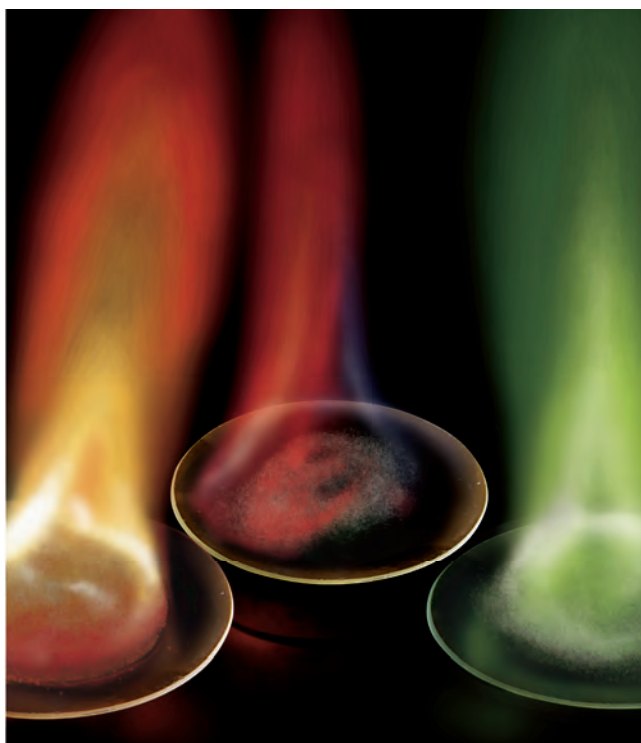


# الكيمياء

الصف الأول الثانوي - الفصل الدراسي الثاني



دليل المعلم

# الكيمياء

Original Title:

## Chemistry

### Matter and Change

By:

Thandi Buthelezi  
Cheryl Wistrom  
Nicholas Hainen  
Laurel Dingrando  
Dinah Zike

أعدت النسخة العربية: شركة العبيكان للتعليم

التحرير والمراجعة والمواءمة

موسى عطا الله الطراونه

ناصر بن محمد بن طرجم الدوسري

عمر سليم دعباس

التعريب والتحرير اللغوي

نخبة من المتخصصين

الإشراف

د. أحمد محمد رفيع

المشرف على لجان المراجعة

د. محمد بن عبد الله الزغبيني

المراجعة والاعتماد النهائي

عبد العزيز بن محمد السالم

[www.macmillanmh.com](http://www.macmillanmh.com)

[www.obeikaneducation.com](http://www.obeikaneducation.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 الطبع الإنجليزية محفوظة لشركة ماجروهل © ٢٠٠٨ م.

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

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

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

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

لقد تم تنظيم منهج الكيمياء في المرحلة الثانوية بحيث يغطي أبرز المفاهيم الأساسية في علم  
الكيمياء، ويراعي التدرج في تقديم المحتوى. وجاءت لغة الكتاب علمية يسيرة وممتعة تثير حب  
استطلاع الطلاب إلى مزيد من البحث والاستقصاء. كما استند تنظيم المحتوى إلى معايير محددة  
وشاملة مدعومة بنتائج عدد كبير من البحوث والدراسات التربوية. ومن أهم ما يميز محتوى الكيمياء  
الاهتمام بمنحى الاستقصاء العلمي في التعلم، وهو النموذج المبني على حل المشكلات، والمنطلق  
من الأسئلة والاستفسارات التي يثيرها الطلاب، مع تأكيد استراتيجية التعلم التعاوني.

ويأتي دليل المعلم مرشداً ومعيناً لمعلمي ومعلمات الكيمياء في التخطيط والتنفيذ الفعال لمحتوى  
كتاب الطالب؛ إذ يتضمن دليل المعلم استعراضاً تمهيدياً لمحتواه، وأقسامه، وأهدافه، ودليلاً لأبرز  
الأفكار الأساسية اللازمة لتقديم تعليم فعال داخل الغرفة الصفية. ويجد المعلم مخططاً تنظيمياً لكل  
فصل من فصول كتاب الطالب، يتضمن أهداف كل قسم، ومصادر تقويم التعلم، وقائمة بالمواد  
والأدوات المخبرية اللازمة، إضافة إلى قائمة المواد الإثرائية الداعمة، ومنها شرائح التركيز والتعليم  
ومهارات الرياضيات، والتجارب العملية، ومصادر الفصول، ودفتر العلوم. ثم يجد إرشادات لتقديم  
الفكرة العامة للفصل، وكيفية الانتقال من خلالها إلى الأفكار الرئيسة لأقسام الفصل.

