفاعلان ويتصاعد غاز CO_2، كما هو موضح في **الشكل 18-3**.

وهناك تفاعل آخر مشابه لتفاعل الخل مع صودا الخبز، يحدث عندما تخلط أي محلول حمضي بكربونات الصوديوم الهيدروجينية. وفي الحالات جميعها يجب أن يحدث تفاعلان متزامنان في المحلول لينتج غاز ثاني أكسيد الكربون. وأحد هذين التفاعلين تفاعل إحلال مزدوج، والآخر تفاعل تفكك. فعندما تذيب كربونات الصوديوم الهيدروجينية مثلًا في حمض الهيدروكلوريك يحدث تفاعل إحلال مزدوج، وينتج غاز.

طرائق تدريس متنوعة

دون المستوى **اطلب إلى الطلبة ذوي التحصيل المتدني بناء نماذج كيميائية باستعمال علبة نماذج- لتوضيح تفاعل تكوين وتفاعل إحلال. ويمكنهم تقديم النماذج لزملائهم، مستعملين التفاعلات الكيميائية الآتية أمثلة على هذه النماذج:**

1. $H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ (تفاعل تكوين)
2. $2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2$ (تفاعل إحلال بسيط)

$CO_2 + 4HCl \rightarrow CCl_4 + 2H_2O$ (تفاعل إحلال مزدوج) د م

الشكل 3-18 عندما يتفاعل الخل مع صودا الخبز $NaHCO_3$ يحدث تصاعد سريع لغاز ثاني أكسيد الكربون CO_2

كلوريد الصوديوم مادة أيونية تبقى في الماء على شكل أيونات منفصلة. أما حمض الكربونيك H_2CO_3 فيتفكك بمجرد تكونه إلى ماء وثاني أكسيد الكربون.

$$HCl_{(aq)} + NaHCO_{3(aq)} \rightarrow H_2CO_{3(aq)} + NaCl_{(aq)}$$

$$H_2CO_{3(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

ويمكن جمعها وتمثيلها بمعادلة كيميائية واحدة:

$$HCl_{(aq)} + NaHCO_{3(aq)} + \cancel{H_2CO_{3(aq)}} \rightarrow \cancel{H_2CO_{3(aq)}}$$

$$+ NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

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

$$HCl_{(aq)} + NaHCO_{3(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2(g)} + NaCl_{(aq)}$$

هذا، ويمكنك كتابة المعادلة الأيونية الكاملة كالآتي:

$$H^+_{(aq)} + \cancel{Cl^-_{(aq)}} + \cancel{Na^+_{(aq)}} + HCO^-_{3(aq)} \rightarrow$$

$$H_2O_{(l)} + CO_{2(g)} + \cancel{Na^+_{(aq)}} + \cancel{Cl^-_{(aq)}}$$

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

$$H^+_{(aq)} + HCO^-_{3(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

ماذا قرأت؟ صف ما المعادلة النهائية؟

مشروع الكيمياء

إزالة ترسبات الماء العسر اطلب إلى الطلبة البحث في سبب استعمال الخل في البيت لإزالة الترسبات الناتجة عن الماء العسر، ومقارنة كلفة استعمال الخل بكلفة استعمال المواد الكيميائية الأخرى التي تذيب رواسب الماء العسر الكلسية. واطلب إليهم أيضاً مراجعة احتياطات السلامة عند استعمال المنتجات التجارية في بيوتهم، وتقديم تقرير للصف عن نتائجهم. **ض م**

تطبيقات الكيمياء

كيمياء الخبز اشرح للطلبة أن بعض الكعك والمواد الأخرى المخبوزة تنتفخ خلال عملية الخبز نتيجة تمدد غاز ثاني أكسيد الكربون المحتجز والذي ينتج من تفاعل مسحوق الخبيز والماء.

ومسحوق الخبيز هو مخلوط من صودا الخبيز (كربونات الصوديوم الهيدروجينية، $NaHCO_3$، وحمض جاف كحمض الترتريك ($H_2C_4H_4O_6$)، بالإضافة إلى النشا الذي يساعد على بقاء المخلوط جافاً. وعند إضافة الماء إلى مسحوق الخبيز تذوب صودا الخبيز وحمض الترتريك مما يسهل حدوث التفاعل الآتي:

$$H_2C_4H_4O_{6(aq)} + 2NaHCO_{3(aq)} \rightarrow$$

$$2H_2O_{(l)} + 2CO_{2(g)} + Na_2C_4H_4O_{6(aq)}$$

اعرض التفاعل عملياً بإضافة بعض الماء إلى كمية قليلة من مسحوق الخبيز في زجاجة ساعة. كما يمكنك عرض صورة التفاعل باستعمال جهاز عرض الشفافيات.

ماذا قرأت؟ المعادلة التي تدمج تفاعلين.

التقويم

المهارة اطلب إلى الطلبة تكوين جداول تلخص أنواع التفاعلات التي نوقشت في هذا الدرس، واطلب إليهم إعطاء مثالين (معادلتين) على كل نوع من التفاعلات المتضمنة في الجدول. **ض م**

التقويم

المعرفة اطلب إلى الطلبة أن يتوقعوا صيغة الناتج المجهول (X) في كل من التفاعلات الآتية، ويذكروا لماذا يحدث التفاعل:

1. $BaCl_{2\,(aq)} + K_2SO_{4(aq)} \rightarrow 2KCl_{(aq)} + X$

(X هو $BaSO_4$، ناتج غير ذائب)

2. $HI_{(aq)} + LiOH_{(aq)} \rightarrow LiI_{(aq)} + X$ (X هو H_2O)

3. $2HCl_{(aq)} + (NH_4)_2S_{(aq)} \rightarrow 2NH_4Cl_{(aq)} + X$

(X هو غاز H_2S) **ض م**

مثال في الصف

السؤال اكتب معادلات كيميائية، وأيونية كاملة، وأيونية نهائية للتفاعل الكيميائي الآتي:

$HCl_{(aq)} + Zn_{(s)} \rightarrow$

الإجابة

المعادلة الكيميائية: $2HCl_{(aq)} + Zn_{(s)} \rightarrow H_{2(g)} + ZnCl_{2(aq)}$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$2H^{+}_{(aq)} + 2\cancel{Cl^{-}_{(aq)}} + Zn_{(s)} \rightarrow H_{2(g)} + Zn^{2+}_{(aq)} + 2\cancel{Cl^{-}_{(aq)}}$

المعادلة الأيونية النهائية: $2H^{+}_{(aq)} + Zn_{(s)} \rightarrow H_{2(g)} + Zn^{2+}_{(aq)}$

مسائل تدريبية

45. المعادلة الكيميائية: $2HClO_{4(aq)} + K_2CO_{3(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2\,(g)} + 2KClO_{4\,(aq)}$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$2H^{+}_{(aq)} + 2\cancel{ClO_4^{-}_{(aq)}} + 2\cancel{K^{+}_{(aq)}} + CO_3^{2-}_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2\,(g)} + 2\cancel{K^{+}_{(aq)}} + 2\cancel{ClO_4^{-}_{(aq)}}$

المعادلة الأيونية النهائية:

$2H^{+}_{(aq)} + CO_3^{2-}_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2\,(g)}$

46. المعادلة الكيميائية:

$H_2SO_{4(aq)} + 2NaCN_{(aq)} \rightarrow 2HCN_{(g)} + Na_2SO_{4(aq)}$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$2H^{+}_{(aq)} + \cancel{SO_4^{2-}_{(aq)}} + 2\cancel{Na^{+}_{(aq)}} + 2CN^{-}_{(aq)} \rightarrow 2HCN_{(g)} + 2\cancel{Na^{+}_{(aq)}} + \cancel{SO_4^{2-}_{(aq)}}$

المعادلة الأيونية النهائية:

$2H^{+}_{(aq)} + 2CN^{-}_{(aq)} \rightarrow 2HCN_{(g)}$

$H^{+}_{(aq)} + CN^{-}_{(aq)} \rightarrow HCN_{(g)}$

47. المعادلة الكيميائية:

$2HBr_{(aq)} + (NH_4)_2CO_{3(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2(g)} + 2NH_4Br_{(aq)}$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$2H^{+}_{(aq)} + 2\cancel{Br^{-}_{(aq)}} + 2\cancel{NH_4^{+}_{(aq)}} + CO_3^{2-}_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2(g)} + 2\cancel{NH_4^{+}_{(aq)}} + 2\cancel{Br^{-}_{(aq)}}$

المعادلة الأيونية النهائية:

$2H^{+}_{(aq)} + CO_3^{2-}_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$

48. المعادلة الكيميائية:

$2HNO_{3(aq)} + K_2S_{(aq)} \rightarrow H_2S_{(g)} + 2KNO_{3(aq)}$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$2H^{+}_{(aq)} + 2\cancel{NO_3^{-}_{(aq)}} + 2\cancel{K^{+}_{(aq)}} + S^{2-}_{(aq)} \rightarrow H_2S_{(g)} + 2\cancel{K^{+}_{(aq)}} + 2\cancel{NO_3^{-}_{(aq)}}$

مثال 3-4

التفاعلات التي تكوّن غازات اكتب كلًّا من المعادلة الكيميائية، والأيونية الكاملة، والأيونية النهائية للتفاعل بين حمض الهيدروكلوريك ومحلول كبريتيد الصوديوم Na_2S، والذي ينتج غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S .

1 تحليل المسألة

لقد أُعطيت المعادلة اللفظية للتفاعل بين حمض الهيدروكلوريك HCl وكبريتيد الصوديوم Na_2S. يجب أن تكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل وتزنها. ولكتابة المعادلة الأيونية الكاملة يجب أن تحدد حالة المواد المتفاعلة والناتجة. وبحذف الأيونات المتفرجة من المعادلة الأيونية الكاملة يمكنك كتابة المعادلة الأيونية النهائية.

2 حساب المطلوب

اكتب المعادلة الكيميائية الصحيحة للتفاعل.

$HCl_{(aq)} + Na_2S_{(aq)} \rightarrow H_2S_{(g)} + NaCl_{(aq)}$

زن المعادلة الكيميائية.

$2HCl_{(aq)} + Na_2S_{(aq)} \rightarrow H_2S_{(g)} + 2NaCl_{(aq)}$

وضح أيونات المواد المتفاعلة والناتجة.

$2H^{+}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)} + 2Na^{+}_{(aq)} + S^{2-}_{(aq)} \rightarrow H_2S_{(g)} + 2Na^{+}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)}$

احذف الأيونات المتفرجة من المعادلة الأيونية الكاملة.

$2H^{+}_{(aq)} + 2\cancel{Cl^{-}_{(aq)}} + 2\cancel{Na^{+}_{(aq)}} + S^{2-}_{(aq)} \rightarrow H_2S_{(g)} + 2\cancel{Na^{+}_{(aq)}} + 2\cancel{Cl^{-}_{(aq)}}$

اكتب المعادلة الأيونية النهائية بأصغر نسبة عددية صحيحة.

$2H^{+}_{(aq)} + S^{2-}_{(aq)} \rightarrow H_2S_{(g)}$

3 تقويم الإجابة

المعادلة الأيونية الكلية تبين الأيونات المشاركة في التفاعل.

مسائل تدريبية

اكتب المعادلات الكيميائية، الرمزية والأيونية الكاملة، والأيونية النهائية للتفاعلات الآتية:

45. يتفاعل حمض البيركلوريك مع محلول كربونات البوتاسيوم لتكوين غاز ثاني أكسيد الكربون والماء، وكلورات البوتاسيوم

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

47. يتفاعل حمض الهيدروبروميك مع محلول كربونات الأمونيوم لتكوين غاز ثاني أكسيد الكربون والماء.

48. يتفاعل حمض النيتريك مع محلول كبريتيد البوتاسيوم لتكوين غاز كبريتيد الهيدروجين.

49. تحدّ يتفاعل محلول يوديد البوتاسيوم مع محلول نترات الرصاص لتكوين يوديد الرصاص الصلب.

مشروع الكيمياء

تحديد نوع التفاعل اطلب إلى الطلبة أن يذكروا تفاعلات كيميائية لا تندرج تحت الأنواع التي نوقشت في هذا الفصل. واطلب إليهم كتابة المعادلات لهذه التفاعلات، وتحديد نوع التفاعل إذا أمكن ذلك. على أن تتضمن الأمثلة التفاعلات التي تتكون من دمج تفاعلين من الأنواع الواردة في الفصل، بالإضافة إلى تفاعلات التأكسد والاختزال، والتصبن، والبلمرة. ض م

المعادلة الأيونية النهائية: $2H^{+}_{(aq)} + S^{2-}_{(aq)} \rightarrow H_2S_{(g)}$

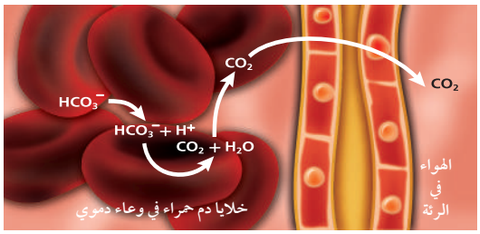
49. المعادلة الكيميائية:

$2KI_{(aq)} + Pb(NO_3)_{2\,(aq)} \rightarrow 2KNO_{3\,(aq)} + PbI_{2\,(s)}$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$2\cancel{K^{+}_{(aq)}} + 2I^{-}_{(aq)} + Pb^{2+}_{(aq)} + 2\cancel{NO_3^{-}_{(aq)}} \rightarrow 2\cancel{K^{+}_{(aq)}} + 2\cancel{NO_3^{-}_{(aq)}} + PbI_{2(s)}$

المعادلة الأيونية النهائية: $Pb^{2+}_{(aq)} + 2I^{-}_{(aq)} \rightarrow PbI_{2(s)}$



الشكل 3-19 بعد أن يدخل أيون البيكربونات HCO_3^- خلية دم حمراء، يتفاعل مع أيون هيدروجين H^+ لتكوين ماء وثاني أكسيد الكربون CO_2، الذي يخرج من الرئتين مع هواء الزفير.

الربط مع علم الأحياء إن التفاعل بين كل من أيونات الهيدروجين وأيونات البيكربونات لإنتاج الماء وثاني أكسيد الكربون هو تفاعل مهم في جسمك. إنه يحدث في الأوعية الدموية في رئتيك. وكما هو مبين في **الشكل 3-19** فإن ثاني أكسيد الكربون الذي ينتج في خلايا جسمك ينتقل في دمك على شكل أيونات البيكربونات HCO_3^-. وعندما تمر هذه الأيونات في الأوعية الدموية لرئتيك تتحد مع أيونات الهيدروجين H^+ لإنتاج 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 تنتفخ، وتستخدم مضادًا للحموضة، وفي طفايات الحريق، وصناعة كثير من المنتجات.

مهن في الكيمياء

المختص في الكيمياء الحيوية هو 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 3-3

الخلاصة

- الماء هو المذيب دائمًا في المحاليل المائية، ولكن هناك الكثير من المواد المذابة المحتملة.
- تكوّن كثير من المركبات الجزيئية أيونات عندما تذوب في الماء. وعندما تذوب المواد الأيونية في الماء فإن أيوناتها تنفصل.
- قد تتفاعل الأيونات بعضها مع بعض عند خلط محاليل المواد الأيونية. أما جزيئات المذيب فلا تتفاعل عادةً.
- التفاعلات التي تحدث في المحاليل المائية هي تفاعلات الإحلال المزدوج.

50. **الفكرة الرئيسة** عدد ثلاثة أنواع مألوفة من نواتج التفاعلات التي تحدث في المحاليل المائية.

51. **صف** المذيب والمذاب في المحلول المائي.

52. **ميّز** المعادلة الأيونية الكاملة من المعادلة الأيونية النهائية.

53. **اكتب** المعادلة الرمزية الأيونية الكاملة والأيونية النهائية للتفاعل بين حمض الكبريتيك H_2SO_4 وكربونات الكالسيوم $CaCO_3$.

$$H_2SO_{4(aq)} + CaCO_{3(s)} \rightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2(g)} + CaSO_{4(s)}$$

54. **حلّل** أكمل المعادلة الآتية وزنها:

$$HBr_{(aq)} + KCN_{(aq)} \rightarrow$$

55. **توقّع** ما نوع الناتج الذي سيتكون على الأرجح من التفاعل الآتي؟ فسّر ذلك.

$$Ba(OH)_{2(aq)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow$$

56. **صنع معادلات** يحدث تفاعل عندما يخلط حمض النيتريك HNO_3 بمحلول مائي من كربونات البوتاسيوم الهيدروجينية $KHCO_3$، وينتج محلول نترات البوتاسيوم KNO_3. اكتب المعادلة الكيميائية والمعادلة الأيونية النهائية للتفاعل.

3. التقويم

تحقق من الفهم

اسأل الطلبة أن يتوقعوا أي تفاعلات التبادل المزدوج الآتية تحدث، مع التفسير لإجاباتهم:

1. $CuCl_{2\,(aq)} + 2NaNO_{3(aq)} \longrightarrow Cu(NO_3)_{2(aq)} + 2NaCl_{(aq)}$

2. $CuCl_{2\,(aq)} + Na_2CO_{3\,(aq)} \longrightarrow CuCO_{3\,(s)} + 2NaCl_{(aq)}$

3. $2HCl_{(aq)} + Na_2CO_{3\,(aq)} \longrightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2(g)} + 2NaCl_{(aq)}$

يحدث التفاعلان 2 و 3. يكوّن التفاعل 2 راسبًا أمّا التفاعل 3 فيكوّن ماءً وغازًا. ض م

إعادة التدريس

اسأل الطلبة تحديد الأيونات المتفرجة في المعادلة الأيونية الكاملة الآتية، ثم اطلب إليهم كتابة المعادلة الأيونية النهائية:

$$H^+_{(aq)} + BrO_3^-{}_{(aq)} + K^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \longrightarrow H_2O_{(l)} + BrO_3^-{}_{(aq)} + K^+_{(aq)}$$

الأيونات المتفرجة هي BrO_3^- و K^+ والمعادلة الأيونية النهائية هي: $H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \longrightarrow H_2O_{(l)}$ ض م

التوسع

ادع أستاذًا جامعيًا في الكيمياء، أو طالب دراسات عليا إلى غرفة الصف ليناقش مع الطلبة أهمية المعادلات في أبحاثهم. وحضر بعض المعادلات التي تمثل تفاعلات كيميائية، واسأل الضيف المتحدث أن يعرض على الطلبة كيف يزن المعادلات الكيميائية. ض م

التقويم 3-3

50. الرواسب، والماء، والغازات.

51. المذيب هو المكون الأكبر للمحلول، والمذاب هو المادة الذائبة في المذيب.

52. في المعادلة الأيونية الكاملة، تكتب المركبات الأيونية الذائبة والمواد الجزيئية عالية التأين على صورة أيونات حرة. أما المعادلة الأيونية النهائية فتتضمن الجسيمات التي تشارك في التفاعل فقط.