تُنظَّم عملية التدريس من خلال دورة التعليم الفعال التي تشتمل على خطوات التركيز والتدريس  
والتقويم؛ حيث يجد المعلم الإرشادات والتعليمات اللازمة لتنفيذ هذه الخطوات بفاعلية. وتتضمن  
هذه الدورة النشاطات التي تراعي مستويات التحصيل دون المستوى، وضمن المستوى، وفوق  
المستوى. وتتوزع هذه النشاطات على خطوات دورة التعليم؛ ففي خطوة التركيز، يجد المعلم إشارة  
إلى توظيف شريحة التركيز، وكيفية تقديم الفكرة الرئيسة، والكشف عن المعرفة السابقة لدى الطلاب  
حول موضوع القسم. وتتضمن خطوة التدريس - التي تعد الخطوة الرئيسة في دورة التعليم - إرشادات  
خاصة بتقديم المفاهيم الواردة في المحتوى، ومنها العروض العملية السريعة، أو العروض العملية

التوضيحية، وكيفية معالجة المفاهيم الشائعة غير الصحيحة، وتطوير المفاهيم، وتقديم أمثلة إضافية في الصف، وخلفية نظرية عن المحتوى لتزويد المعلم بمعلومات إضافية. وفي خطوة التقويم، يجد المعلم مقترحات للتحقق من الفهم، وإعادة التدريس، والتوسع. ويلاحظ المعلم من خلال الخطوات الثلاث أن عمليات التقويم تظهر بشكل مستمر بأنواعه الثلاثة التمهيدي والبنائي والختامي.

كما يقترح الدليل استراتيجيات وطرائق تدريسٍ تساعد المعلم على تنويع التعلم بما يتناسب مع حاجات الطلاب المختلفة، ويوفر الإجابات لجميع الأسئلة والاستفسارات المطروحة في كتاب الطالب. ويشتمل الدليل كذلك على محتوى كتاب الطالب الذي تم ترتيبه بطريقة تسهل على المعلم التعامل مع كل بندٍ من بنوده؛ فهناك عدد كبير من الهوامش والإرشادات الموجهة للمعلم توضح كيفية تقديم المحتوى للطلاب.

وإذ نضع هذا الدليل بين أيدي زملاء والزميلات، فإننا نأمل ألا يقيدهم، بل يكون مصدرًا من المصادر الداعمة لهم لإبراز قدراتهم الإبداعية، وتنمية مهاراتهم؛ لتحقيق أهداف المنهج.

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

# قائمة المحتويات

4	المقدمة
7	نموذج السلامة في المختبرات
8	المواد المخبرية
10A	المخطط التنظيمي للفصل 4: التفاعلات الكيميائية
12	<b>4-1 التفاعلات والمعادلات</b>
23	<b>4-2 تصنيف التفاعلات الكيميائية</b>
33	<b>4-3 التفاعلات في المحاليل المائية</b>
45	دليل مراجعة الفصل
46	تقويم الفصل
50	اختبار مقنن
52A	المخطط التنظيمي للفصل 5: المول
54	<b>5-1 قياس المادة</b>
60	<b>5-2 الكتلة والمول</b>
68	<b>5-3 مولات المركبات</b>
76	<b>5-4 الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية</b>
86	<b>5-5 صيغ الأملاح المائية</b>
92	دليل مراجعة الفصل
94	تقويم الفصل
98	اختبار مقنن
100	المصطلحات
102	الجدول الدوري للعناصر