53. المعادلة الأيونية الكاملة:

$$2H^+_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)} + CaCO_{3(s)} \rightarrow H_2O_{(1)} + CO_{2\,(g)} + CaSO_{4(s)}$$

المعادلة الأيونية النهائية:

$$2H^+_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)} + CaCO_{3(s)} \rightarrow H_2O_{(1)} + CO_{2\,(g)} + CaSO_{4(s)}$$

54. $HBr_{(aq)} + KCN_{(aq)} \rightarrow HCN_{(aq)} + KBr_{(aq)}$

55. الماء: ستتفكك المتفاعلات إلى الأيونات الآتية في المحلول: $Ba^{+} + OH^{-} + H^{+} + Cl^{-}$. وتعد أيونات الباريوم والكلوريد أيونات متفرجة، ولهذا فإن الأيونات التي تشارك في التفاعل هي H^+ و OH^- التي تكوّن الماء.

56. المعادلة الكيميائية:

$$HNO_{3\,(aq)} + KHCO_{3\,(aq)} \rightarrow H_2O_{(1)} + CO_{2\,(aq)} + KNO_{3\,(aq)}$$

المعادلة الأيونية النهائية:

$$H^+_{(aq)} + HCO_3^- \rightarrow H_2O_{(1)} + CO_{2\,(g)}$$

كيف تعمل الأشياء؟

الهدف

سيتعلم الطلبة كيف يستعمل اليراع (الخنافس المضيئة) والكائنات الأخرى التفاعلات الكيميائية لإنتاج تألق حيوي.

الخلفية النظرية

يستعمل اليراع أكسيد النيتريك NO للتحكم في إنتاج الضوء. وهو يتكون من اتحاد النيتروجين والأكسجين في الجو عند حرارة عالية. ويمكن أن يساهم هذا الغاز في تحطيم الأوزون، ويؤدي إلى المطر الحمضي، كما أنه مركب مهم في كثير من الأنظمة الحية.

المايتوكوندريا مراكز توليد الطاقة في الخلية، وهي تأخذ الأكسجين وتزود به الخلية بالطاقة. ومعظم الأحداث التي تمنع الأكسجين عن المايتوكوندريا تعد ضارة أو حتى قاتلة للخلايا، ولكن في هذه الحالة، فإن وقف عمل المايتوكوندريا هو سبب تفاعل التألق الحيوي في اليراع.

استراتيجيات التعليم

- يظهر الشكل عدداً من اليراع بالإضافة إلى صورة يراعة مكبّرة. كما أنه يوضح بعض التطبيقات للبروتين المتألق الأخضر.
- وضح للطلبة أنه يجب أن يعود اللوسفرين إلى حالته السابقة للوميض قبل أن تستطيع اليراعة الوميض مرة ثانية، ولهذا فإن هذا التفاعل حلقي ينتهي حيث بدأ. وكثير من التفاعلات الحيوية هي أيضًا حلقية. ناقش في الصف أسباب حدوث التفاعلات الكيميائية الحلقية في الطبيعة، واذكر بعض الأمثلة الأخرى عليها. الهضم والتنفس.

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 يُلتهم بشراهة إذا خدعته أنثى من نوع آخر من اليراع. إن إنتاج اليراعة للضوء هو نتيجة عملية كيميائية تسمى التألق(التلألؤ) الحيوي. وهي استراتيجية يستعملها العديد من الكائنات الحية في بيئات كثيرة مختلفة. فكيف تعمل؟

الكتابة في الكيمياء

ابحث حدِّد أنواعًا مختلفة من الكائنات الحية تستعمل التألق الحيوي، واعمل كتيبًا يوضح لماذا يكون التألق الحيوي فعالاً في هذه الكائنات؟

* للإطلاع فقط.

الكتابة في الكيمياء

بحث بعض الكائنات الحية الأخرى التي تستعمل التألق الحيوي تتضمن الحيوانات التي تعيش في أعماق البحار. وبما أن الضوء المتوافر على هذه الأعماق قليل جدًا، فغالبًا ما يستعمل التألق الحيوي كإشارة تودد. ومع ذلك، فإن بعض الكائنات تستعمل أجزاء جسمها المتألقة طعمًا لجذب الفريسة. وتصدر إناث بعض الخنافس وميضًا ضوئيًا لتجذب ذكورًا من أنواع أخرى، فإذا اقترب ذكرٌ منها فإنها تفترسه.

الفكرة العامة تحول ملايين التفاعلات الكيميائية من حولك وفي داخل جسمك المواد المتفاعلة إلى مواد ناتجة، مما يؤدي إلى إطلاق الطاقة أو امتصاصها.

3-1 التفاعلات و المعادلات

الفكرة الرئيسة تمثل التفاعلات الكيميائية بمعادلات كيميائية موزونة.

المفردات
- التفاعل الكيميائي
- المتفاعلات
- النواتج
- المعادلة الكيميائية الموزونة
- المعامل

المفاهيم الرئيسة
- بعض التغيرات الفيزيائية أدلة تشير إلى حدوث تفاعل كيميائي.
- توفر المعادلات اللفظية والكيميائية معلومات مهمة عن التفاعل الكيميائي.
- تحدد المعادلات الكيميائية أنواع المتفاعلات والنواتج في التفاعل الكيميائي وكمياتها النسبية.
- يتضمن وزن المعادلة تعديل المعاملات حتى يتساوى عدد الذرات في كل من طرفي المعادلة.

3-2 تصنيف المعادلات الكيميائية

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

المفردات
- تفاعل التكوين
- تفاعل الاحتراق
- تفاعل التفكك
- تفاعل الإحلال البسيط
- تفاعل الإحلال المزدوج
- الراسب

المفاهيم الرئيسة
- يُسهّل تصنيف التفاعلات الكيميائية فهمها وتذكرها، وتعرفها.
- تستعمل سلسلتي النشاط الكيميائي للفلزات والهالوجينات في توقع حدوث تفاعلات الإحلال البسيط.

3-3 التفاعلات في المحاليل المائية

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

المفردات
- المحلول المائي
- المذاب
- المذيب
- المعادلة الأيونية الكاملة
- الأيون المتفرج
- المعادلة الأيونية النهائية

المفاهيم الرئيسة
- في المحاليل المائية، المذيب دائمًا هو الماء، ولكن هناك أكثر من احتمال لمادة مذابة.
- الكثير من المركبات الجزيئية تكون أيونات عندما تذوب في الماء. عندما تذوب بعض المركبات الأيونية في الماء تنفصل أيوناتها.
- عند مزج محلولين يحتويان على أيونات ذائبة، قد تتفاعل الأيونات بعضها مع بعض، أما جزيئات المذيب لا تتفاعل عادة.
- التفاعلات التي تحدث في المحاليل المائية هي تفاعلات إحلال مزدوج.

الفصل 3

دليل مراجعة الفصل

استعمال المفردات

لتعزيز معرفة الطلبة بمفردات الفصل، اطلب إليهم كتابة جملة واحدة ذات معنى لكل مصطلح في الفصل. ض م

استراتيجيات للمراجعة

اطلب إلى الطلبة أن:

- يعددوا العوامل المختلفة التي قد تشير إلى حدوث تفاعل كيميائي. ض م
- يصفوا خطوات كتابة المعادلات اللفظية والكيميائية. ض م
- يصفوا كلاً من الأنواع الأربعة للتفاعلات الكيميائية التي درست في هذا الفصل. ض م

الكيمياء عبر المواقع الإلكترونية

- يمكن للطلبة زيارة الموقع www.obeikaneducation.com من أجل:
- دراسة الفصل كاملاً على الموقع الإلكتروني.
- الدخول إلى مواقع أخرى وتعرف المزيد من المعلومات والمشاريع والنشاطات.
- تقديم اختبارات الفصول والاختبارات المقننة.

الفصل 3

مراجعة الفصل

3-1

إتقان المفاهيم

57. تمثيل للتفاعل الكيميائي باستعمال الرموز الكيميائية والأرقام للدلالة على المتفاعلات والنواتج.

58. يحدث تفاعل كيميائي عندما تتحول المتفاعلات إلى نواتج.

59. المتفاعلات هي المكوّنات الابتدائية والنواتج هي المكوّنات النهائية.

60. نعم، وذلك لأن المواد الجديدة تنتج فقط من تفاعل كيميائي.

61. $Zn(NO_3)_2$ و K

62. $2H_2S_{(g)} + 3O_{2\,(g)} \rightarrow 2SO_{2\,(g)} + 2H_2O_{(g)}$

63. a. نحاس$_{(s)}$ + أكسجين$_{(g)}$ ← أكسيد النحاس(II)$_{(s)}$

b. بوتاسيوم$_{(s)}$ + ماء$_{(l)}$ ← هيدروكسيد البوتاسيوم$_{(aq)}$ + هيدروجين$_{(g)}$

c. كلوريد الكالسيوم$_{(aq)}$ + كبريتات الصوديوم$_{(aq)}$ ← كلوريد الصوديوم$_{(aq)}$ + كبريتات الكالسيوم$_{(s)}$

64. a. $(NH_4)_2Cr_2O_{7\,(s)} \rightarrow Cr_2O_{3\,(s)} + 2N_{2\,(g)} + 4H_2O_{(g)}$

b. $6CO_{2\,(g)} + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_{6\,(s)} + 6O_{2\,(g)}$

إتقان حل المسائل

65. $HI_{(g)} \rightarrow H_{2(g)} + I_{2(g)}$

66. $Li_{(s)} + Cl_{2(g)} \rightarrow LiCl_{(s)}$

67. a. $SO_{3(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_2SO_{4(aq)}$

b. $Mg_{(s)} + FeCl_{3\,(aq)} \rightarrow MgCl_{2\,(aq)} + Fe_{(s)}$

c. $NiCl_{2\,(s)} + O_{2\,(g)} \rightarrow NiO_{(s)} + Cl_2O_{5\,(g)}$

68. a. $SO_{3\,(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_2SO_{4\,(aq)}$

b. $3Mg_{(s)} + 2FeCl_{3(aq)} \rightarrow 3MgCl_{2(aq)} + 2Fe_{(s)}$

c. $NiCl_{2\,(s)} + 3O_{2(g)} \rightarrow NiO_{(s)} + Cl_2O_{5\,(g)}$

69. a. $2C_4H_{10(g)} + 13O_2 \rightarrow 8CO_{2(g)} + 10H_2O_{(g)}$

b. $3Mg_{(s)} + N_{2(g)} \rightarrow Mg_3N_{2(s)}$

c. $2OF_{2(g)} \rightarrow O_{2(g)} + 2F_{2(g)}$

3-1

إتقان المفاهيم

57. عرّف المعادلة الكيميائية.

58. ميّز بين التفاعل الكيميائي والمعادلة الكيميائية.

59. وضح الفرق بين المتفاعلات والنواتج.

60. هل يشير تحول مادة إلى مادة جديدة دائمًا إلى حدوث تفاعل كيميائي؟ فسّر إجابتك.

61. حدِّد المتفاعلات في التفاعل الآتي: عند إضافة البوتاسيوم إلى محلول نترات الخارصين، يتكون الخارصين ومحلول نترات البوتاسيوم.

62. زن المعادلة الكيميائية الآتية:

$H_2S_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow SO_{2(g)} + H_2O_{(g)}$

63. اكتب معادلات لفظية للمعادلات الكيميائية الآتية:

a. $Cu_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CuO_{(s)}$

b. $K_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow KOH_{(aq)} + H_{2(g)}$

c. $CaCl_{2(aq)} + Na_2SO_{4(aq)} \rightarrow CaSO_{4(s)} + NaCl_{(aq)}$

64. زن المعادلتين الكيميائيتين الآتيتين:

a. $(NH_4)_2Cr_2O_{7(s)} \rightarrow Cr_2O_{3(s)} + N_{2(g)} + H_2O_{(g)}$

b. $CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow C_6H_{12}O_{6(s)} + O_{2(g)}$

إتقان حل المسائل

65. يتحلل يوديد الهيدروجين إلى غاز الهيدروجين وغاز اليود في تفاعل التفكك. اكتب معادلة كيميائية رمزية تبين هذا التفاعل.

66. اكتب معادلة كيميائية للتفاعل بين الليثيوم الصلب وغاز الكلور لإنتاج كلوريد الليثيوم الصلب.

67. اكتب معادلات كيميائية للتفاعلات الآتية:

a. ثالث أكسيد الكبريت(g) + ماء (l) ← حمض الكبريتيك (aq)

b. ماغنسيوم (s) + كلوريد الحديد III (s) ← حديد (s) + كلوريد الماغنيسيوم (aq)

c. أكسجين(g) + كلوريد النيكل II (s) ← أكسيد النيكل II (s) + خماسي أكسيد ثنائي الكلور.

68. زن المعادلات الكيميائية للتفاعلات في سؤال 67.

69. اكتب معادلات كيميائية للتفاعلات 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.

3-2

إتقان المفاهيم

70. اذكر أنواع التفاعلات الكيميائية الأربعة، وأعط مثالاً واحدًا على كل منها.

71. ما نوع التفاعل بين مادتين لتكوين ناتج واحد؟

72. أي فلز سيحل محل الفلز الآخر في تفاعلات الإحلال في كل من الأزواج الآتية:

a. القصدير والصوديوم

b. الفلور واليود

c. الرصاص والفضة

d. النحاس والنيكل

إتقان حل المسائل

73. صنف التفاعلات الواردة في سؤال 67 .

74. صنف التفاعلات الواردة في سؤال 69.

75. اكتب معادلة كيميائية موزونة لتفاعل احتراق الميثانول السائل CH_3OH.

3-2

إتقان المفاهيم

70. ارجع إلى كتاب الطالب.

71. تفاعل تكوين.

72. a. Na يحل محل Sn

b. F يحل محل I

c. Pb يحل محل Ag

d. Ni يحل محل Cu

إتقان حل المسائل

73. a. تكوين b. إحلال بسيط c. احتراق

74. a. احتراق b. تكوين c. تفكك

75. $2CH_3OH_{(l)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 4H_2O_{(g)}$

مراجعة الفصل 3

76. اكتب معادلات كيميائية رمزية لكل من تفاعلات التكوين الآتي:

a. فلور + بورون ⟵

b. كبريت + جرمانيوم ⟵

c. نيتروجين + كالسيوم ⟵

77. الاحتراق اكتب معادلة كيميائية رمزية لاحتراق كل من المواد الآتية:

a. الباريوم الصلب

b. البورون الصلب

c. الأسيتون السائل C_3H_6O

d. الأوكتان السائل C_8H_{18}

78. اكتب معادلات كيميائية لفظية لتفاعلات التفكك الآتية:

a. بروميد الماغنيسيوم ⟵

b. أكسيد الكوبلتII ⟵

c. كربونات الباريوم ⟵

أكسيد الباريوم + ثاني أكسيد الكربون

79. اكتب معادلات كيميائية لفظية لتفاعلات الإحلال البسيط الآتية التي قد تحدث في الماء: (وإذا لم يحدث تفاعل فاكتب NR في مكان النواتج).

a. نيكل + كلوريد الماغنيسيوم ⟵

b. كالسيوم + بروميد النحاسII ⟵

c. ماغنيسيوم + نترات الفضة ⟵

3-3

إتقان المفاهيم

80. أكمل المعادلة اللفظية الآتية:

مذيب + مذاب ⟵

81. ما أنواع النواتج الشائعة عندما تحدث التفاعلات في محاليل مائية؟

82. قارن بين المعادلات الكيميائية والمعادلات الأيونية.

83. ما المعادلة الأيونية النهائية؟ وفيم تختلف عن المعادلة الأيونية الكاملة؟

84. عرف الأيون المتفرج.

إتقان حل المسائل

85. أكمل المعادلات الكيميائية الآتية:

a. $Na_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow$

b. $K_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow$

c. $CuCl_{2(s)} + Na_2SO_{4(aq)} \rightarrow$

86. اكتب المعادلات الأيونية الكاملة والأيونية النهائية لكل من التفاعلات الآتية:

a. $H_3PO_{4(aq)} + 3KOH_{(aq)} \rightarrow 3H_2O_{(l)} + K_3PO_{4(aq)}$

b. $HCl_{(aq)} + NH_4OH_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + NH_4Cl_{(aq)}$

c. $HNO_{3(aq)} + KCN_{(aq)} \rightarrow HCN_{(g)} + KNO_{3(aq)}$

d. $2HClO_{(aq)} + Ca(OH)_{2(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} + Ca(ClO)_{2(aq)}$

أسئلة متنوعة

87. توقع ما إذا كان كل من التفاعلات الآتية سيحدث في المحاليل المائية. وإذا توقعت أن التفاعل لا يحدث فاكتب NR: (ملاحظة: كبريتات الباريوم وبروميد الفضة يترسبان في المحاليل المائية).

a. $NaOH + (NH_4)_2SO_{4(aq)} \rightarrow$

b. $CuSO_4 + Ba(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow$

c. $MgBr_2 + AgNO_{3(aq)} \rightarrow$

76. a. $2B_{(s)} + 3F_{2(g)} \rightarrow 2BF_{3(g)}$

b. $Ge_{(s)} + 2S_{(s)} \rightarrow GeS_{2(s)}$

c. $3Ca_{(s)} + N_{2(g)} \rightarrow Ca_3N_{2(s)}$

77. a. $2Ba_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2BaO_{(s)}$

b. $4B_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2B_2O_{3(s)}$

c. $C_3H_6O_{(l)} + 4O_{2(g)} \rightarrow 3CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}$

d. $2C_8H_{18(l)} + 25O_{2(g)} \rightarrow 16CO_{2(g)} + 18H_2O_{(l)}$

78. a. $MgBr_{2(s)} \rightarrow Mg_{(s)} + Br_{2(l)}$

b. $2CoO_{(s)} \rightarrow 2Co_{(g)} + O_{2(g)}$

c. $BaCO_{3(s)} \rightarrow BaO_{(s)} + CO_{2(g)}$

79. a. $Ni_{(s)} + MgCl_{2(aq)} \rightarrow NR$

b. $Ca_{(s)} + CuBr_{2(aq)} \rightarrow CaBr_{2(aq)} + Cu_{(s)}$

c. $Mg_{(s)} + 2AgNO_{3(aq)} \rightarrow Mg(NO_3)_{2(aq)} + 2Ag_{(s)}$

3-3

إتقان المفاهيم

80. مذاب + مذيب ⟵ محلول

81. رواسب، وماء، وغازات

82. ارجع إلى كتاب الطالب

83. ارجع إلى كتاب الطالب

84. ارجع إلى كتاب الطالب

إتقان حل المسائل

85. a. $Na_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow NaOH_{(aq)} + H_{2(g)}$

b. $K_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow KOH_{(aq)} + H_{2(g)}$

c. $CuCl_{2(s)} + Na_2SO_{4(aq)} \rightarrow CuSO_{4(aq)} + 2NaCl_{(aq)}$

86. a. الكاملة:

$3H^+_{(aq)} + PO^{3-}_{4(aq)} + 3K^+_{(aq)} + 3OH^-_{(aq)} \rightarrow 3H_2O_{(c)} + 3K^+_{(aq)} + PO^{3-}_{4(aq)}$

النهائية $H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)}$

b. الكاملة: $H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} + NH^+_{4(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow$

$H_2O_{(l)} + NH^+_{4(aq)} + Cl^-_{(aq)}$

النهائية: $H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)}$

c. الكاملة:

$H^+_{(aq)} + NO^-_{3(aq)} + K^+_{(aq)} + CN^-_{(aq)} \rightarrow$

$HCN_{(g)} + K^+_{(aq)} + NO^-_{3(aq)}$

النهائية: $H^+_{(aq)} + CN^-_{(aq)} \rightarrow HCN_{(g)}$

d. الكاملة:

$2H^+_{(aq)} + 2ClO^-_{(aq)} + Ca^{2+}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)} \rightarrow$

$2H_2O_{(l)} + Ca^{2+}_{(aq)} + 2ClO^-_{(aq)}$

النهائية: $H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)}$

أسئلة متنوعة

87. a. لا تفاعل

b. يحدث تفاعل

c. يحدث تفاعل

88. تكون راسب إضافة حمض الهيدروكلوريك إلى كأسين، إحداهما فيها محلول كلوريد الصوديوم، وفي الأخرى محلول نترات الفضة يؤدي إلى ترسب مادة بيضاء في إحدى الكأسين.

a. أي الكأسين يحتوي على راسب؟

b. وما الراسب؟

c. اكتب معادلة كيميائية توضح التفاعل.

d. صنف هذا التفاعل.

89. ميز بين مركب أيوني ومركب جزيئي مذابين في الماء. وهل تتأين المواد الجزيئية جميعها عند إذابتها في الماء؟ فسّر إجابتك.

التفكير الناقد

90. توقّع وضعت قطعة من فلز الألومنيوم في محلول KCl المائي، ووضعت قطعة أخرى من الألومنيوم في محلول $AgNO_3$ المائي. فهل يحدث تفاعل في كل من الحالتين؟ ولماذا؟

91. طبّق اكتب المعادلة الكيميائية والأيونية النهائية لكل من التفاعلات الآتية. (إذا كان لا يحدث تفاعل فاكتب NR في مكان النواتج). فوسفات الماغنيسيوم تترسب في المحلول المائي.

a. $KNO_{3(aq)} + CsCl_{(aq)} \rightarrow$

b. $Li_3PO_{4(aq)} + MgSO_{4(aq)} \rightarrow$

c. $K_2S_{(aq)} + HCl_{(aq)} \rightarrow$

التقويم الأضافي

الكتابة في الكيمياء

92. كيمياء المطبخ اعمل ملصقًا يصف التفاعلات الكيميائية التي تحدث في المطبخ.

93. وزن المعادلات اعمل لوحة تصف فيها خطوات وزن المعادلة الكيميائية؟

أسئلة المستندات

الذوبانية. يستخدم العلماء جدولاً لقواعد الذوبانية لتحديد ما إذا كان سيتكون راسب في تفاعل كيميائي.

يبين **الجدول 3-5** قواعد الذوبانية للمركبات الأيونية في الماء.

جدول 3-5 قواعد الذوبانية للمركبات الأيونية في الماء

المركب الأيوني	القاعدة
الأملاح الذائبة	أيونات عناصر المجموعة الأولى (مثل K^+، Li^+، Na^+)، و NH_4^+ تكوّن أملاحًا ذائبة. جميع أملاح النترات ذائبة. Hg_2^{2+}، Ag^+، Cu^+، Pb^{2+} معظم الكبريتات ذائبة باستثناء كبريتات Ba^{2+}، و Sr^{2+}، و pb^{2+}، أما كبريتات Ag^+، و Ca^{2+}، و Hg^{2+} فهي قليلة الذوبان.
الأملاح غير الذائبة	الهيدروكسيدات، والكبريتيدات، والأكاسيد عادة غير ذائبة، باستثناء مركباتها مع عناصر المجموعة الأولى، وأيونات NH_4^+ ، أما عناصر أيونات المجموعة الثانية فهي قليلة الذوبان. الكرومات والفوسفات عادة غير ذائبة، باستثناء مركباتها مع عناصر المجموعة الأولى، وأيونات NH_4^+.

أكمل المعادلات الآتية باستعمال قواعد الذوبانية الواردة في الجدول أعلاه. وبين هل يتكون راسب أم لا، وحدده. (وإذا كان لا يحدث تفاعل فاكتب NR):

94. $Ca(NO_3)_{2(aq)} + Na_2CO_{3(aq)} \rightarrow$

95. $Mg_{(s)} + Na\,OH_{(aq)} \rightarrow$

96. $PbS_{(s)} + LiNO_{3(aq)} \rightarrow$

88. a. كأس نترات الفضة

b. كلوريد الفضة

c. $AgNO_{3\,(aq)} + HCl_{\,(aq)} \rightarrow AgCl_{\,(s)} + HNO_{3\,(aq)}$

d. إحلال مزدوج

89. ارجع إلى كتاب الطالب.

التفكير الناقد

90. ارجع إلى كتاب الطالب.

91. a. $KNO_{3\,(aq)} + CsCl_{(aq)} \rightarrow KCl_{(aq)} + CsNO_{3(aq)}$

$K^+_{(aq)} + NO^-_{3(aq)} + Cs^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} \rightarrow K^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} + Cs^+_{(aq)} + NO^-_{3(aq)}$

تبقى الأيونات في المحلول، ولا يحدث تفاعل.

b. المعادلة الكيميائية:

$2Li_3PO_{4(aq)} + 3MgSO_{4\,(aq)} \rightarrow 3Li_2SO_{4(aq)} + Mg_3(PO_4)_{2\,(s)}$

المعادلة النهائية: $3Mg^{2+}_{(aq)} + 2PO_4^{3-}{}_{(aq)} \rightarrow Mg_3(PO_4)_{2\,(S)}$

c. المعادلة الكيميائية: $K_2S_{\,(aq)} + 2HCl_{\,(aq)} \rightarrow 2KCl_{\,(aq)} + H_2S_{\,(g)}$

المعادلة النهائية: $2H^+_{\,(aq)} + S^{2-}_{\,(aq)} \rightarrow H_2S_{\,(g)}$

التقويم الإضافي

الكتابة في الكيمياء

92. ستتنوع الإجابات.

93. يجب أن تشبه لوحات الطلبة الشكل 3-6

أسئلة المستندات

94. $Ca(NO_3)_{2\,(aq)} + Na_2CO_{3\,(aq)} \rightarrow CaCO_{3(s)} + 2NaNO_{3(aq)}$

يتكوّن راسب من $CaCO_3$

95. $Mg_{(s)} + NaOH_{\,(aq)} \rightarrow NR$

96. $PbS_{(s)} + LiNO_{3(aq)} \rightarrow Li_2S_{(aq)} + Pb(NO_3)_{2(aq)}$

لا يتكوّن راسب.

اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

استعن بالجدول أدناه للإجابة عن الأسئلة من **1** إلى **3**.

الخواص الفيزيائية لبعض المركبات الأيونية

المركب	الاسم	الحالة عند 25°C	يذوب في الماء	درجة الإنصهار (°C)
$NaClO_3$	كلورات الصوديوم	صلب	نعم	248
Na_2SO_4	كبريتات الصوديوم	صلب	نعم	884
$NiCl_2$	كلوريد النيكل II	صلب	نعم	1009
$Ni(OH)_2$	هيدروكسيد النيكل II	صلب	لا	230
$AgNO_3$	نترات الفضة	صلب	نعم	212

1. إذا خلط محلول مائي من كبريتات النيكل II بمحلول مائي من هيدروكسيد الصوديوم، فهل يحدث تفاعل مائي؟

a. لا؛ لأن هيدروكسيد النيكل II الصلب لا يذوب في الماء.

b. لا؛ لأن كبريتات الصوديوم الصلبة تذوب في الماء.

c. نعم؛ لأن كبريتات الصوديوم II الصلبة ستترسب في المحلول.

d. نعم؛ لأن هيدروكسيد النيكل II الصلب سيترسب في المحلول.

2. ماذا يحدث عند خلط محلول $AgClO_{3(aq)}$ بمحلول $NaNO_3$؟

a. لا يحدث تفاعل مرئي.

b. تترسب $NaClO_3$ الصلبة في المحلول.

c. ينطلق غاز NO_2 خلال التفاعل.

d. ينتج فلز Ag الصلب.

3. عند إضافة حمض الهيدروكلوريك HCl إلى هيدروكسيد النيكل II الصلب فإن الهيدروكسيد يختفي. ما المعادلة التي تصف ما حدث في الكأس؟

a. $Ni(OH)_{2(s)} + HCl_{(aq)} \rightarrow NiO_{(aq)} + H_{2(g)} + HCl_{(aq)}$

b. $Ni(OH)_{2(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow NiCl_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)}$

c. $Ni(OH)_{2(s)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow NiCl_{2\,(aq)} + 2H_2O_{(l)}$

d. $Ni(OH)_{2(s)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow NiCl_{2(aq)} + 3H_2O_{(l)} + O_{2(g)}$

4. ما نوع التفاعل الموصوف في المعادلة الآتية؟

$$Cs_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow CsOH_{(aq)} + H_{2(g)}$$

a. تكوين **b.** احتراق

c. تفكك **d.** إحلال بسيط

5. أي التفاعلات الآتية ستحدث بين الهالوجينات وأملاح الهاليدات ؟

a. $F_{2(g)} + FeI_{2(aq)} \rightarrow FeF_{2(aq)} + I_{2(l)}$

b. $I_{2(s)} + MnBr_{2(aq)} \rightarrow MnI_{2(aq)} + Br_{2(g)}$

c. $Cl_{2(s)} + SrF_{2(aq)} \rightarrow SrCl_{2(aq)} + F_{2(g)}$

d. $Br_{2(l)} + CoCl_{2(aq)} \rightarrow CoBr_{2(aq)} + Cl_{2(g)}$

الأختبار المقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

1. a

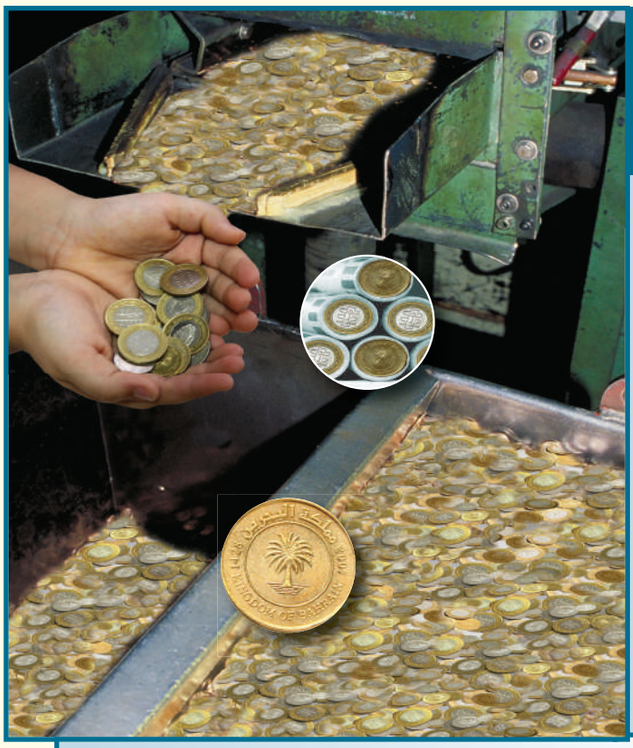
2. b

3. b

4. d

5. a

المخطط التنظيمي للفصل 4: المول The Mole



الفصل 4

المـــول
The Mole

الفكرة العامة يمثل المول عددًا كبيرًا من الجسيمات المتناهية في الصغر، ويستعمل في حساب كميات المواد.

4-1 قياس المادة

الفكرة الرئيسية يستعمل الكيميائيون المول لعد الذرات، والأيونات، ووحدات الصيغ الكيميائية.

4-2 الكتلة والمول

الفكرة الرئيسية يحتوي المول دائمًا على العدد نفسه من الجسيمات، غير ان مولات المواد المختلفة لها كتل مختلفة.

د م دون المستوى	ض م ضمن المستوى	ف م فوق المستوى	ت ت تعلم تعاوني

الزمن المقترح لتدريس الفصل 4 - المول (5 حصص)			
البند	4-1	4-2	التقويم
عدد الحصص	2	2	1

أهـداف البند	المصادر والتقويم	المواد والأدوات المختبرية
4-1 1. يفسر كيف يستخدم المول بشكل غير مباشر لعدّ جسيمات المادة. 2. يربط المول بوحدة عدّ يومية شائعة. 3. يحول بين المولات وعدد الجسيمات.	**متابعة التقدم** تقويم بنائي صفحة 97، 99 ماذا قرأت؟ صفحة 98 تقويم البند صفحة 100	**نشاط استهلالي صفحة 95 :** مشابك ورق، علكة، مسطرة. **الزمن المقترح: 15 دقيقة** **عرض عملي صفحة 99** مسحوق Al ، خراطة نحاس، سكر، فحم، خارصين، ايثانول، كلوريد الصوديوم، زجاجات، محاليل بغطاء سعة 250 ml **الزمن المقترح: 15 دقيقة**
4-2 1. يربط كتلة الذرة بكتلة مول واحد من الذرات. 2. يحول بين عدد مولات العنصر وكتلته. 3. يحول بين عدد مولات العنصر وعدد ذراته.	**متابعة التقدم** تقويم بنائي صفحة 103، 105، 107 تقويم البند صفحة 108 **تقويم ختامي** مراجعة الفصل صفحة 111	**تجربة صفحة 101** كلوريد الصوديوم، سكر، ميزان رقمي، كأس زجاجي عدد (2) سعة 250 ml **عرض عملي صفحة 101 :** عملات معدنية، ميزان حساس

الفصل 4

الفكرة العامة

العد بواسطة المجموعة لطرح الفكرة العامة لهذا الفصل، أحضر معك كيس يحتوي على أعداد متساوية من قطع العملة المعدنية (فئة 5 فلس، فئة 10 فلس، فئة 25 فلس) ووجه إلى الطلبة الأسئلة الآتية:

- ما العامل المشترك بينهما؟ تحتوي على العدد نفسه من القطع المعدنية.
- ما أوجه الاختلاف بينهما باستثناء قيمتهما؟ كتلة كل مجموعة.
- ما سبب وضعهما في مجموعات؟ ليسهل عدهما بالمجموعة بدلاً من القطعة الفردية.
- ما الطرائق الأخرى التي يمكن عدّ المواد بواسطتها؟ فالبيض مثلاً يعد بالدرزن، وكذلك أقلام الرصاص، وأما الأحذية فتعد بالزوج.

أخبر الطلبة بأن الكيميائيين يستعملون وحدة عد كبيرة جدًا تسمى المول لعد الذرات، والجزيئات ووحدات الصيغ الكيميائية.

الربط بالمعرفة السابقة

اطلب إلى الطلبة مراجعة المفاهيم الآتية قبل دراسة هذا الفصل: التعبير العلمي، الكتلة الذرية المتوسطة.

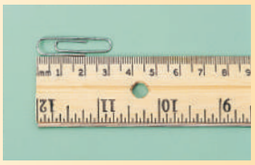
استعمال الصورة

المجموعات والوحدات اطلب إلى الطلبة تفحّص الصورة الافتتاحية. ستتنوع الإجابات.

نشاط استهلالي

ما مقدار المول؟

يسهل عد الأرقام الكبيرة باستعمال وحدات العد كالعقد، والدرزن. ويستعمل الكيميائيون وحدة عد تدعى المول.



خطوات العمل:

1. اختر جسمًا لتقيس طوله مثل، مشبك الورق، أوقطعة حلوى، بناءً على الأجسام التي يزودك بها معلمك.
2. استعمل المسطرة في قياس طول الجسم لأقرب 0.1 cm

تحليل النتائج

1. احسب كم يمتد مول (6.02×10^{23} جسيم) من الجسم الذي اخترته إذا رتبته بشكل متراص؟ عبر عن إجابتك بوحدة المتر.
2. احسب المسافة في السؤال 1 بوحدة السنة الضوئية (ly) علمًا بأن ($1\,ly = 9.46 \times 10^{15}\,m$).
3. قارن المسافة التي حسبتها في السؤال الثاني مع هذه المسافات الهائلة:
   a. المسافة إلى أقرب نجم (غير الشمس) = 4.3 ly
   b. المسافة إلى مركز مجرتنا = 30.000 ly
   c. المسافة إلى أقرب مجرة = 2×10^6 ly

استقصاء قارن نتائجك بنتائج أحد زملائك في الصف. هل كتلة مول من الجسم الذي اخترته تساوي كتلة المول للجسم الذي اختاره زميلك؟ صمم استقصاء تحدد فيه إن كان هناك علاقة ما بين المول والكتلة.

المطويات منظمات الأفكار

معاملات التحويل قم بعمل المطوية الآتية لمساعدتك في تنظيم المعلومات عن معاملات التحويل

الخطوة 1 احضر ثلاث أوراق. اثن كل ورقة عرضيا من المنتصف. قس وارسم خطا على بعد 3 cm من الطرف الأيسر. قص الورقة على طول هذا الخط، وكرر ذلك مع الورقتين الأخريين.

الخطوة 2 عنون كل ورقة بوصف معاملات التحويل.

الخطوة 3 دبس الأوراق الثلاث معًا من المنتصف على طول حافتها الخارجية.

المطويات **استعمل هذه المطوية في الدروس 1-4، 2-4** من هذا الفصل. دون معلوماتك عن معاملات التحويل، ولخص الخطوات التي يتضمنها كل تحويل.

الكيمياء عبر المواقع الإلكترونية

لمراجعة محتوى هذا الفصل وأنشطته ارجع إلى الموقع الإلكتروني
www.obeikaneducation.com

نشاط استهلالي

الهدف سيطور الطلبة صورة ذهنية عن حجم المول.

احتياطات السلامة اطلب إلى الطلبة الإطلاع على نموذج السلامة المختبرية قبل البدء بالعمل.

استراتيجيات التدريس

- اطلب إلى الطلبة مراجعة تحويلات النظام المتري والتعبير العلمي.
- ناقش مع الطلبة معنى السنة الضوئية–المسافة التي يقطعها الضوء في سنة واحدة في الفراغ. سرعة الضوء هي 3.00×10^8 m/ s
- اطلب إلى الطلبة حساب المسافة الفعلية التي يقطعها الضوء في سنة واحدة.

$$= (3.00 \times 10^8 \text{m/s}) \times (60\ \text{s/min}) \times (60\ \text{min/hr})$$

$$\times (24\ \text{hr/day}) \times (365\ \text{days/yr}) = 9.46 \times 10^{15}\text{m}$$

- يستطيع الطلبة تحويل مسافة السنة الضوئية الواحدة بالأمتار إلى المسافة بالأميال. عامل التحويل هو

$$= 9.46 \times 10^{15}\,\text{m} \times \frac{1\ \text{mile}}{9.61 \times 10^3\ \text{m}}$$

$$= 9.84 \times 10^{11}\ \text{miles}$$

- يمكن استعمال أية موادّ لها طول منتظم.

النتائج المتوقعة انظر جزء تحليل النتائج.

تحليل النتائج

1. تعتمد الإجابات على الجسم المختار. لمشابك الورق:

$$= 6.02 \times 10^{23} \times \frac{\text{مشبك ورق}}{1\ \text{مشبك ورق}} \times \frac{3.2\ \text{g/m}}{100\ \text{g/m}} =$$

$$1.9 \times 10^{22}\,\text{m}$$

2. تعتمد الإجابات على الجسم المختار لمشابك الورق:

$$= 1.9 \times 10^{22}\,\text{m} \times \frac{1\ \text{سنة ضوئية}}{9.46 \times 10^{15}\,\text{m}}$$

$$= 2.0 \times 10^6\ \text{سنة ضوئية}$$

3. a. تعتمد الإجابات على الجسم المختار لمشابك الورق، المسافة المحسوبة أكبر بكثير.

b. ستتنوع الإجابات بالاعتماد على الجسم المختار، لمشابك الورق، المسافة المقطوعة أكبر بكثير.

c. الإجابات تعتمد على الجسم المختار لمشابك الورق، المسافة المحسوبة مساوية للمسافة لأقرب مجرّة.