## نموذج السلامة في المختبرات الاحتياطات 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 حية	مخلوقات ومواد حية قد تسبب ضرراً للإنسان.	البكتيريا، الفطريات، الدم، الأنسجة غير المحفوظة، المواد النباتية.	تجنب ملامسة الجلد لهذه المواد، والبس قناعاً (كامامة) وقفازات.	أبلغ معلمك في حالة حدوث ملامسة للجسم، واغسل يديك جيداً.
 درجة حرارة مرتفعة أو منخفضة	الأشياء التي قد تحرق الجلد بسبب حرارتها أو برودتها الشديتين.	غليان السوائل، السخانات الكهربائية، الجليد الجاف، النيتروجين السائل.	استعمال قفازات واقية.	اذهب إلى معلمك طلباً للإسعاف الأولي.
 الأجسام الحادة	استعمال الأدوات والزجاجات التي تجرح الجلد بسهولة.	المقصات، الشفرات، السكاكين، الأدوات المدببة، أدوات التشريح، الزجاج المكسور.	تعامل بحكمة مع الأداة، واتبع إرشادات استعمالها.	اذهب إلى معلمك طلباً للإسعاف الأولي.
 الأبخرة	خطر محتمل على الجهاز التنفسي من الأبخرة.	الأمونيا، الأستون، الكبريت الساخن، كرات العث (النفضالين).	تأكد من وجود تهوية جيدة، ولا تشم الأبخرة مباشرة، وارقد قناعاً (كامامة).	اترك المنطقة، وأخبر معلمك فوراً.
 الكهرباء	خطر محتمل من الصعق الكهربائي أو الحريق.	تأريض غير صحيح، سواكل منسكية، أسلاك معزاة.	تأكد من التوصيلات الكهربائية للأجهزة بالتعاون مع معلمك.	لا تحاول إصلاح الأعطال الكهربائية، وأخبر معلمك فوراً.
 المواد المهيجة	مواد قد تهيج الجلد أو الغشاء المخاطي للقناة التنفسية.	حبوب اللقاح، كرات العث، الصوف والفولاذ، ألياف الزجاج، برمنجنات البوتاسيوم.	ارتد قناعاً (كامامة) واقياً من الغبار وقفازات، وتصرف بحذر شديد عند تعاملك مع هذه المواد.	اذهب إلى معلمك طلباً 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 ابتلعت أو استنشقت أو لمست.	الزئبق، العديد من المركبات الفلزية، اليود، النباتات السامة.	اتبع تعليمات معلمك.	اغسل يديك جيداً بعد الانتهاء من العمل، واذهب إلى معلمك طلباً للإسعاف الأولي.
 مواد قابلة للاشتعال	بعض الكيماويات يسهل اشتعالها باللهب، أو الشرر، أو عند تعرضها للحرارة.	الكحول، الكيروسين، الأستون، برمنجنات البوتاسيوم، الملابس، الشعر.	تجنب مناطق اللهب المشتعل عند استخدام هذه الكيماويات.	أبلغ معلمك فوراً، واستعمل طفاية الحريق.
 اللهب المشتعل	ترك اللهب مفتوحاً 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 جيداً بعد الاستعمال، واذهب إلى معلمك طلباً للإسعاف الأولي.

 غسل اليدين	 سلامة العين	 سلامة الحيوانات	 وقاية الملابس	 يجب دائماً ارتداء نظارات واقية عند العمل في المختبر.	 كل تجربة بالماء والصابون قبل نزع النظارات الواقية.
اغسل يديك بعد كل تجربة بالماء والصابون قبل نزع النظارات الواقية.	يجب دائماً ارتداء نظارات واقية عند العمل في المختبر.	يشير هذا الرمز للتأكيد على سلامة الحيوانات.	يظهر هذا الرمز على عبوات المواد التي يمكن أن تبقع الملابس أو تحرقها.		
		نشاط إشعاعي			
		عندما تستعمل مواد مشعة.			