استقصاء المول الواحد من أشياء مختلفة سيكون له أوزان مختلفة. وصف الطلبة لهذه التجربة سيتنوع، اقبل الاجابات المنطقية كلها. يجب أن تظهر تجارب الطلبة العلاقة بين الكتلة والمولات.

4-1

1. التركيز

ابدأ بعرض الفكرة الرئيسية على الطلبة.

الفكرة الرئيسية

عد الأشياء متناهية الصغر اطلب إلى الطلبة مناقشة نتائج النشاط الاستهلالي. واسألهم لماذا يكون المول وحدة ملائمة للعلماء الذين يتعاملون مع المواد متناهية الصغر مثل الذرات. لأنه يسمح لهم بعد الكميات اليومية من الذرات دون استعمال أرقام كبيرة جدًا. لكي توضح أن المول عدد كبير جداً. ض م

2. التدريس

الرياضيات في الكيمياء

التعبير العلمي لأن عدد أفوجادرو (6.02×10^{23}) يستعمل بشكل مكثف في هذا الفصل، فمن المهم أن يفهم الطلبة العمليات الحسابية الأساسية التي تتضمن التعبير العلمي. لذا أخبرهم بأنه عند ضرب الأرقام في التعبير العلمي، يُضرب الجزء الكسري فقط وتُجمع الأسس. اطلب إلى الطلبة حل المسألتين الآتيتين:

$(25.6 \text{ mol}) (6.02 \times 10^{23} \text{ atoms/mol})$

$(1.2 \times 10^{2} \text{ mol}) (6.02 \times 10^{23} \text{ ions/mol})$

1.54×10^{25} atoms و 7.2×10^{25} ions، على التوالي.

وذكّرهم بأنه عند قسمة الأرقام في التعبير العلمي، يقسم الجزء الكسري و تطرح الأسس. واطلب إليهم حل المسألتين الآتيتين:

$(8.2 \times 10^{28})/(6.02 \times 10^{23})$

$(15 \times 10^{-1})/(6.02 \times 10^{23})$

1.4×10^{5} و 2.5×10^{-24}، على التوالي. ض م

■ **إجابة سؤال** الشكل **4-1** قد تشتمل الإجابات على ثلاثي، رباعي، سداسي وما إلى ذلك.

4-1

قياس المادة Measuring Matter

الأهداف

- تفسر كيف يستخدم المول بشكل غير مباشر لعدّ جسيمات المادة.
- تربط المول بوحدة عدّ يومية شائعة.
- تحول بين المولات وعدد الجسيمات.

مراجعة المفردات

الجزيء: ذرتان أو أكثر مرتبطتان معًا لتكوين وحدة واحدة.

المفردات الجديدة

المول

عدد أفوجادرو

الفكرة الرئيسية **يستعمل الكيميائيون المول لعدّ الذرات، والجزيئات، والأيونات، ووحدات الصيغ الكيميائية.**

الربط بواقع الحياة هل أقام صفك يومًا مسابقةً لمعرفة عدد القطع النقدية أو عدد قطع الحلوى الموجودة في علبة؟ لعلك لاحظت أنه كلما صغرت المادة يصبح العدّ أصعب.

عدّ الجسيمات Counting Particles

إذا أردت أن تشتري باقة أزهار في إحدى المناسبات فربما لا تطلب 12 أو 24، بل ستطلب درزنًا واحدًا أو درزنين. وقد تشتري زوجًا من القفازات، أو رزمة من ورق الطباعة، أو درزنًا من أقلام الرصاص. كل من هذه الوحدات المبينة في **الشكل 4-1** وهي الزوج، والدرزن، والرزمة تمثّل عددًا محددًا من الأشياء. وكلها تسهل عملية العد. فمن السهل شراء الورق وبيعه بالرزمة (500 ورقة) بدلاً من شرائه وبيعه بالورقة.

كل وحدات العدّ المبينة في **الشكل 4-1** مناسبة لنوع معين من الأشياء؛ اعتمادًا على حجمها واستعمالها. وبغض النظر عن كون الشيء قفازات، أو بيضًا، أو أقلام رصاص أو ورقًا، فإن العدد الذي تمثله الوحدة يبقى دائمًا ثابتًا. يحتاج الكيميائيون إلى طريقة ملائمة وصحيحة لعد الذّرات والجزيئات ووحدات الصيغ الكيميائية في عينة كيميائية لمادةٍ ما. إلا أن الذرات متناهية الصغر، وهناك الكثير منها حتى في العينات الصغيرة جدًّا، ممّا يجعل عدها بشكل مباشر مستحيلاً. لذلك قام الكيميائيون بإيجاد وحدة عدٍّ تُسمى المول، الذي يمثل عددًا ضخمًا من أي جسم.

الشكل 4-1 وحدات مختلفة تستخدم لعدّ أجسام مختلفة. الزوج عبارة عن جسمين. والدرزن 12، والرزمة 500. عدّد وحدات عدٍّ أخرى مألوفة لديك.

دفتر الكيمياء

الجسيمات **اطلب إلى الطلبة تطوير مخطط يمكن استعماله لمقارنة الدرزن بالمول. وأخبرهم بأن يفكروا في كلمات أخرى تمثل قيمة معدودة مثل ثلاثي، رباعي، درزن، وما إلى ذلك، والتوصل إلى شيء شبيه بالمول.** د م

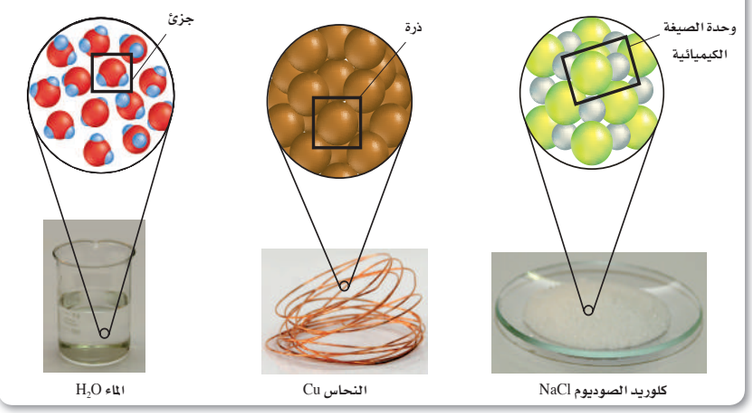
المول تُسمى وحدة النظام الدولي الأساسية المستخدمة لقياس كمية المادة **المول**. ويعرف المول بأنه عدد ذرات الكربون-12 في عينة كتلتها 12 g. وخلال سنوات عديدة من التجارب تم الاتفاق على أن المول الواحد من أي شيء يحتوي على 6.02×10^{23} من الجسيمات المكونة لهذا الشيء، مثل الذرات، والجزيئات، والأيونات، ووحدات الصيغ الكيميائية، فإذا كتبت العدد فسوف يبدو كما يلي:

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

ويُسمى العدد 6.0221367×10^{23} **عدد أفوجادرو**، تكريماً للفيزيائي الإيطالي والمحامي أميدو أفوجادرو Amedeo Avogadro.

ومن الواضح أن عدد أفوجادرو عدد هائل، وهذا ما يجعله صالحًا لعد المكونات المتناهية في الصغر، مثل الذرات. كما يمكنك أن تتصور أن عدد أفوجادرو لن يكون مناسبًا لقياس كمية من كرات اللعب الزجاجية؛ لأن عدد أفوجادرو من هذه الكرات سوف يغطي سطح الأرض إلى عمق يتجاوز ستة كيلومترات. وكما هو موضح في **الشكل 2-4**، فإن استعمال المول مناسب لحساب كميات من المواد الكيميائية. ويبين الشكل كميات مقدارها مول واحد من الماء، والنحاس، والملح، ويتكون كل منها من جسيمات مختلفة. فالجسيمات المكونة لمول من الماء هي جزيئات الماء. والمكونة لمول من النحاس هي ذرات النحاس، والمكونة لمول من كلوريد الصوديوم هي وحدات صيغة كلوريد الصوديوم.

الشكل 2-4 كمية كل مادة مبينة هي 6.02×10^{23}، أو 1 mol من الجسيمات المكونة للمادة. الجسيمات المكونة لكل مادة موضحة داخل المربع.



عرض عملي

قارن بين الكميات ضع كميات مقدارها 1 mol من مواد مثل Al ، Cu، NaCl ، $C_{12}H_{22}O_{11}$ (سكروز)، C (الفحم)، Zn ، C_2H_5OH (إيثانول) في H_2O زجاجات محاليل مغلقة، واكتب اسم كل مادة ومول واحد عليها.

واسأل الطلبة كيف تختلف هذه العينات عما هو معروض في **الشكل 2-4**؟ وما الشيء المشترك بينهما؟ تختلف العينات في مظهرها، وحجمها، ولكن كل واحدة منها تحتوي على العدد نفسه من الجسيمات (واحد مول). اسأل عن عدد الجسيمات في كل عينة، 6.02×10^{23} جسيم واطلب إلى الطلبة تفسير الفوارق بين العينات. كل واحدة مكونة من ذرات أو جزيئات مختلفة.

ض م

التقويم

المهارة عين لكل طالب مادة معينة وعدداً من المولات. ويمكن أن تكون هذه المواد عناصر أو جزيئات أو مركبات أيونية. واطلب إلى كل طالب تسمية الجسيمات وتحديد عددها في المول الواحد من المادة. ض م

دفتر الكيمياء

الكميات والوحدات اطلب إلى الطلبة الذهاب إلى متجر مجاور لمكان سكنهم لاكتشاف كيف تباع الأنواع المختلفة من الأطعمة، واطلب إليهم تفسير سبب بيع المواد بكميات ووحدات مختلفة، وتسجيل ذلك في دفاترهم. ض م

تطوير المفهوم

الكميات والنوعيات

زن 27.0 g من ورق الألومينوم (1 mol) واعرضها على الصف. وأخبر الطلبة بأنها مول واحد، واسألهم كم عدد الجسيمات الموجودة فيها. المول الواحد من Al يحتوي على 6.02×10^{23} atoms من الألومينوم ثم اثنِ (تجعيد) ورق الألومنيوم، واسأل ما الذي تغير فيها؟ وما الذي لم يتغير؟ يجب أن يدرك الطلبة أنه على الرغم من تغير الحجم والشكل، فإن الورقة المجعدة لا تزال تحتوي على مول واحد من ذرات الألومينوم. اقسم الورقة قطعتين، واسأل ما الذي تغيّر. كل قطعة تحتوي على أقل من 1 مول من ذرات الألومينوم. ض م

مسائل تدريبية

1. 1.51×10^{24} atoms
2. 6.92×10^{24} جزيء
3. 1.96×10^{24} وحدة صيغة
4. 6.0×10^{24} atoms

ماذا قرأت؟ $\frac{1 \text{ mole}}{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء}}$ و $\frac{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء}}{1 \text{ mole}}$

3. التقويم

التحقق من الفهم

زن مولاً واحداً من مادة ما مثل خراطة النحاس (63.5 g). واسأل الطلبة كم عدد ذرات النحاس التي في الميزان 6.02×10^{23} atoms من Cu، ثم قلص كمية النحاس إلى النصف، واسألهم عن الكمية الموجودة بدلالة المولات والجسيمات 0.50 mol من Cu أو 3.01×10^{23} atoms من Cu.

إعادة التدريس

اسأل الطلبة عن سبب الحاجة إلى وحدة كبيرة كالمول. وحدة عد كبيرة مثل المول تسمح لك بعد جسيمات صغيرة كثيرة جدًا. ض م

التوسع

اطلب الى الطلبة ابتكار وحدة عد جديدة تصلح لعد كرات اللعب، والأقراص المدمجة، وكرات التنس أو كتب المكتبة. ض م

12 وردة الى درزن 1 ورد.

الشكل 3-4 لكي تتمكن من تحليل الوحدات يجب تعرّف العلاقة الرياضية الصحيحة بين الوحدات التي ستحولها. والعلاقة الموضحة هنا ـ 12 وردة =1 درزن ورد ـ يمكن استعمالها لكتابة معاملي تحويل.

التحويل بين المولات والجسيمات

Converting Between Moles and Particles

تحويل المولات إلى جسيمات (moles to Particles) لحساب عدد جزيئات السكروز في 3.5 mol منه، نستعمل عدد أفوجادرو –أي العلاقة بين عدد المولات وعدد الجسيمات– كمعامل للتحويل.

1 mol من المادة يحتوي على 6.02×10^{23} Particles

أي أن: عدد الجسيمات (Particles) = عدد المولات (mol) × $\frac{6.02 \times 10^{23} \text{ Particles}}{1 \text{ mol}}$

أي أن: جزيئات السكروز (molecules) = 3.5 mol من السكروز ×

$$\frac{6.02 \times 10^{23} \text{ molecules من السكروز}}{1 \text{ mol}} = 2.11 \times 10^{24} \text{ molecules من السكروز}$$

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

تحويل الجسيمات إلى مولات لحساب عدد المولات في عدد معين من الجسيمات، يمكنك استعمال مقلوب عدد أفوجادرو كمعامل للتحويل.

$$\text{عدد المولات (mol)} = \text{عدد Particles} \times \frac{1 \text{ mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ Particles}}$$

ولحساب عدد مولات السكروز في عينة تحتوي على 2.11×10^{24} Particles منه، نستعمل العلاقة السابقة، فيكون:

عدد مولات السكروز (mol) =

$$3.5 \text{ mol} = 2.11 \times 10^{24} \text{ molecules من السكروز} \times \frac{\text{mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ molecules من السكروز}}$$

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

ماذا قرأت؟ اكتب معاملي التحويل اللذين يمكن الحصول عليهما من عدد أفوجادرو.

المطويات

ضمّن معلومات من هذا الدرس في مطويتك.

مسائل تدريبية

1. يستعمل الخارصين Zn لتكوين طبقة على 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. تستعمل نترات الفضة $AgNO_3$ لصناعة أنواع متعددة من هاليدات الفضة المستخدمة في عملية التصوير الفوتوغرافي. ما عدد وحدات الصيغة $AgNO_3$ في 3.25 mol منها؟
4. تحدّ احسب عدد ذرات الأكسجين في 5.0 mol من O_2.

طرائق تدريس متنوعة

دون المستوى قد يربك استعمال عوامل التحويل بعض الطلبة. لذا اطلب إليهم عمل بطاقة فهرسة عليها 6.02×10^{23} particles/1mol في جهة، و 1mol/ 6.02×10^{23} particles جسيمات في الجهة الأخرى، وعند تحليل مسألة، اطلب إليهم قلب البطاقة حسب الحاجة لتحديد أي معامل تحويل يطلب لإلغاء الوحدة المعروفة وإعطاء الوحدة المرغوبة في الإجابة. د م

مشروع الكيمياء

مولات النحاس اطلب إلى الطلبة تحديد كتلة مول واحد من النحاس باستعمال عملات معدنية، واطلب إليهم بناء كومة من مول واحد من العملات المعدنية النحاسية. وأخبر الطلبة بأن يفترضوا أن العملات المعدنية 100% نحاس (على الرغم من أن الوضع ليس كذلك). ض م

مثال 1–4

تحويل الجسيمات إلى مولات يستعمل النحاس Cu في صناعة الأسلاك الكهربائية. احسب عدد مولات النحاس التي تحتوي على 4.5×10^{24} atoms منه.

1 تحليل المسألة

لديك عدد ذرات النحاس، وعليك أن تحسب عدد المولات. لو قارنت 4.5×10^{24} atoms من النحاس Cu مع 6.02×10^{23}، وهو عدد الذرات في المول، يمكنك أن تتوقع أن الإجابة يجب أن تكون أقل من 10 mol.

المعطيات

عدد الذرات = 4.50×10^{24} atoms من النحاس

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

المطلوب

مولات Cu = ? mol

2 حساب المطلوب

استعمل معامل التحويل (مقلوب عدد أفوجادرو) والذي يربط عدد المولات بعدد الذرات.

طبّق معامل التحويل

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

عوّض واضرب الأرقام والوحدات واقسمها

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

3 تقويم الإجابة

الإجابة مكتوبة بشكل صحيح وهي أقل من 10 mol مولات كما هو متوقع، كما أن وحداتها صحيحة.

مسائل تدريبية

5. ما عدد المولات في كل من؟

a. 5.75×10^{24} atoms من الألومنيوم Al

b. 2.50×10^{20} atoms من الحديد Fe

6. تحدّ احسب عدد المولات في كل من:

a. 3.75×10^{24} جزيء من ثاني أكسيد الكربون CO_2

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

مثال في الصف

السؤال البلاتين (Pt) معدن يستعمل غالبًا في المجوهرات، ولكنه يستعمل أيضاً في أدوات المختبر، وأجهزة تحكم انبعاث الغازات في السيارات. احسب عدد مولات البلاتين إذا كان لديك حلقة تحتوي على 5.50×10^{22} atoms من البلاتين.

الإجابة

$$\text{من Pt} = 5.50 \times 10^{22}\ \text{atoms} \times \frac{1\ \text{mol}}{\text{من Pt}\ 6.02 \times 10^{23}\ \text{atoms}}$$

$$= 0.914\ \text{mol}$$

التقويم

المعرفة اطلب إلى الطلبة كتابة مسألة على بطاقة تتطلب التحويل من مولات مادة ما إلى جسيمات. سيقوم كل طالب بتمرير البطاقة إلى جاره ليحل المسألة. وبعد حلها يكتب مسألة أخرى تتطلب التحويل من جسيمات إلى مولات. يجب أن يتفق كلا الطالبين على الإجابة. ض م ت ت

مسائل تدريبية

5. a. 9.55 mol

b. 4.15×10^{-4} mol

6. a. 6.23 mol من CO_2

b. 0.595 mol من $ZnCl_2$

التقويم 4-1

الخلاصة

- المول وحدة تستخدم لعد جسيمات المادة بشكل غير مباشر. المول الواحد من المادة النقية يحتوي على عدد أفوجادرو من الجسيمات.
- الجسيمات تشمل الذرات، والأيونات، والجزيئات، ووحدات الصيغ الكيميائية، وجسيمات أخرى مشابهة.
- المول الواحد من ذرات الكربون-12 له كتلة مقدارها 12 g تمامًا.
- يمكن استعمال معاملات التحويل المكتوبة من علاقة عدد أفوجادرو للتحويل بين المولات وعدد الجسيمات.

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

8. اذكر العلاقة الرياضية بين عدد أفوجادرو والمول.

9. عدّد معاملات التحويل المستخدمة للتحويل بين الجسيمات والمولات.

10. فسّر وجه الشبه بين المول والدرزن.

11. طبّق كيف يعد الكيميائي عدد الجسيمات في عدد معين من مولات المادة.

12. احسب الكتلة لـ 0.25 mol من ذرات الكربون-12.

13. احسب عدد الجسيمات في كل من المواد الآتية:

a. 11.5 mol من الفضة Ag

b. 18.0 mol من الماء H_2O

c. 0.15 mol من كلوريد الصوديوم NaCl

d. 1.35×10^{-2} mol من الميثان CH_4

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

1.25×10^{25} atoms من الخارصين Zn

3.56 mol من الحديد Fe

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

التقويم 4-1

7. يستعمل الكيميائيون المول لأنه يوفر طريقاً ملائمًا لمعرفة عدد الجسيمات في العينة.

8. واحد مول يحتوي على عدد أفوجادرو (6.02×10^{23}) من الجسيمات.

9. $\frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{Particles}}{1\ \text{mol}}$ أو $\frac{1\ \text{mol}}{6.02 \times 10^{23}\ \text{Particles}}$

10. المول هو وحدة لعد 6.02×10^{23} Particles. الدرزن يستعمل لعد 12 وحدة.

11. نضرب عدد المولات في عدد أفوجادرو.

12. 3.0 g كربون-12

13. a. 6.92×10^{24} atoms من Ag

b. 1.08×10^{25} molecules من H_2O

c. 9.03×10^{22} وحدة صيغه من NaCl

d. 8.13×10^{21} molecules من CH_4

14. من الأصغر إلى الأكبر: 6.78×10^{22} molecules من الجلوكوز، 2.14×10^{24} atoms من Fe، 1.25×10^{25} atoms من Zn

4-2

الأهداف

- **تربط** كتلة الـذرة بكتلة مول واحد من الذرات.
- **تحول** بين عدد مولات العنصر وكتلته.
- **تحول** بين عدد مولات العنصر وعدد ذراته.

مراجعة المفردات

معامل التحويل: نسبة بين قيم متكافئة، يستخدم للتعبير عن الكمية نفسها بوحدات مختلفة.

المفردات الجديدة

الكتلة المولية

الكتلة والمول
Mass and the Mole

الفكرة الرئيسة **يحتوي المول دائمًا على العدد نفسه من الجسيمات، ومع ذلك، فمولات العناصر المختلفة لها كتل مختلفة.**

الربط بواقع الحياة عند شراء درزن من البيض، بإمكانك اختيار أحجام مختلفة: صغيرة، وسط، وكبير. لا يؤثر حجم البيضة في عدد ما يحتويه الصندوق. وهذا وضع مشابه لحجم الذرات التي تكوّن المول.

كتلة المول The Mass of a Mole

لن تتوقع أن كتلة درزن من الليمون تساوي كتلة درزن من البيض؛ لأن البيض والليمون يختلفان في الحجم والتركيب الكيميائي، فمن غير المفاجئ إذًا أن تكون لهما كتل مختلفة، كما هو موضح في **الشكل 4-4**. لذلك فإن كميتين مقدار كل منهما مول واحد من مادتين مختلفتين لهما كتلتان مختلفتان؛ لأن لكلٍّ منهما تركيبًا كيميائيًّا مختلفًا. فلو وضعت مولاً واحدًا من الكربون مثلًا، ومولاً واحدًا من النحاس في ميزانين فسترى فرقًا في الكتلة، كالذي تراه في البيض، والليمون. وهذا يحدث لأن ذرات الكربون تختلف عن ذرات النحاس، ولذلك فإن كتلة 6.02×10^{23} atoms من الكربون لا تساوي كتلة 6.02×10^{23} atoms من النحاس.

الشكل 4-4 كتلة درزن من الليمون تساوي ضعف كتلة درزن من البيض تقريبًا. ويعدّ الفرق بين الكتلتين منطقيًّا؛ لأن الليمون مختلف عن البيض في تركيبه الكيميائي وحجمه.

مشروع الكيمياء

كم عدد المولات؟ زوّد الطلبة بكيسين يحتويان على عدد مختلف من مسامير الحديد، وكيس يحتوي على مول واحد من برادة الحديد، وكيس فارغ. واسألهم كيف يمكنهم تحديد الكتلة المولية للحديد، وعدد مولات الحديد في كل كيسٍ من أكياس المسامير. واطلب إليهم كتابة مقالة في جريدة الحائط تصف الطريقة التي استعملوها في ذلك.

ض م ت ت

4-2

1. التركيز

ابدأ بعرض الفكرة الرئيسة على الطلبة.

الفكرة الرئيسة

الكتلة والرقم اعرض على الطلبة كأسين A و B. وأخبرهم بأن الكأس A تحتوي على 58.5 g من ملح الطعام NaCl، وأن الكأس B تحتوي على 342 g من السكر $C_{12}H_{22}O_{11}$. وأخبرهم بأن الكأسين تحتويان على العدد نفسه من الجسيمات 1 mol، ثم اطلب إليهم أن يفسروا سبب اختلاف الكتلة على الرغم من تساوي عدد الجسيمات. كتلة وحدات الصيغ الكيميائية للملح مختلفة عن كتلة جزيئات السكر. لذلك، فإن العدد نفسه من الجسيمات (وحدات الصيغ الكيميائية والجزيئات) كل منهما كتلة مختلفة.

2. التدريس

عرض عملي

استقراء البيانات ضع كيساً من قطع عملة معدنية على الميزان وحدد كتلتها. معدل كتلة قطعة العملة المعدنية الواحدة– يساوي 3.10 g تقريبًا. ثم اسأل الطلبة كيف يمكنهم تحديد عدد قطع العملة المعدنية في الكيس. اقسم الكتلة الكلية على 3.10 g بعد أن يحسب الطلبة عدد قطع العملة المعدنية، اطلب إليهم التحقق من إجاباتهم عن طريق العد. ض م

■ **إجابة سؤال الشكل** 5-4: 63.546 g

مختبر حل المشكلات

الهدف يدرس الطلبة العلاقة بين الكتلة الذرية والكتلة المولية وعدد أفوجادرو.

المهارات العلمية: تكوين النماذج، استخلاص النتائج، استعمال الأرقام.

استراتيجيات التدريس

- على الرغم من أن كتلة البروتونات والنيوترونات معروفة لثمانية أو تسعة أرقام معنوية، فإن الأرقام المستعملة في هذه التجربة مقربة إلى ثلاثة أرقام. يجب أن يتوقع الطلبة أنهم سيحسبون قيمًا مقربة.
- قد يسأل الطلبة كيف يمكن أن يوجد 12 nuclear particles جسيمًا نوويًا كل منها كتلته ، في نواة ذرة الكربون التي لها كتلة مقدارها بالضبط. الإجابة تتضمن الكتلة المكافئة لطاقة الربط للإلكترونات، وهو ما تم إهماله في هذه الحسابات.

التفكير الناقد

1. $\frac{1.67 \times 10^{-24}\ g}{1\ \text{جسيم نووي}} \times \frac{4\ \text{جسيمات نووية}}{\text{He من 1 atom}} = 6.69 \times 10^{-24}\ g/\text{He atoms}$

2. يجب ان يتضمن الرسم 6 نيوترونات و 6 بروتونات

$$\frac{12\ \text{جسم نووي}}{\text{C-12 من 1atom}} \times \frac{1.67 \times 10^{-24}\ g}{1\ \text{جسيم نووي}}$$

$$= 2.00 \times 10^{-23}\ g/\text{C-12 atom}$$

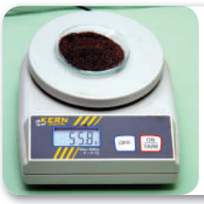
3. $1.007\ g \times \frac{1\ \text{H-1 atom}}{1.67 \times 10^{-24}\ g}$

$$= 6.0 \times 10^{23}\ \text{H-1 atoms}$$

4. $= 6.0 \times 10^{23}\ \text{He atoms} \times \frac{6.69 \times 10^{-24}\ g}{\text{He atom}} = 4.0\ g$

$$\frac{2.00 \times 10^{-23}\ g}{\text{C atom}} \times 6.0 \times 10^{23}\ \text{C atoms} = 12\ g$$

5. كتلة المول الواحد من أي ذرة بالجرامات لها نفس القيمة بوحدة الكتل الذرية.



الشكل 4-5 مول من الحديد، ممثلا بكيس من الجسيمات، يحتوي على عدد أفوجادرو من الذرات، وله كتلة مساوية لكتلته الذرية بالجرامات.

طبق ما كتلة مول من النحاس؟

6.02×10^{23} atoms من الحديد = 1 mol من الحديد

الكتلة المولية (MM) كيف ترتبط كتلة ذرة واحدة بكتلة مول واحد من تلك الذرة؟ تذكر أن المول يعرف على أنه عدد ذرات الكربون- 12 في 12 g منه. ومن ثم فكتلة 1 mol من ذرات الكربون -12 هي 12 g. وسواءً كنت مهتمًا بذرة واحدة أو بعدد أفوجادرو من الذرات (1 mol) فإن كتل جميع الذرات تم تعيينها بالنسبة لكتلة ذرة الكربون- 12. وتسمى الكتلة بالجرامات لمول واحدٍ من أي مادة نقية **الكتلة المولية**.

الكتلة المولية لأي عنصر تساوي عدديًا كتلته الذرية، ووحدتها g/mol. وكما هو مبين في الجدول الدوري، فإن كتلة ذرة الحديد الواحدة مقدارها 55.845 amu. وعليه، 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} atoms منه. **الشكل 5-4** يوضح العلاقة بين الكتلة المولية ومول واحد من العنصر.

مختبر حل المشكلات

صياغة نموذج

كيف ترتبط الكتلة المولية، وعدد أفوجادرو والكتلة الذرية؟ يمكن أن يوفر النموذج النووي للذرة صورة مبسطة للارتباطات بين المول، والكتلة المولية وعدد الجسيمات.

التحليل

يظهر الرسم عن اليسار نماذج أنوية الهيدروجين-1 والهيليوم-4. تحتوي نواة الهيدروجين-1 على بروتون واحد بكتلة مقدارها 1.007 amu، وقد قدرت كتلة البروتون بالجرامات على أنها 1.672×10^{-24} g تحتوي نواة الهيليوم- 4 على بروتونين ونيوترونين، ولها كتلة مقدارها 4 amu

التفكير الناقد

1. **طبّق** ما كتلة ذرة الهيليوم الواحدة بالجرامات؟ (كتلة النيوترون مساوية تقريبًا لكتلة البروتون) .

الهيليوم-4 الهيدروجين-1

2. **ارسم** الكربون-12 يحتوي على ستة بروتونات وستة نيوترونات. ارسم نواة الكربون-12، واحسب كتلة الذرة الواحدة بوحدتي amu ، g.
3. **طبّق** 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. **طبّق** لو كانت لديك عينتان من الهيليوم والكربون تحتويان على عدد أفوجادرو من الذرات، فكم تكون كتلة كل عينة بالجرامات؟
5. **استنتج** ماذا يمكنك أن تستنتج عن العلاقة بين عدد الذرات وكتلة كل عينة؟

دفتر الكيمياء

الكتلة المولية يجب أن يعين الطلبة الصيغة الكيميائية والكتلة المولية للمركبات الآتية: ض م

المادة	الصيغة الكيميائية	الكتلة المولية
فوق أكسيد الهيدروجين	H_2O_2	34.014 g/ mol
حمض الإيثانويك (الخليك)	CH_3COOH	48.041 g/ mol
فوسفات الكالسيوم	$Ca_3(PO_4)_3$	310.174 g/ mol
نترات الفضة	$AgNO_3$	169.872 g/ mol
الايثانول	C_2H_6O	46.069 g/ mol

استعمال الكتلة المولية Using Molar Mass

تحويل المولات إلى كتلة افرض 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 مكافئة تقاس بالميزان. ولحساب كتلة عدد معين من المولات اضرب عدد المولات في الكتلة المولية:

$$\text{الكتلة بالجرامات (g)} = \text{عدد المولات (mol)} \times \frac{\text{الكتلة المولية (g)}}{1\ \text{mol}}$$

إذا تفحصت الجدول الدوري للعناصر فستجد أن النحاس -29، له كتلة ذرية مقدارها 63.546 amu، وأنت تعلم أن الكتلة المولية للعنصر (g/mol) تساوي الكتلة الذرية (معبر عنها بوحدة amu)، لذلك، فكتلة النحاس المولية هي 63.546 g/mol، وباستعمالها، يمكنك تحويل 3.00 mol نحاس إلى جرامات نحاس.

$$\text{كتلة النحاس بالجرامات (g)} = 3.00\ \cancel{\text{mol}}\ \text{من Cu} \times \frac{63.546\ \text{g من Cu}}{1\ \cancel{\text{mol}}\ \text{من Cu}} = 191\ \text{g}$$

لذلك، وكما هو موضح في **الشكل 4-6**، يمكنك قياس 3.00 mol من النحاس اللازمة للتفاعل باستعمال ميزان لتعيين 191 g من النحاس، والتحويل العكسي (من الكتلة إلى المولات) يتضمن أيضًا الكتلة المولية بوصفها معامل تحويل، ولكن مقلوب الكتلة المولية هو المستخدم. فهل بإمكانك تفسير السبب؟

المطويات
ضمّن معلومات من هذا الدرس في مطويتك.

الشكل 4-6 لقياس mol من النحاس، ضع ورقة وزن على الميزان، وصفِّره، ثم ضع من النحاس.

التقويم

الأداء اطلب إلى الطلبة العمل في مجموعات ثلاثية لتقديم عروض يوضحون من خلالها فهمهم لاستعمال النماذج الذرية لشرح مفهوم كتلة مول واحد من العنصر. وحتى تكون هذه العروض مميزة في توضيح حقيقة أن الكتلة المولية للعنصر هي معدل كتل نظائر العنصر. اطلب إلى كل مجموعة أن توضح الكتل الذرية لنظائر عنصر مختلف، مثل الكلور. ض م ت ت

■ **سؤال النص** التحويل العكسي– من كتلة إلى مولات – يتضمن أيضًا الكتلة المولية بوصفه عامل تحويل، ولكن مقلوب الكتلة المولية هو المستعمل. فهل يمكنك تفسير ذلك؟ لتحويل الكتلة بالجرامات إلى مولات، يستعمل معكوس الكتلة المولية حتى يتم إلغاء وحدة الجرامات.

طرائق تدريس متنوعة

فوق المستوى وضح أن تعيين الميل لخط في رسم بياني عادةً ما يستعمل لتحديد قيمة لثابت، اطلب إلى الطلبة تحديد كتل ثلاث عينات من النحاس، 25.00 g ، 50.0 g ، 75.0 g واحسب أعداد المولات المناظرة 0.393 mol، 0.787 mol، 1.18 mol على التوالي. واطلب إليهم رسم الكتلة مقابل عدد المولات باستعمال هذه البيانات. وتعيين ميل الخط، ومقارنة القيمة المحسوبة بالكتلة المولية، واطلب اليهم أيضًا تفسير نتائجهم. الميل في الرسم يساوي 63.5 g. وهو الكتلة المولية للنحاس، وكلما زادت الكتلة، زاد عدد مولات النحاس في كل عينة، علاقة طردية. وللمزيد من التوسع، اطلب إلى الطلبة تحديد عدد ذرات النحاس في كل عينة. ف م

مثال في الصف

السؤال الزركونيوم Zr فلز يستعمل في المفاعلات النووية لأنه مقاوم للتآكل. ما كتلة عينة تحتوي على 4.05 mol من الزركونيوم؟

الإجابة

$$4.05\ \text{mol Zr} \times \frac{91.22\ \text{g Zr}}{1\ \text{mol Zr}} = 369\ \text{g}$$

مسائل تدريبية

15. a. 96.3 g من Al

b. 1.20×10^{3} g من Si

16. a. 2.03×10^{4} g من Co

b. 1.60 g من Zn

الربط مع علم الأحياء يكتشف علماء الخلية بروتينات جديدة باستمرار. وبعد اكتشاف جزيء حيوي جديد يقوم عالم الأحياء بتعيين الكتلة المولية للمركب باستعمال تقنية مطياف الكتلة، الذي يوفر ـ بالإضافة إلى الكتلة المولية ـ معلومات إضافية تساعد على الكشف عن التركيب الكيميائي للمركب.

مثال 2-4

التحويل من المول إلى الكتلة الكروم Cr عنصر انتقالي، يستخدم في طلاء الحديد والفلزات لحمايتها من التآكل. احسب كتلة 0.0450 mol من الكروم.

1 تحليل المسألة

لديك عدد من مولات الكروم التي يجب حساب كتلتها باستعمال الكتلة المولية للكروم من الجدول الدوري للعناصر. وبما أن العينة أقل من 0.1 mol، فالإجابة يجب أن تكون أقل من 0.1 الكتلة المولية.

المعطيات	المطلوب
عدد المولات = 0.0450 mol	كتلة Cr = ؟
الكتلة المولية للكروم = 52.00 g/mol	

2 حساب المطلوب

استعمل معامل التحويل (الكتلة المولية) الذي يربط جرامات الكروم بمولاته، ثم عوّض بالقيم المعلومة في المعادلة وحلها.

طبق معامل التحويل: كتلة الكروم (g) = مولات الكروم (mol) × $\frac{\text{جرامات الكروم (g)}}{\text{1mol من الكروم}}$

عوض بالمعطيات وأوجد الحل: $= 0.0450\ \text{mol Cr} \times \frac{52.00\ \text{g Cr}}{1\ \text{mol Cr}}$

$= 2.34\ \text{g Cr}$

3 تقويم الإجابة

أُعطي الجواب بالوحدات الصحيحة (g)، وهو أقل من 0.1 mol كما هو متوقع.

مسائل تدريبية

15. احسب الكتلة بالجرامات لكل مما يلي:

a. 3.57 mol من Al

b. 42.6 mol من Si

16. احسب الكتلة بالجرامات لكل مما يلي :

a. 3.54×10^{2} mol من Co

b. 2.45×10^{-2} mol من Zn

دفتر الكيمياء

معاملات التحويل اطلب إلى الطلبة البدء بوضع قائمة بمعاملات التحويل التي عُرضت للتحويل بين المولات، والكتلة وعدد الجسيمات. وشجعهم على تحديث قوائمهم ما داموا يدرسون هذا الفصل، والرجوع إليها عندما يحلون المسائل. د م ض م

مثال 3-4

التحويل من الكتلة إلى المول الكالسيوم Ca من أكثر العناصر توافرًا في الأرض، ويوجد دائمًا متحدًا مع عناصر أخرى بسبب نشاطه العالي. ما عدد مولات الكالسيوم في 525 g منه؟

1 تحليل المسألة

عليك أن تحول كتلة الكالسيوم إلى مولات كالسيوم، فكتلة الكالسيوم هنا أكبر من الكتلة المولية بأكثر من عشر مرات، لذلك يجب أن تكون الإجابة أكبر من 10 mol.

المعطيات	المطلوب
الكتلة = 525 g من Ca	عدد مولات Ca = ؟
الكتلة المولية لـ Ca = 40.08 g/mol	

2 حساب المطلوب

استعمل معامل التحويل (مقلوب الكتلة المولية) الذي يربط مولات الكالسيوم بجراماته، وعوض القيم المعلومة، وحل:

طبق معامل التحويل: مولات الكالسيوم (mol) = كتلة الكالسيوم (g) × $\frac{\text{1 mol من الكالسيوم}}{\text{جرامات الكالسيوم (g)}}$

عوض بالمعطيات وأوجد الحل: $525\ \cancel{g\ Ca} \times \frac{\text{1 mol Ca}}{40.08\ \cancel{g}} = 13.1\ \text{mol Ca}$

3 تقويم الجواب

الجواب أكبر من 10 mol مولات كما هو متوقع، وله وحدة القياس المطلوبة، المول.