## قائمة المواد والأدوات

يمكن أن تساعدك هذه القائمة للأدوات والمواد غير المستهلكة التي يمكن الحصول عليها بسهولة على إجراء التجارب. لذا ارجع إلى المخطط التنظيمي في بداية كل فصل لتعرف المواد والأدوات المطلوبة لكل نشاط مخبري فيه.

### المواد والأدوات غير المستهلكة

مقياس حرارة	ماصات	ساق تحريك	مخبر مدرج 25 mL	كأس 100 mL
أنابيب اختبار	عبوة زجاجية بغطاء	طبق تبخير	قطارة	أنبوب اختبار مع غطاء
طبق تفاعلات بلاستيكي	قاطع أسلاك	كأس زجاجية 250 mL	ميزان حساس	دورق 25 mL
ميزان رقمي	زجاجات محاليل بغطاء 250 mL	مسطرة	مخبر مدرج 100 mL	كأس سعة 150 mL
حامل حلقة	موقد بنسن	قطع برونز	مقص	كيس قطع عملة معدنية
ملقط بوتقة	مثلث خزفي	بوتقة ذات غطاء	ملعقة	حامل أنبوب اختبار



## المواد المختبرية

### المواد والأدوات المستهلكة

الكاشف العام	أقراص فؤارة	خارصين	يود صلب	ماء مقطر
قطع حديد مجلفنة بالخارصين	سلك نحاسي	سلك ألومنيوم	شريط ماغنيسيوم	شرائط معدنية عدد (4)
ورق صنفرة	مشابك ورق	علكة	مسحوق Al	خراطة نحاس
سكر	فحم	حبوب ذرة	مناشف ورقية	مسمار حديد
ملقط بلاستيكي	زيت طبخ	ورق ألومنيوم		

### المواد الكيميائية

محلول نترات الخارصين $Zn(NO_3)_2$	حمض الهيدروكلوريك HCl	محلول يوديد البوتاسيوم KI	محلول نترات الفضة $AgNO_3$
نترات الكالسيوم $Ca(NO_3)_2$	كربونات الصوديوم $Na_2CO_3$	نترات الماغنسيوم $Mg(NO_3)_2$	نترات الألومنيوم $Al(NO_3)_3$
كلوريد الصوديوم NaCl	إيثانول $CH_3CH_2OH$	كبريتات الماغنسيوم $MgSO_4$	هيدروكسيد الصوديوم NaOH
			أكسيد النحاس II CuO

# المخطط التنظيمي للفصل 4 : التفاعلات الكيميائية Chemical Reactions

الفكرة العامة **تُحوّل التفاعلات الكيميائية المتفاعلات إلى نواتج، مما يؤدي إلى إطلاق طاقة أو امتصاصها.**

أهداف القسم	القسم
<ol style="list-style-type: none"><li>1. يكتب التوزيع الإلكتروني لبعض ذرات العناصر.</li><li>2. يتعرف مؤشرات حدوث التفاعل الكيميائي.</li><li>3. يمثل التفاعلات الكيميائية بمعادلات.</li><li>4. يزن المعادلات الكيميائية.</li></ol>	<h2>4-1 التفاعلات والمعادلات</h2> <p>الفكرة الرئيسية <b>تمثل التفاعلات الكيميائية بمعادلات كيميائية موزونة.</b></p>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. يصنف التفاعلات الكيميائية.</li><li>2. يحدد مميزات الأنواع المختلفة للتفاعلات الكيميائية.</li></ol>	<h2>4-2 تصنيف التفاعلات الكيميائية</h2> <p>الفكرة الرئيسية <b>هناك أربعة أنواع من التفاعلات الكيميائية هي: التكوين، والاحتراق، والتفكك، والإحلال.</b></p>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. يصف المحاليل المائية.</li><li>2. يكتب معادلات أيونية كاملة ومعادلات أيونية نهائية للتفاعلات الكيميائية في المحاليل المائية.</li><li>3. يتوقع هل ستؤدي التفاعلات في المحاليل المائية إلى إنتاج راسب، أو ماء، أو غاز.</li></ol>	<h2>4-3 التفاعلات في المحاليل المائية</h2> <p>الفكرة الرئيسية <b>تحدث تفاعلات الإحلال المزدوج بين المواد في المحاليل المائية، منتجةً راسب، أو ماء، أو غازات.</b></p>