مسائل تدريبية

17. احسب عدد المولات في كلٍّ مما يلي:

a. 25.5 g من Ag

b. 300.0 g من S

18. تحدّ حوّل كلًّا من الكتل الآتية إلى مولات:

a. 1.25×10^3 g من Zn

b. 1.00 kg من Fe

دفتر الكيمياء

الكتلة، والمولات والجسيمات اطلب إلى الطلبة كتابة عبارات تربط الكتلة بالمولات، والمولات بالكتلة، والمولات بالجسيمات، والجسيمات بالمولات. ض م

التقويم

المهارة اطلب إلى الطلبة عمل جدولٍ بأعمدة معنونة بـ: الكتلة، المولات وعدد الجسيمات. على أن يحتوي الجدول سبعة صفوف، واحد لكل من العناصر المدرجة أدناه. وقد أعطيت معلومة واحدة لكل عنصر، وعلى الطلبة حساب البيانات المتبقية لإكمال الجدول.

2.5g من Au، 4.95mol من Zn، 3.95×10^{23} atoms من C، 12.5 mol من Cu، 8.75×10^{21} atoms من Sc، 49.6g من Se، 3.21g من U، 4.93×10^{25} atoms من Ba

الكتلة	المولات	عدد الجسيمات الممثلة
2.5 g من Au	0.0127	7.64×10^{21}
324 g من Zn	4.95	2.98×10^{24}
7.88 g من C	0.656	3.95×10^{23}
794 g من Cu	12.5	7.53×10^{24}
0.653 g من Sc	0.0145	8.75×10^{21}
49.6 g من Se	0.628	3.78×10^{23}
764 g من U	3.21	1.93×10^{24}
11200 g من Ba	81.9	4.93×10^{25}

مثال في الصف

السؤال التيتانيوم Ti فلز يوجد عاده لإنتاج سبائك قوية خفيفة الوزن. فإذا احتوت سبيكة على 645 g من التيتانيوم، فكم عدد مولات التيتانيوم الموجودة؟

الإجابة

$654\ \cancel{g\ Ti} \times \frac{\text{1 mol من Ti}}{47.88\ \cancel{g\ Ti}} = 13.5\ \text{mol}$

مسائل تدريبية

17. a. 0.236 mol من Ag

b. 9.355 mol من S

18. a. 1.91×10^1 mol من Zn

b. 1.79×10^1mol من Fe

مثال في الصف

السؤال الإسكانديوم Sc فلز يوجد في المعادن النادرة التي يتم تعدينها في البلاد الإسكندنافية. فإذا احتوت عينة معدنٍ على 25.6 g من الإسكانديوم، فكم عدد ذرات الإسكانديوم فيها؟

الإجابة

$$25.6\ g\ Sc \times \frac{1\ mol\ Sc}{44.96\ g\ Sc} = 0.569\ mol$$

$$= 0.569\ mol \times \frac{6.02 \times 10^{23}\ atoms}{1\ mol} = 3.43 \times 10^{23}\ atoms$$

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 4-4**.

مثال 4-4

التحويل من الكتلة إلى الذرات الذهب Au هو أحد فلزات العملة (النحاس، والفضة، والذهب). ما عدد ذرات الذهب في عملة ذهبية كتلتها 31.1 g؟

1 تحليل المسألة

عليك أن تحسب عدد الذرات في كتلة معينة من الذهب، وبما أنك لا تستطيع التحويل مباشرة من الكتلة إلى عدد الذرات، فعليك أولاً أن تحول الكتلة إلى مولات باستعمال الكتلة المولية، ثم تحول المولات إلى عدد الذرات باستعمال عدد أفوجادرو.

بما أن كتلة الذهب المعطاة هي سُدس الكتلة المولية للذهب (196.97 g/mol). لذا، فعدد ذرات الذهب يجب أن تكون سُدْس عدد أفوجادرو تقريبًا.

المعطيات	المطلوب
الكتلة = 31.1 g من Au	عدد ذرات Au = ؟
الكتلة المولية = 196.97 g/mol	

2 حساب المطلوب

استعمل معامل التحويل (مقلوب الكتلة المولية) الذي يربط مولات الذهب بجراماته.

طبق معامل التحويل

$$\text{عدد مولات الذهب (mol)} = \text{كتلة الذهب (Au)} \times \frac{1\ mol\ \text{من الذهب}}{\text{جرامات الذهب (g)}}$$

عوض بالمعطيات، واحسب عدد المولات

$$0.158\ mol\ \text{من Au} = 31.1\ \cancel{g}\ \text{من Au} \times \frac{1\ mol\ \text{من Au}}{196.97\ \cancel{g}\ \text{من Au}}$$

لتحويل المولات إلى عدد ذرات، اضرب في عدد أفوجادرو

طبق معامل التحويل

$$\text{عدد مولات الذهب (atom)} = \text{عدد مولات الذهب (mol)} \times \frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{atoms من الذهب}}{1\ mol\ \text{من الذهب}}$$

عوض بالمعطيات، وأوجد الحل

$$0.158\ \cancel{mol}\ \text{من Au} \times \frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{atom من Au}}{1\ \cancel{mol}\ \text{من Au}}$$

$$= 9.51 \times 10^{22}\ \text{atoms من Au}$$

3 تقويم الإجابة

عُبِّر عن الجواب بشكل صحيح، إذ بلغ سدس عدد أفوجادرو تقريبًا، كما هو متوقع، وعُبِّر عنه بالوحدة الصحيحة (atoms).

طرائق تدريس متنوعة

الطلبة المتقدمون اطلب إلى الطلبة المتميزين تعيين عدد مولات كل عنصر وذراته، باستعمال قائمة المحتويات من علبة فيتامينات ومعادن، فعلى سبيل المثال: النحاس، والزنك، والماغنيسيوم، والكالسيوم والسيلينيوم، الموجودة في الحبة الواحدة. فإذا ما أخذ شخص حبتين ثلاث مرات يومياً، فكم سيكون عدد المولات المأخوذة من كل عنصر؟ وكم عدد الذرات المأخوذة من كل عنصر يوميًا؟ **ف م**

مثال 5-4

تحويل الذرات إلى كتلة الهيليوم He غاز نبيل، فإذا احتوى بالون على 5.50×10^{22} atoms من الهيليوم، فاحسب كتلة الهيليوم فيه.

تحليل المسألة

عدد ذرات الهيليوم معلومة لديك، وعليك إيجاد كتلة الغاز. حوّل أولاً عدد الذرات إلى مولات، ثم حول المولات إلى جرامات.

المعطيات

عدد ذرات الهيليوم = 5.50×10^{22} atoms من He

الكتلة المولية للهيليوم = 4.00 g/mol من He

المطلوب

الكتلة = ؟ g من He

2 حساب المطلوب

استعمل معامل التحويل (مقلوب عدد أفوجادرو) الذي يربط المولات بعدد الذرات

طبق معامل التحويل: عدد مولات الهيليوم (mol) = عدد ذرات الهيليوم (atoms) × $\frac{1 \text{ mol من الهيليوم}}{6.02 \times 10^{23} \text{ atoms من الهيليوم}}$

عوض: 5.50×10^{22} atoms من He × $\frac{1 \text{ mol He}}{6.02 \times 10^{23} \text{ atoms من He}}$

ضرب وقسمة الأرقام والوحدات: = 0.0914 mol من He

لتحويل عدد المولات إلى كتلة، اضرب في الكتلة المولية

طبق معامل التحويل: كتلة الهيليوم بالجرامات = عدد مولات الهليوم (mol) × $\frac{\text{جرامات الهيليوم (g)}}{1 \text{mol من الهيليوم}}$

عوض عدد مولات He = 0.0914 mol الكتلة المولية He = 4.00 g/mol، وأوجد الحل: 0.0914 mol من He × $\frac{4.00 \text{ g من He}}{1 \text{ mol من He}}$ = 0.366g من He

3 تقويم الإجابة

عُبر عن الجواب بالوحدة الصحيحة (g).

مسائل تدريبية

19. ما عدد الذرات في 11.5 g من الزئبق؟

20. ما كتلة 1.50×10^{15} atoms من N ؟

21. احسب عدد الجسيمات في كل مما يلي:

a. 4.56×10^{3} g من السيليكون Si

b. 0.120 kg من التيتانيوم Ti

مثال في الصف

السؤال النيون هو غاز خامل موجود في مصابيح النيون، يعطي توهجاً محمراً فيها. فإذا احتوى مصباح النيون على 2.69×10^{22} atoms من النيون، فما كتلة النيون بالجرامات؟

الإجابة

$$2.69 \times 10^{22} \text{ atoms من Ne} \times \frac{1 \text{ mol من Ne}}{6.02 \times 10^{23} \text{ atoms من Ne}} \times \frac{20.189 \text{ g من Ne}}{1 \text{ mol من Ne}} = 0.902 \text{ g}$$

مسائل تدريبية

19. 3.45×10^{22} atoms من Hg

20. 3.49×10^{-8} g من N

21. a. 9.77×10^{23} atoms من Si

b. 1.51×10^{24} atoms من Ti

التقويم

المهارة اطلب إلى الطلبة حل المسألة الآتية: ما كتلة 5.25×10^{23} atoms من البوتاسيوم؟ وكم مولاً من البوتاسيوم في هذه الكمية؟

34.1 g، 0.872 mol ض م

دفتر الكيمياء

خريطة التحويل اطلب إلى الطلبة تصميم خريطة مفاهيم يمكن استعمالها في التحويل من الذرات إلى المولات، والمولات إلى الذرات، والمولات إلى الكتلة، والكتلة إلى المولات، والكتلة إلى الذرات، والذرات إلى الكتلة.

ض م

التقويم

التحقق من الفهم

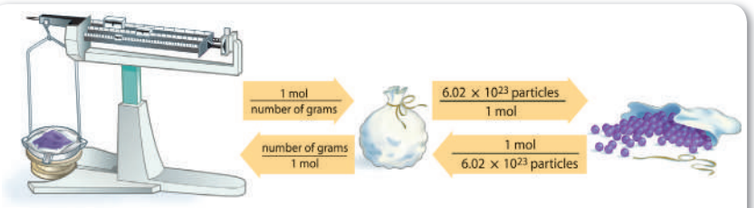
أعط مجموعات من الطلبة أنابيب اختبار تحتوي على كتل مختلفة من حبيبات الرصاص. واطلب إلى كل مجموعة تحديد الكتلة، والمولات، وعدد ذرات الرصاص في أنابيب الاختبار. واسأل الطلبة ما الذي سيتغير إذا ما احتوت أنابيب الاختبار على الكتلة نفسها من الحديد بدلاً من الرصاص؟ بما أن الكتلة المولية للحديد 55.85 g /mol، والكتلة المولية للرصاص 207.2 g /mol، فإن عدد المولات في أنابيب الاختبارالمحتوية على الحديد سيكون أكثر بمقدار مرات من المولات في أنابيب الاختبار المحتوية على الكتلة نفسها من الرصاص. ض م ت ت

إعادة التدريس

استعمل حلوى صغيرة الحجم تمثل الجسيمات، واطلب إلى الطلبة العمل في مجموعات ثنائية لتحديد كتلة قطعة واحدة من الحلوى. يستطيع الطلبة باستعمال هذه القيمة ككتلة جسيم واحد، تعيين كتلة مولٍ واحدٍ من الحلوى، بإعطائهم كيسًا من الحلوى يمكنهم أن يجدوا عدد المولات فيه (مع إهمال كتلة الكيس الفارغ)، وكذلك عدد الأكياس المطلوبة لاحتواء مول واحد، وتكلفته. ض م ت ت

التوسع

اطلب إلى الطلبة عمل بطاقات توضح مفهوم المول،على أن تتضمن هذه البطاقات الجسيمات والكتلة والكتلة المولية وعدد أفوجادرو وعوامل التحويل. فسيساعد هذا المرجع المرئي الطلبة عندما يحولون بين المولات، والكتلة، وعدد الجسيمات. ض م



الشكل 4-7 يعد المول أساس التحويل ما بين الكتلة والجسيمات (الذرات،الأيونات،الجزيئات). في الشكل تمثل الكتلة في الميزان والمولات في حقيبة تحتوي على الجسيمات، والجسيمات تنتشر من الحقيبة. تحتاج إلى خطوتين للتحويل من الكتلة إلى الجسيمات أو العكس.

الآن بعد أجريت تحويلًا 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 4-7 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 ذرات الأكسجين في 1.00 g منه. إن عملية التحويل هذه تتطلب التحويل من كتلة إلى مولات ومن مولات إلى ذرات، ويمكن أن تمثل ذلك في المعادلة.

$$\frac{O_2 \text{ من } 6.02 \times 10^{23} \text{ atoms}}{O_2 \text{ من } 1 \text{ mol}} \times \frac{O_2 \text{ من } 1 \text{ mol}}{O_2 \text{ من } 31.998 \text{ g}} \times O_2 \text{ من } 1.00 \text{ g}$$

$$= 1.88 \times 10^{22} \text{ atoms}$$

التقويم 2 - 4

الخلاصة

- تسمى الكتلة بالجرامات لواحد مول من أي مادة نقية الكتلة المولية.
- الكتلة المولية لأي عنصر تساوي عدديًا كتلته الذرية.
- الكتلة المولية لأي مادة هي كتلة عدد أفوجادرو من الجسيمات المكونة لهذه المادة.
- تستخدم الكتلة المولية للتحويل من المولات إلى كتلة، ويستخدم مقلوب الكتلة المولية للتحويل من الكتلة إلى مولات.

22. الفكرة الرئيسة **لخص** بدلالة الجسيمات والكتلة، كميات مول واحد من مادتين مختلفتين أحاديتي الذرات؟

23. **اذكر** معامل التحويل اللازم للتحويل بين الكتلة والمولات لذرة الفلور.

24. **اشرح** كيف تربط الكتلة المولية كتلة الذرة بكتلة مول واحد من الذرات.

25. **صف** الخطوات اللازمة لتحويل كتلة العنصر إلى عدد ذراته.

26. **رتّب** الكميات الآتية من الأصغر إلى الأكبر بحسب الكتلة: 1.0 mol من Ar، 3.0×10^{24} atoms من Ne، 20 g من Kr .

27. **حدِّد** الكمية التي تحسب بقسمة الكتلة المولية للعنصر على عدد أفوجادرو.

28. **صمّم** خريطة مفاهيمية توضح المعاملات اللازمة للتحويل بين الكتلة، والمولات، وعدد الجسيمات.

التقويم 2-4

22. كل مول واحد يحتوي على 6.02×10^{23} Particles ، ولكن سيكون لها كتل مختلفة.

23. التحويل من الكتلة إلى – المولات يستعمل عامل التحويل 1 mol / 18.998 g . وللتحويل من المولات – إلى الكتلة يستعمل عامل التحويل 1 mol / 18.998 g .

24. الكتلة المولية هي الكتلة بالجرامات لمولٍ واحدٍ من أي مادة نقية.

25. اضرب الكتلة في مقلوب الكتلة المولية، ثم اضرب في عدد أفوجادرو.

26. 20 g من Ne ، 3.0×10^{24} atoms من Ar ، 1.0 mol من kr .

27. بما أن الكتلة المولية هي نسبة الجرامات لكل مول، وعدد أفوجادرو هو نسبة الجسيمات لكل مول، فإن قسمة الكتلة المولية للعنصر على عدد أفوجادرو ينتج كتلة جسيم واحد من ذلك العنصر.

28. ستختلف خرائط المفاهيم للطلبة، ولكنها يجب أن تظهر المجموعات الصحيحة من معاملات التحويل اللازمة للتحويل بين الكتلة والمولات وعدد الجسيمات.

الكيمياء والحياة

التاريخ في كأس ماء

الهدف

سيرى الطلبة كيف أن عدد أفوجادرو وقوة التقدير يمكن أن يؤديا إلى نتائج مذهلة.

الخلفية النظرية

يمكن النظر إلى عدد أفوجادرو بوصفه مدخلاً يربط العالم تحت المجهري للذرات والجزيئات بالعالم المرئي لمشابك الورق والملاعق وكؤوس الماء. ومما يثير الاهتمام ملاحظة أن مولاً واحداً من أي جسم كبير (أوبحجم البكتيريا) سيكون كبيراً لدرجة يصعب التعامل معه عملياً. فمثلاً، مول واحد من البكتيريا سيزن عدة ملايين من الأطنان.

استراتيجيات التدريس

- عادة ما يستعمل العلماء التعبير العلمي لكتابة الأرقام الكبيرة جدًا. ولمساعدة الطلبة على فهم الحاجة إلى التعبير العلمي، حاول كتابة بعض الأرقام التي وردت في المقالة (فعلى سبيل المثال، عدد الجزيئات في كأس من الماء) دون تعبير علمي أولاً، ثم بالتعبير العلمي.
- جرب عدة حسابات على النحو الآتي في الصف: كمية الزيت التي تستبدل سنويًا في ورشة صيانة سيارات، عدد جزيئات الأكسجين التي تتنفسها في اليوم، أو كمية أقلام الرصاص المستعملة في جميع الامتحانات المقننة في سنة دراسية.

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 استهلكها المتنبي مثلاً، أو آينشتين، أو جان دارك..! كيف يمكن لكأسين من الماء في زمنين مختلفين أن تحويا بعضًا من الجزيئات نفسها؟ يروي لنا القصة عدد أفوجادرو والحسابات المولية.

المحيطات والمولات الكتلة الكلية للماء في المحيطات وغيرها تقارب 1.4×10^{24} g. أما الكأس فيحتوي على 230 g من الماء. وباستعمال هذه البيانات يمكنك حساب العدد الكلي لكؤوس الماء المتوافرة للشرب على الأرض، والعدد الكلي لجزيئات الماء في هذه الكؤوس.

من المعروف أن كتلة مول واحد من الماء تساوي 18 g، وباستعمال تحليل الوحدات يمكنك تحويل جرامات الماء في الكأس إلى مولات، ثم تحويل هذه المولات إلى جزيئات باستعمال عدد أفوجادرو.

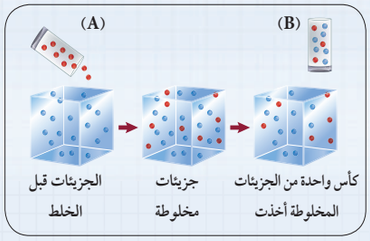
$$\frac{230\ \text{g من الماء}}{\text{كأس}} \times \frac{1\ \text{mol من الماء}}{18\ \text{g من الماء}} \times \frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{molecules من الماء}}{1\ \text{mol من الماء}}$$

$= 8 \times 10^{24}$ جزيء من الماء / كأس

كما يمكنك حساب عدد كؤوس الماء المتوافرة للشرب على النحو الآتي:

$$1.4 \times 10^{24}\ \text{g ماء} \times \frac{1\ \text{كأس ماء}}{230\ \text{g ماء}} = 6 \times 10^{21}\ \text{كأس.}$$

إذن، يوجد 8×10^{24} molecules في كأس واحدة من الماء، و 6×10^{21} كأس ماء على الأرض. ولو قارنت بين هذين الرقمين فسترى أن عدد جزيئات الماء في الكأس الواحدة أكثر بألف مرة من عدد كؤوس الماء على الأرض.



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 افرض أن الماء كله الذي على الأرض خُزّن في حاوية واحدة مكعبة الشكل، فإنها ستكون حاوية عملاقة طول ضلعها 1100 Km وتخيل أنك ملأت كأس ماء من هذه الحاوية، ثم أعدته إليها، وانتظرت ليختلط الماء تمامًا، 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 الكأسين ستشتركان في عدد من جزيئات الماء. لماذا؟ لأن عدد جزيئات الماء في الكأس أكثر بألف مرة من عدد الكؤوس في الحاوية. وبهذا المعدل فإن الكأس الثانية ستحتوي على 1000 molecules تقريبًا كانت في الكأس الأولى.

قوة الأرقام الكبيرة. فكّر في كمية الماء التي مرت في جسم المتنبي أو آينشتاين أو جان دارك، خلال حياتهم– وهي أكبر بكثير من كأس واحدة – مفترضًا أن جزيئات الماء اختلطت بالتساوي في حجم الماء كاملاً على الأرض. يمكنك أن تستوعب لماذا يجب أن تحتوي كأس الماء على بعض هذه الجزيئات.

الكتابة في الكيمياء

قدّر يمكن استعمال طريقة التقدير المتبعة في هذه المقالة في إجراء أنواع أخرى من الحسابات. لذا، استعمل هذه الطريقة لتقدير الكتلة الكلية للطلبة في مدرستك.

* للإطلاع فقط.

الكتابة في الكيمياء

قدّر افترض أن عدد الطلبة في مدرسة ما 500، ومعدل كتلة كل طالب 60 Kg فإن الكتلة الكلية للطلبة تُحسب على النحو الآتي:

$$500\ \text{طالب} \times \frac{60\ \text{Kg}}{\text{طالب}} = 30,000\ \text{Kg}$$

الفصل 4

دليل مراجعة الفصل

استعمال المفردات

تعزيزًا لمعرفة الطلبة بمفردات الفصل، اطلب إليهم كتابة جملة واحدة لكل مصطلح منها. ض م

استراتيجيات المراجعة

- اطلب إلى الطلبة إعطاء مثال على كل نوع من تحويلات المول. ض م
- اطلب إلى الطلبة تلخيص كيف يحسبون عدد ذرات العنصر في كتلة معلومة. ض م

الكيمياء عبر المواقع الإلكترونية

- يمكن للطلبة زيارة الموقع www.obeikaneducation.com من أجل:
- دراسة الفصل كاملاً على الموقع الإلكتروني.
- الدخول إلى مواقع أخرى وتعرف المزيد من المعلومات والمشاريع والنشاطات.
- تقديم اختبارات الفصول والاختبارات المقننة.

الفكرة العامة المول يمثل عددًا كبيرًا من الجسيمات المتناهية في الصغر.

4-1 قياس المادة

الفكرة الرئيسة يستعمل الكيميائيون المول لعدّ الذرات، والجزيئات والأيونات، ووحدات الصيغة.

المفردات

- المول
- عدد أفوجادرو

المفاهيم الرئيسة

- المول وحدة تستخدم لعدِّ جسيمات المادة بشكل غير مباشر. 1mol من المادة النقية يحتوي على عدد أفوجادرو من الجسيمات.
- الجسيمات تشمل الذرات، والأيونات، والجزيئات، ووحدات الصيغ الكيميائية، والإلكترونات، وجسيمات أخرى مشابهة.
- المول الواحد من ذرات الكربون-12 له كتلة مقدارها 12 g تمامًا.
- يمكن استعمال معاملات التحويل المكتوبة من علاقة عدد أفوجادرو للتحويل بين المولات وعدد الجسيمات.

4-2 الكتلة والمول

الفكرة الرئيسة يحتوي المول دائمًا على العدد نفسه من الجسيمات، ومع ذلك، فمولات العناصر المختلفة لها كتل مختلفة.

المفردات

- الكتلة المولية

المفاهيم الرئيسة

- تسمى كتلة المول الواحد بالجرامات من أي مادة نقية بالكتلة المولية.
- الكتلة المولية لأي عنصر تساوي عدديًّا كتلته ذرية.
- الكتلة المولية لأي مادة هي كتلة عدد أفوجادرو من الجسيمات لهذه المادة.
- تستعمل الكتلة المولية للتحويل من المولات إلى الكتلة، ويستعمل مقلوب الكتلة المولية للتحويل من الكتلة إلى المولات.

4-1

إتقان المفاهيم

29. ما القيمة العددية لعدد أفوجادرو؟

30. كم ذرة في مول واحد من البوتاسيوم؟

31. ما أهمية وحدة المول للكيميائي؟

32. وضح كيف يستخدم عدد أفوجادرو كمعامل تحويل؟

إتقان حل المسائل

33. احسب عدد الجسيمات في كل مادة:

a. 0.25 mol من Ag

b. 8.56×10^{-3} mol من NaCl

c. 35.3 mol من CO_2

d. 0.425 mol من N_2

34. ما عدد الجزيئات في كل من المركبات الآتية؟

a. 1.35 mol من CS_2

b. 0.254 mol من As_2O_3

c. 1.25 mol من H_2O

d. 150.0 mol من HCl

35. احسب عدد المولات في كل مما يلي:

a. 3.25×10^{20} atoms من الرصاص

b. 4.96×10^{24} molecules من الجلوكوز

36. أجر التحويلات الآتية:

a. 1.51×10^{15} atoms من Si إلى مولات.

b. 4.25×10^{-2} mol من H_2SO_4 إلى جزيئات.

c. 8.95×10^{25} molecules من CCl_4 إلى مولات.

d. 5.90 mol من Ca إلى ذرات .

37. إذا استطعت عدّ ذرتين في كل ثانية، فكم سنة تحتاج لعد مول واحد من الذرات؟

4-2

إتقان المفاهيم

38. وضح الفرق بين الكتلة الذرية والكتلة المولية.

39. أيهما يحوي ذرات أكثر: مول واحد من الفضة، أم مول واحد من الذهب؟ فسّر إجابتك.

40. أيهما أكبر كتلة: مول واحد من الصوديوم أم مول واحد من البوتاسيوم؟ فسّر إجابتك.

41. وضح كيف تحول عدد ذرات عنصر إلى كتلة؟

42. ناقش العلاقات بين المول، والكتلة المولية، وعدد أفوجادرو.

إتقان حل المسائل

43. احسب كتلة كل مما يلي:

a. 5.22 mol من He

b. 2.22 mol من Ti

c. 0.0455 mol من Ni

44. أجر التحويلات الآتية:

a. 3.5 mol من Li إلى جرامات

b. 7.65 g من Co إلى مولات

c. 5.65 g من Kr إلى مولات

45. ما كتلة العنصر بالجرامات في كل من :

a. 1.33×10^{22} mol من Sb

b. 4.75×10^{14} mol من Pt

c. 1.22×10^{23} mol من Ag

d. 9.85×10^{24} mol من Cr

مراجعة الفصل

4-1

إتقان المفاهيم

29. 6.02×10^{23}

30. 6.02×10^{23} atoms

31. يسمح المول للكيميائي أن يحسب بدقة عدد الذرات، أو الجزيئات، أو وحدات الصيغ الكيميائية في المادة.

32. عدد أفوجادرو هو عدد الجسيمات في مول واحد من المادة. ويمكن استعماله في تحويل الجسيمات إلى مولات والمولات إلى جسيمات.

إتقان حل المسائل

33. **a.** 1.51×10^{23} atoms **b.** 5.15×10^{21} Farmula Units **c.** 2.130×10^{25} atoms **d.** 2.56×10^{23} molecules

34. **a.** 8.13×10^{23} molecules **b.** 1.53×10^{23} molecules **c.** 7.530×10^{23} molecules **d.** 9.0300×10^{25} molecules

35. **a.** 5.39×10^{-4} mol **b.** 8.24 mol

36. **a.** 2.51×10^{-9} mol **b.** 2.56×10^{22} molecules **c.** 1.49×10^{2} mol **d.** 3.550×10^{24} atoms

37. 9.5×10^{15} yr

4-2

إتقان المفاهيم

38. الكتلة الذرية (amu) هي كتلة ذرة واحدة،أما الكتلة المولية (g) فهي كتلة 1 mol من الجسيمات.

39. سيحتويان على العدد نفسه من الذرات ،لأن المول الواحد من أي شيء يحوي 6.02×10^{23} particles.

40. الكتلة المولية للبوتاسيوم تساوي 39.098 g/ mol، وللصوديوم تساوي 22.990 g/mol. ولهذا فإن مولاً واحدًا من البوتاسيوم له كتلة أكبر.

41. حوّل عدد الذرات إلى مولات، ثم اضرب المولات في الكتلة المولية للعنصر.

42. الكتلة المولية هي الكتلة بالجرامات لمول واحد من أية مادة نقية.عدد أفوجادرو هو عدد الجسيمات في 1 mol. كتلة 6.02×10^{23} particles من المادة هي الكتلة المولية للمادة.

إتقان حل المسائل

43. **a.** 20.9 g **b.** 106 g **c.** 2.67 g

44. **a.** 24.3 g **b.** 0.130 mol **c.** 0.0671 mol

45. **a.** 1.62×10^{24} g **b.** 9.27×10^{16} g **c.** 1.32×10^{25} g **d.** 5.12×10^{26} g

46. أكمل الجدول 1-4

الجدول 1-4

بيانات الكتلة، والمولات والجسيمات

الكتلة	المولات	الجسيمات
Mg من 88.7 g	Mg من 3.65 mol	Mg من 2.20×10^{24} atoms
Cr من 29.54 g	Cr من 0.5681mol	Cr من 3.420×10^{23} atoms
P من 1820 g	P من 58.8 mol	P من 3.54×10^{25} atoms
As من 42.6 g	As من 0.568 mol	As من 3.42×10^{23} atoms

47. a. 145 g

b. 0.332 g

48. a. 3.13×10^{20} atoms

b. 3.07×10^{21} atoms

49. Kr, Ar, Xe , Ne

50. 5.01×10^{23} atoms من C؛ 1.5×10^{23} atoms من Ca؛ 10.0 g من C تحتوي على ذرات أكثر.

51. كلاهما يحتوي 6.02×10^{24} atoms

52. 2.11×10^{23} atoms

التقويم الإضافي

الكتابة في الكيمياء

53. ستتنوع الإجابات. احرص على أن تشتمل النشرات على معلومات، من مثل: أن هيدرات الغاز الطبيعي (clathrate hydrates) مواد بلورية صلبة يكون الماء أساسًا في تركيبها وتشبه القطع الثلجية تتسبب في حبس جزيئات الهيدروكربونات الخفيفة. وتتكون في الطبيعة في المناطق القطبية كما وتم العثور عليها منحبسة بكميات في قيعان البحار والمحيطات. ستصبح هيدرات الغاز الطبيعي مصدرًا مهمًا للطاقة، وعلى الرغم من أنها تعد مصدرًا نظيفًا إلا أنها تتسبب في اطلاق كميات كبيرة من غاز الميثان الذي يتسبب في رفع درجة حرارة الجو.

54.

الجدول 2-4

بيانات وقود مكوك فضائي

المادة	الصيغة الجزيئية	الكتلة (g)	عدد المولات	عدد الجزيئات
الهيدروجين	H_2	1.04×10^8 g	5.14×10^7	3.09×10^{31}
الأكسجين	O_2	6.18×10^8 g	1.93×10^7	1.16×10^{31}
أحادي ميثيل الهيدرازين	CH_3NHNH_2	4909	1.07×10^2	6.44×10^{25}
رابع أكسيد النيتروجين	N_2O_4	7.95×10^6	8.64×10^4	5.2×10^{28}

46. أكمل الجدول 1-4:

جدول(1–4) بيانات الكتلة، والمول، والجسيمات

الكتلة	المولات	الجسيمات
	Mg من 3.65 mol	
Cr من 29.54 g		
		P من 3.54×10^{25} atoms
	As من 0.568 mol	

47. حول عدد الذرات فيما يلي إلى جرامات:

a. H من 8.65×10^{25} atom

b. O من 1.25×10^{22} atom

48. احسب عدد الذرات في كل عنصر مما يلي:

a. Zn من 0.034 g

b. 0.124 g من الماغنيسيوم

49. رتب تصاعديًّا بحسب عدد المولات:

3.00×10^{24} atoms من Ne، 4.25 mol من Ar ، 2.69×10^{24} atoms من Xe، 65.96 g من Kr

50. أيهما يحوي ذرات أكثر: 10.0 g من C، أم 10.0 g من Ca؟ وكم ذرة يحوي كل عنصر منهما؟

51. أيهما يحتوي على أكبر عدد من الذرات 10.0 mol من C أم 10.0 mol من Ca؟

52. خليط مكون من 0.250 mol من Fe و 1.20 mol من C ما عدد الذرات الكلي في هذا الخليط؟

التقويم الإضافي

الكتابة في الكيمياء

53. **الغاز الطبيعي**، هي مركبات كيميائية متبلورة . ابحث في هذه المركبات واعدّ نشرة تعليمية عنها للمستهلكين. يجب أن تناقش هذه النشرة تركيب هذه المركبات، ومكان وجودها، وأهميتها للمستهلكين، والآثار البيئية لاستعمالها.

54. يشتمل الجدول (2-4) على بيانات عن وقود مكوك فضاء؛ إذ لابد من توافر 3,164,445 L من الوقود السائل الأكسجين، الهيدروجين، أحادي ميثيل الهيدرازين (الكتلة المولية = 46.07 g/mol) رابع أكسيد النيتروجين (الكتلة المولية= 92.00 g/mol)، في خزانات الوقود لخطة الإقلاع. كتلتها الكلية 727,233 Kg. أكمل الجدول بحساب عدد المولات، الكتلة بالكيلوجرام، عدد الجزيئات.

جدول(2-4) بيانات وقود مكوك فضائي

المادة	الصيغة الجزيئية	الكتلة (g)	Moles	Molecules
الهيدروجين	H_2		5.14×10^7	
الأكسجين	O_2			1.16×10^{31}
أحادي ميثيل الهيدرازين	CH_3NHNH_2	4909		
رابع أكسيد النيتروجين	N_2O_4		8.64×10^4	

اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

1. إذا علمت أن الكتلة المولية للفورمالدهيد تساوي 30.0 g/mol، كم جرامًا يوجد في 2.000 mol من الفورمالدهيد؟

a. 30.00 g

b. 60.06 g

c. 182.0 g

d. 200.0 g

2. أي مما يلي لا يصف المول؟

a. وحدة تستخدم للعد المباشر للجسيمات.

b. عدد أفوجادرو من جزيئات مركب.

c. عدد الذرات في 12 g من C- 12 النقي.

d. وحدة النظام الدولي لكمية المادة.

3. إذا علمت أن الكتلة المولية لهيدروكسيد الصوديوم NaOH تساوي 40.0 g/mol. فما عدد المولات في 20.00 g منه؟

a. 0.50 mol

b. 1.00 mol

c. 2.00 mol

d. 4.00 mol

4. كم ذرة في 116.14 g من Ge؟

(الكتلة المولية = 72.59 g/mol).

a. 2.73×10^{25} atoms

b. 6.99×10^{25} atoms

c. 3.76×10^{23} atoms

d. 9.63×10^{23} atoms

5. ما كتلة جزيء واحد من الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$؟

(الكتلة المولية = 180 g/mol).

a. 6.02×10^{-23} g

b. 2.99×10^{-22} g

c. 2.16×10^{25} g

d. 3.34×10^{21} g

6. ما عدد ذرات الأكسجين في 18.94 g من $Zn(NO_3)_2$؟ (الكتلة المولية = 189 g/mol).

a. 3.61×10^{23} atom

b. 1.81×10^{23} atom

c. 6.02×10^{22} atom

d. 1.14×10^{25} atom

7. ما الكتلة المولية لأباتيت الفلور $Ca_5(PO_4)_3F$.

a. 314 g/mol

b. 344 g/mol

c. 442 g/mol

d. 504 g/mol

e. 524 g/mol

الأختبار المقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

1. b

2. a

3. a

4. d

5. b

6. a

7. d

مصادر تعليمية

- المصطلحات
- الجداول المرجعية

(أ)

أشعة ألفا Alpha Rays أشعة مكونة من جسيمات ألفا، وتنحرف في اتجاه الصفيحة السالبة الشحنة، عندما يمر شعاع من مصدر إشعاعي بين صفيحتين مشحونتين كهربائيًّا.

أشعة بيتا Beta Rays أشعة مكونة من جسيمات بيتا تنحرف باتجاه الصفيحة الموجبة الشحنة، عندما يمر شعاع من مصدر إشعاعي بين صفيحتين مشحونتين كهربائيًّا.

أشعة الكاثود Cathode Rays أشعة تصدر من الكاثود، وتنتقل إلى الأنود في أنبوب الأشعة الكاثودية.

أشعة جاما Gamma Rays أشعة عالية الطاقة، غير مشحونة، وليس لها كتلة، لا تنحرف في المجال المغناطيسي أو الكهربائي. وهي ترافق إشعاع ألفا أو بيتا عادة، ومسؤولة عن معظم الطاقة المفقودة خلال التحلل الإشعاعي.

الإشعاع Radiation إشعاعات وجسيمات تصدر من المواد المشعة.

الإلكترون Electron جسيم سالب الشحنة، سريع الحركة، كتلته صغيرة جدًّا ويوجد في كل مادة، ويتحرك في الفراغ المحيط بنواة الذرة.

الأيون المتفرج Spectator Ion الأيون الذي لا يشارك في التفاعل الكيميائي.

(ب)

البروتون Proton جسيم من مكونات نواة الذرة، وشحنته موجبة (+1).

(ت)

تفاعل الإحلال البسيط Single - Replacment Reaction تفاعل كيميائي يحدث عندما تحل ذرات أحد العناصر محل ذرات عنصر آخر في مركب.

تفاعل الإحلال المزدوج Double - Replacment Reaction تفاعل كيميائي يحدث عن تبادل أيونات مادتين وينشأ عنه غاز، أو راسب، أو ماء.

التحلل الإشعاعي Radioactive Decay عملية فقد الأنوية غير المستقرة الطاقة بإصدار الإشعاع بشكل تلقائي.

التفاعل الكيميائي Chemical Reaction عملية يتم فيها إعادة ترتيب ذرات مادة أو مواد وتكوين مواد مختلفة ويستدل على حدوثها التفاعل بتغير درجة الحرارة، أو اللون، أو الرائحة، أو الحالة الفيزيائية.

التفاعل النووي Nuclear Reaction تفاعل يتضمن التغير في نواة الذرة.

تفاعل الإحتراق Combustion Reaction تفاعل يحدث بين مادة والأكسجين وينتج عنها طاقة في صورة ضوء وحرارة.

تفاعل التفكك Decomposition Reaction تفاعل يحدث نتيجة لتفكك أحد المركبات إلى عنصرين أو أكثر أو إلى مركبات جديدة.