تعلم تعاوني

ف م فوق المستوى

ض م ضمن المستوى

د م دون المستوى

الزمن المقترح للتدريس - الفصل 4 / التفاعلات الكيميائية (11 حصة)

القسم	4-1	4-2	4-3	التقويم
عدد الحصص	3	3	3	2

مصادر تقويم التعلم	المواد الإثرائية الداعمة	المواد والأدوات المختبرية
<p><b>متابعة التقدم</b> تقويم بنائي، صفحة 14، 17، 21 تقويم القسم، صفحة 22</p>	<p>كراسة الملاحظات التفاعلية <b>ض م</b></p> <p><b>مصادر الفصول</b></p> <p>دليل المراجعة <b>ض م</b></p> <p>شريحة التركيز رقم 13 <b>د م</b></p> <p>شريحة التعليم رقم 12، 13 <b>ض م</b></p> <p>شريحة مهارات الرياضيات رقم 4 <b>ض م</b></p>	<p>تجربة استهلاكية صفحة 11: 15 دقيقة ماء مقطر، كأس 100 mL، مخبار مدرج 25 mL، ساق تحريك، ماصة، مقياس حرارة، محلول الأمونيا (10 mol/L) الكاشف العام، أقراص فوّارة.</p> <p>عرض توضيحي صفحة 18: 15 دقيقة خارصين، يود صلب، أنبوب اختبار مع غطاء، قطارة، طبق تبخير، عبوة زجاجية بغطاء، ماء مقطر، أنابيب اختبار.</p> <p>عرض سريع صفحة 19: 10 دقائق محلول نترات الفضة، محلول يوديد البوتاسيوم، دورق 25 mL، ميزان حساس.</p>
<p><b>متابعة التقدم</b> تقويم بنائي، صفحة 28 ماذا قرأت؟ صفحة 28، 31 تقويم القسم، صفحة 32</p>	<p>كراسة الملاحظات التفاعلية <b>ض م</b></p> <p><b>مصادر الفصول</b></p> <p>دليل المراجعة <b>ض م</b></p> <p>شريحة التركيز رقم 14 <b>د م</b></p> <p>شريحة التعليم رقم 14، 15 <b>ض م</b></p>	<p>عرض سريع صفحة 27: 15 دقيقة قطع حديد مجلفنة بالخارصين، كأس زجاجية 250 mL، حمض الهيدروكلوريك المخفف.</p> <p>مختبر الكيمياء صفحة 44: 45 دقيقة <math>1.0 \text{ M Zn (NO}_3)_2</math>، ماصات، قاطع أسلاك، سلك نحاسي، <math>1.0 \text{ M Al (NO}_3)_3</math>، سلك ألومنيوم، شريط ماغنسيوم، <math>1.0 \text{ M Cu (NO}_3)_2</math>، شرائط معدنية عد 4، ورق صنغرة، <math>1.0 \text{ M Mg (NO}_3)_2</math>، طبق تفاعلات بلاستيكي.</p>
<p><b>متابعة التقدم</b> تقويم بنائي، صفحة 40 ماذا قرأت؟ صفحة 35، 37، 40 تقويم القسم، صفحة 42</p> <p><b>تقويم ختامي</b> تقويم الفصل صفحة 46</p>	<p>كراسة الملاحظات التفاعلية <b>ض م</b></p> <p><b>مصادر الفصول</b></p> <p>دليل المراجعة <b>ض م</b></p> <p>شريحة التركيز رقم 15 <b>د م</b></p> <p>شريحة التعليم رقم 16 <b>ض م</b></p> <p>شريحة مهارات الرياضيات رقم 5 <b>ض م</b></p>	<p>عرض سريع صفحة 34: 10 دقائق كربونات الصوديوم، أنابيب اختبار، نترات الكالسيوم</p> <p>تجربة صفحة 35: 30 دقيقة ماء مقطر، كأس سعة 150 mL (عدد 2)، 4g من NaOH، 6g من <math>\text{MgSO}_4</math>، مخبار مدرج سعة 100 mL.</p>