تفاعل التكوين Synthesis Reaction تفاعل كيميائي تتحد فيه مادتين أو أكثر لإنتاج مادة واحدة.

تغير الحالة State Change تحول المادة من حالة إلى أخرى.

التغير الكيميائي Chemical Change العملية التي تتضمن تغير مادة أو أكثر إلى مواد جديدة، ويسمى أيضًا التفاعل الكيميائي.

التغير الفيزيائي Physical Change التغير الذي يؤثر في الخواص الفيزيائية للمادة دون أن يغير تركيبها.

(ج)

الجدول الدوري للعناصر Periodic Table of Elements جدول ينظم كل العناصر المعروفة في شبكة من الصفوف الأفقية (دورات) والصفوف العمودية (مجموعات من العائلات) مرتبة تصاعديا حسب العدد الذري.

الجزيء Molecule يتكون من ارتباط ذرتين أو أكثر وتكون طاقته أقل من طاقة الذرات الداخلة في تركيبه

جسيمات بيتا Beta Particles إلكترونات عالية السرعة، شحنتها (1−)، وتصدر خلال التحلل الإشعاعي وتمثل بالرمز β^{0}_{-1}.

جسيمات ألفا Alpha Particles جسيمات تحتوي بروتونين ونيوترونين، وشحنتها (2+) وتكافئ نواة ذرة هيليوم −4، وتمثل بالرمز $^{4}_{2}He$ ، وتصدر خلال التحلل الإشعاعي.

(ح)

حالات المادة States of Matter الأشكال الفيزيائية للمادة في وضعها الطبيعي على الأرض: الصلبة، والسائلة، والغازية.

(خ)

الخاصية الفيزيائية Physical Property الخاصية التي يمكن ملاحظتها أو قياسها دون تغيير تركيب العينة.

الخاصية الكيميائية Chemical Property قدرة مادة ما على الاتحاد مع غيرها أو التحول إلى مادة أخرى.

(ذ)

الذرة Atom أصغر جسيم في العنصر، لها جميع خواص العنصر، متعادلة الشحنة، شكلها كروي، تتكون من الإلكترونات والبروتونات والنيوترونات.

(ر)

الراسب Precipitate مادة صلبة تتكون خلال التفاعل الكيميائي لمحلول ما.

(س)

السائل Liquid نوع من المادة لها صفة الجريان، وحجمها ثابت، وتأخذ شكل الوعاء الذي توضع فيه.

(ع)

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 فيزيائية أو كيميائية.

عدد أفوجادرو Avogadro's Number هو 6.0221367×10^{23}، وهو عبارة عن عدد الجسيمات مثل الذرات أو الجزيئات أو الأيونات أو وحدات الصيغ الكيميائية في مول واحد.

(غ)

الغاز Gas شكل من أشكال المادة تأخذ شكل الإناء الذي توجد فيه، وتملؤه تمامًا، وهي قابلة للانضغاط.

(ق)

قانون بقاء الكتلة Law of Conservation of Mass القانون الذي ينص على أن الكتلة لا تفنى ولا تستحدث في أثناء التفاعل الكيميائي.

قانون النسب الثابتة Law of Definite Proportions القانون الذي ينص على أن المركب يتكون دائمًا من العناصر نفسها بنسب كتلية ثابتة مهما اختلفت كميته.

قانون النسب المتضاعفة Law of Multiple Proportions القانون الذي ينص على أنه عند تكوين مركبات مختلفة من اتحاد العناصر نفسها فإن النسبة بين كتل أحد العناصر التي تتحد مع كمية ثابتة من عنصر آخر في هذه المركبات هي نسبة عددية بسيطة وصحيحة.

(ك)

الكتلة الذرية المتوسطة Average Atomic Mass متوسط كتلة نظائر العنصر.

الكتلة Mass مقياس لكمية المادة.

الكتلة المولية Molar Mass الكتلة بالجرامات لواحد مول من أي مادة نقية

الكيمياء Chemistry العلم الذي يهتم بدراسة المادة والتغيرات التي تحدث لها.

(م)

المتفاعلات Reactants المواد التي يبدأ بها التفاعل الكيميائي.

المادة الكيميائية Chemical Substance مادة لها تركيب محدد وثابت، وتسمى أيضًا المادة النقية.

المادة الصلبة Solid شكل من أشكال المادة، لها شكل وحجم محددان.

المحلول Solution مخلوط منتظم التركيب يمكن أن يحوي مواد صلبة، أو سائلة، أو غازية، ويسمى أيضًا مخلوطًا متجانسًا.

المذاب Solute مادة أو أكثر مذابة في محلول.

المذيب Solvent المادة التي تذيب المذاب وتحتويه، وعادة تكون أكبر مكونات المحلول.

المعادلة الأيونية الكاملة Complete Ionic Equation معادلة أيونية تظهر كافة الجسيمات في المحلول.

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 الكيميائية الموزونة Balancing Chemical Equation تعبير يستعمل الصيغ الكيميائية لتوضيح أنواع المواد المتضمنة في التفاعل الكيميائي وكمياتها النسبية.

المعادلة النووية Nuclear Equation نوع من المعادلات تبين العدد الذري والعدد الكتلي للدقائق المتضمنة في التفاعل.

المعامل Factor أبسط نسبة عددية صحيحة لكميات كل من المتفاعلات والنواتج.

المركب Compound مزيج مكون من عنصرين أو أكثر متحدين كيميائيًا، ويمكن تحليله إلى مواد أبسط بالطرق

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 النقية التي تحتوي على 6.02×10^{23} من الجسيمات.

(ن)

النسبة المئوية بالكتلة Mass Percentage نسبة كتلة كل عنصر في مركب إلى كتلة المركب الكلية معبرًا عنها كنسبة مئوية.

النظائر Isotopes ذرات لنفس العنصر، تختلف في عدد النيوترونات.

نظرية دالتون الذرية Dalton's Atomic Theory تبين أن المادة مكونة من جسيمات صغيرة جدًّا تسمى الذرات، وهي غير مرئية ولا تتجزأ. ذرات عنصر ما متشابهة في الحجم، والكتلة، والخصائص الفيزيائية، وتختلف عن ذرات أي عنصر آخر. الذرات المختلفة تتحد بنسبة عددية بسيطة وتكون المركبات. وخلال التفاعل الكيميائي قد تنفصل الذرات أو تتحد أو يعاد ترتيبها.

النشاط الإشعاعي Radioactivity العملية التي تقوم من خلالها بعض المواد بإصدار الإشعاعات تلقائيًّا.

النموذج Model تفسير مرئي، أو لفظي، أو رياضي للبيانات التجريبية.

النواتج Products المواد التي تتكون خلال التفاعل الكيميائي.

النواة Nucleus مركز الذرة الصغير جدًّا، موجب الشحنة، كثيف، يحتوي على البروتونات الموجبة والنيوترونات غير المشحونة.

النيوترون Neutron (دقيقة) غير مشحونة في نواة الذرة، وكتلتها قريبة من كتلة البروتون.

(و)

وحدة الكتلة الذرية Atomic Mass Unit هي $\frac{1}{12}$ من كتلة الكربون – 12 (الذرة المعيارية) وتساوي تقريبًا كتلة بروتون واحد أو نيوترون واحد.

الوزن Weight مقياس لكمية المادة، ولقوة جذب الأرض للمادة أيضًا.

جدول أيونات ذرات العناصر أحادية الشحنة الأكثر شيوعًا

1	2	11	12	13	15	16	17
H^+							
Li^+	Be^{2+}				N^{3-}	O^{2-}	F^-
Na^+	Mg^{2+}			Al^{3+}	P^{3-}	S^{2-}	Cl^-
K^+	Ca^{2+}		Zn^{2+}	Ga^{3+}		Se^{2-}	Br^-
Rb^+	Sr^{2+}	Ag^+	Cd^{2+}	In^{3+}			I^-
Cs^+	Ba^{2+}						

جدول أيونات ذرات العناصر الشائعة متغيرة الشحنة

4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ti^{2+} Ti^{3+}	V^{2+} V^{3+}	Cr^{2+} Cr^{3+} Cr^{6+}	Mn^{2+} Mn^{3+} Mn^{7+}	Fe^{2+} Fe^{3+}	Co^{2+} Co^{3+}	Ni^{2+} Ni^{3+}	Cu^+ Cu^{2+}			Ge^{2+} Ge^{4+}
						Pd^{2+} Pd^{3+}				Sn^{2+} Sn^{4+}
						Pt^{2+} Pt^{2+}	Au^+ Au^{3+}	Hg^+ Hg^{2+}	Tl^+ Tl^{3+}	Pb^{2+} Pb^{4+}

جدول الأيونات الشائعة متعددة الشحنة

النيتروجين

N^{3-}	النيتريد
NO_2^-	النيتريت
NO_3^-	النترات
NH_4^+	الأمونيوم

الفوسفور

P^{3-}	فوسفيد
PO_3^{3-}	فوسفيت
HPO_3^{2-}	فوسفيت هيدروجينية
PO_4^{3-}	فوسفات
HPO_4^{2-}	فوسفات هيدروجينية
$H_2PO_4^-$	فوسفات ثنائي الهيدروجين

الكبريت

S^{2-}	كبريتيد
SO_3^{2-}	كبريتيت
HSO_3^-	كبريتيت هيدروجينية
SO_4^{2-}	كبريتات
HSO_4^-	كبريتات هيدروجينية
$S_2O_3^{2-}$	ثيوكبريتات
$S_2O_7^{2-}$	ثنائي كبريتات

الكربون

C^{4-}	كربيد
CO_3^{2-}	كربونات
HCO_3^-	كربونات هيدروجينية
CN^-	سيانيد
$HCOO^-$	ميثانوات (فورمات)
CH_3COO^-	إيثانوات (أسيتات)
$C_2O_4^{2-}$	أوكسالات

الأكسجين

O^{2-}	أكسيد
O_2^{2-}	فوق أكسيد
OH^-	هيدروكسيد

الكلور

Cl^-	كلوريد
ClO_4^-	فوق كلورات
ClO_3^-	كلورات
ClO_2^-	كلوريت
ClO^-	هيبوكلوريت

فلزات وأشباه فلزات

MnO_4^-	بيرمنجنات
CrO_4^{2-}	كرومات
$Cr_2O_7^{2-}$	دايكرومات
AsO_4^{3-}	زرنيخات
SiO_4^{4-}	سيليكات

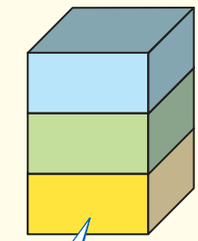
أيونات شائعة أخرى

BO_3^{3-}	بورات
BrO_3^-	برومات
IO_3^-	أيودات
IO_4^-	فوق أيودات
OCN^-	سيانات
SCN^-	ثيوسيانات

بعض الايونات المختلطة

HS^-	كبريتيدات هيدروجينية
$NH_4PO_4^{2-}$	فوسفات الامونيوم
$HC_2O_4^-$	أوكسالات هيدروجينية
$Fe(CN)_6^{3-}$	سداسي سيانو الحديد

الجدول الدوري للعناصر



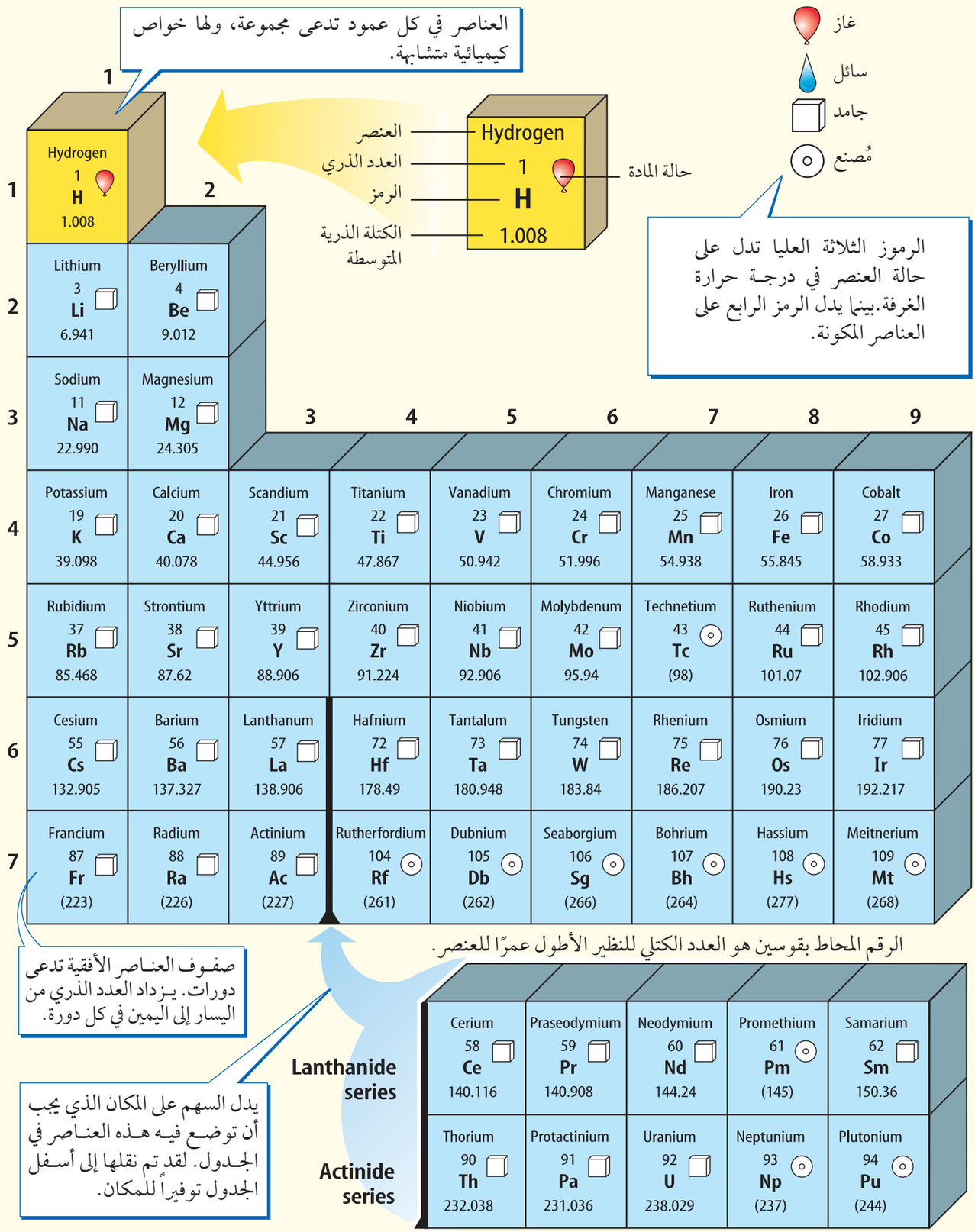
يدل لون صندوق كل عنصر على كونه فلزًّا أو شبه فلز أو لافلز.

10	11	12	13	14	15	16	17	18
								Helium 2 **He** 4.003
			Boron 5 **B** 10.811	Carbon 6 **C** 12.011	Nitrogen 7 **N** 14.007	Oxygen 8 **O** 15.999	Fluorine 9 **F** 18.998	Neon 10 **Ne** 20.180
			Aluminum 13 **Al** 26.982	Silicon 14 **Si** 28.086	Phosphorus 15 **P** 30.974	Sulfur 16 **S** 32.065	Chlorine 17 **Cl** 35.453	Argon 18 **Ar** 39.948
Nickel 28 **Ni** 58.693	Copper 29 **Cu** 63.546	Zinc 30 **Zn** 65.409	Gallium 31 **Ga** 69.723	Germanium 32 **Ge** 72.64	Arsenic 33 **As** 74.922	Selenium 34 **Se** 78.96	Bromine 35 **Br** 79.904	Krypton 36 **Kr** 83.798
Palladium 46 **Pd** 106.42	Silver 47 **Ag** 107.868	Cadmium 48 **Cd** 112.411	Indium 49 **In** 114.818	Tin 50 **Sn** 118.710	Antimony 51 **Sb** 121.760	Tellurium 52 **Te** 127.60	Iodine 53 **I** 126.904	Xenon 54 **Xe** 131.293
Platinum 78 **Pt** 195.078	Gold 79 **Au** 196.967	Mercury 80 **Hg** 200.59	Thallium 81 **Tl** 204.383	Lead 82 **Pb** 207.2	Bismuth 83 **Bi** 208.980	Polonium 84 **Po** (209)	Astatine 85 **At** (210)	Radon 86 **Rn** (222)
Darmstadtium 110 **Ds** (281)	* Unununium 111 **Uuu** (272)	* Ununbium 112 **Uub** (285)		* Ununquadium 114 **Uuq** (289)		** 116		** 118

* أسماء رموز العناصر 111–114 مؤقتة، وسيتم اختيار أسماء نهائية لها عند التأكد من اكتشافها.

** كان يظن أن العنصرين 116و 118 قد تم تكوينهما، ولكن تم التراجع عن ذلك؛ لأنه لم يمكن إعادة التجارب المتعلقة بهما.

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)


العناصر في كل عمود تدعى مجموعة، ولها خواص كيميائية متشابهة.
غاز
سائل
جامد
مُصنع
العنصر
العدد الذري
الرمز
الكتلة الذرية المتوسطة
حالة المادة
Hydrogen
1
H
1.008
الرموز الثلاثة العليا تدل على حالة العنصر في درجة حرارة الغرفة. بينما يدل الرمز الرابع على العناصر المكونة.
1 2 3 4 5 6 7 8 9
1 Hydrogen 1 H 1.008
2 Lithium 3 Li 6.941 | Beryllium 4 Be 9.012
3 Sodium 11 Na 22.990 | Magnesium 12 Mg 24.305
4 Potassium 19 K 39.098 | Calcium 20 Ca 40.078 | Scandium 21 Sc 44.956 | Titanium 22 Ti 47.867 | Vanadium 23 V 50.942 | Chromium 24 Cr 51.996 | Manganese 25 Mn 54.938 | Iron 26 Fe 55.845 | Cobalt 27 Co 58.933
5 Rubidium 37 Rb 85.468 | Strontium 38 Sr 87.62 | Yttrium 39 Y 88.906 | Zirconium 40 Zr 91.224 | Niobium 41 Nb 92.906 | Molybdenum 42 Mo 95.94 | Technetium 43 Tc (98) | Ruthenium 44 Ru 101.07 | Rhodium 45 Rh 102.906
6 Cesium 55 Cs 132.905 | Barium 56 Ba 137.327 | Lanthanum 57 La 138.906 | Hafnium 72 Hf 178.49 | Tantalum 73 Ta 180.948 | Tungsten 74 W 183.84 | Rhenium 75 Re 186.207 | Osmium 76 Os 190.23 | Iridium 77 Ir 192.217
7 Francium 87 Fr (223) | Radium 88 Ra (226) | Actinium 89 Ac (227) | Rutherfordium 104 Rf (261) | Dubnium 105 Db (262) | Seaborgium 106 Sg (266) | Bohrium 107 Bh (264) | Hassium 108 Hs (277) | Meitnerium 109 Mt (268)
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 توفيراً للمكان.
Lanthanide series
Actinide series
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)

مطبعة أوال
awalpress

التعليم
محتقبل البحرين