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

#### 1-4 التفاعلات والمعادلات

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

#### 2-4 تصنيف التفاعلات الكيميائية

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

#### 3-4 التفاعلات في المحاليل المائية

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

#### حقائق كيميائية

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

**التغيرات الفيزيائية والكيميائية** لتقديم الفكرة العامة لهذا الفصل ناقش الطلاب حول ما يحدث عند حرق الخشب على أن تشمل الأمثلة على حريق في غابة أو موقد يحرق فيه الخشب. اطلب إليهم أن يميزوا بين التغيرات الفيزيائية والكيميائية. **التغير الفيزيائي لا يؤثر في التركيب الكيميائي للمادة، أما التغير الكيميائي فيغير هذا التركيب.** اطلب إليهم أيضاً أن يعددوا التغيرات الفيزيائية والكيميائية التي تحدث للخشب. **قد تشمل التغيرات الفيزيائية على جذع الشجرة إلى قطع صغيرة، مسافة على حين قد تشمل التغيرات الكيميائية على عملية البناء الضوئي لصنع الغذاء للنبات.**

واسأل الطلاب ما إذا كان حرق أية مادة يؤدي إلى تغير كيميائي، واطلب إليهم إعطاء أمثلة على ذلك. **نعم، الورق، الفحم، والبتروول.** اسألهم عن نوع التغير الذي يحدث عند حرق الخشب، وأن يعللوا استجاباتهم. **حدث تغير كيميائي لأن الخشب تحول إلى رماد.**

### الربط بالمعرفة السابقة

اطلب إلى الطلاب مراجعة الآتي قبل دراسة هذا الفصل: كتابة صيغ المركبات الأيونية، والمركبات الجزيئية.

### استعمال الصورة

**حرق المواد** اطلب إلى الطلاب 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 أيضاً أن يعددوا بعض التغيرات التي تحدث خلال حريق الغابة وبعده، وكيف تؤثر هذه التغيرات في البيئة والمخلوقات الحية في الغابة. **ستتنوع الإجابات، ولكنها قد تشمل على تدمير مصادر الغذاء للحيوانات، وتدمير مساكنها التي تحميها من تغيرات الطقس والحيوانات المفترسة، وتلويث المياه.**

## تجربة استهلاكية

الهدف يصنف الطلاب التغيرات إلى فيزيائية أو كيميائية، ويحددون أدلة على حدوث التغير الكيميائي.

احتياطات السلامة تأكد من تعبئة الطلاب لبطاقة السلامة في المختبر قبل بدء العمل، وراجع معهم مخاطر استعمال الأمونيا.

تحذير: أبخرة الأمونيا مهيجة للعينين والجهاز التنفسي.

لذا، غط طاولة المختبر بقماش لامتنصاص 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 الفوار في الماء، محوّلًا لون الكاشف من الأزرق إلى الأحمر. ويتفاعل الحمض مع بيكربونات الصوديوم، منتجًا غاز ثاني أكسيد الكربون. وعندما يتصاعد الغاز يصبح المحلول منظّمًا، وتقل حموضته، ويتحول اللون الأحمر بسرعة إلى البرتقالي، ثم إلى الأصفر، وأخيرًا إلى الأخضر، وتنتج محتويات أنبوب الاختبار رغوة فتيفض، وتنخفض درجة حرارة المحلول  $2^{\circ}\text{C}$  تقريبًا.

## تجربة استهلاكية

كيف نستدل على حدوث تغير كيميائي؟

الكاشف مادة كيميائية تضاف إلى المواد في بعض التفاعلات الكيميائية لتوضح متى يحدث تغير.



### خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. قس 10.00 mL من الماء المقطر في مخبر مدرج سعته 25.00mL، وضعه في كأس سعته 100.0mL. استعمل القطارة، وأضف نقطة من محلول الأمونيا 0.1 M إلى الماء في الكأس. تحذير: بخار الأمونيا مهيج جدًا.
3. أضف 15 نقطة من الكاشف العام إلى المحلول، وحركه. لاحظ لونه، وقس درجة حرارته بمقياس الحرارة.
4. ضع قرصًا فوارًا في المحلول، ولاحظ ما يحدث. سجل ملاحظاتك، متضمنةً أي تغير في درجة الحرارة.

### التحليل

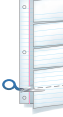
1. صف أي تغيرات في لون المحلول أو درجة حرارته.
  2. وضح هل نتج غاز؟ وإذا نتج فكيف تم الاستدلال عليه؟
  3. حلّل هل التغير الحادث فيزيائي أم كيميائي؟ فسر ذلك.
- استقصاء: بمّ يجربك الكاشف العام عن المحلول؟ صمّم تجربة لدعم توقعاتك.

المطويات  
منظّمات الأفكار

الخطوة 1 اطو ورقة طوليًا، على أن يظل الهامش الأيسر مرتبًا، كما في الشكل.



الخطوة 2 قصّ الجزء العلوي خمسة أشرطة.



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



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



### الاستقصاء

يبين الكاشف العام أن الرقم الهيدروجيني للمحلول يتغير (يحدث تفاعل كيميائي). ستتنوع التصاميم من طالب إلى آخر.

### التحليل

1. تحوّل لون المحلول من الأزرق إلى الأحمر، ثم إلى البرتقالي فالأصفر وأخيرًا إلى الأخضر. وانخفاض درجة حرارة المحلول بمقدار  $2^{\circ}\text{C}$ .

2. نعم، نتج غاز، ودليل ذلك تكون الرغوة.

3. كل خاصية من خواص التفاعل يُعد دليلًا على حدوث تغير كيميائي؛ ولهذا فإن تغيرًا كيميائيًا قد حدث.

## 1. التركيز

## شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (13) الواردة في مصادر التعلم للفصول (4-5)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: **دم**

[www.obeikaneducation.com](http://www.obeikaneducation.com)

## الفكرة الرئيسية

**الميزان:** دع الطلاب يفكروا في عملية قياس كتلة عدد من قطع النقد المعدنية المتشابهة باستعمال الميزان على افتراض أن قطع النقد جميعها متساوية في كتلتها. فماذا سيحدث للكتلة إذا وضع على الميزان في البداية عشر قطع نقدية، ثم أبعاد خمساً منها، **ستنقص الكتلة إلى النصف.**

اطلب إلى الطلاب مقارنة هذه النتيجة بكميات المواد المتفاعلة والنتيجة من التفاعل الكيميائي. **كلما زادت المواد المتفاعلة زادت النواتج، وكلما قلت هذه المواد قلت النواتج. ض م**

## 2. التدريس

## تطوير المفهوم

**كميات المواد المتفاعلة** اطلب إلى الطلاب أن يكتبوا معادلة لفظية لتحضير كعكة من المواد الأولية، وهي عملية تحتاج إلى طاقة. **ستتنوع إجابات الطلاب، ولكنها قد تشتمل على:** طاقة + ملح + سكر + صودا الخبز + بيض + ماء + زبدة + طحين ← **كعكة.** مؤكداً على دقة كميات المواد المتفاعلة والنتيجة من التفاعل الكيميائي (والمعادلة الكيميائية). فمثلاً، 2.5kg ملح، و5g سكر، 4L من الماء، و4 درازن بيض، وهكذا على الأغلب لن تنتج كعكة سليمة. **ض م**

## 4-1

## الأهداف

تكتسب التوزيع الإلكتروني لبعض ذرات العناصر.

تتعرف مؤشرات حدوث التفاعل الكيميائي.

تمثل التفاعلات الكيميائية بمعادلات.

تزن المعادلات الكيميائية.

## مراجعة المفردات

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

## المفردات الجديدة

التفاعل الكيميائي

عدد التأكسد

التفاعلات

النواتج

المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة

المعامل

## التفاعلات والمعادلات

## Reactions and Equations

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

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

## التفاعلات الكيميائية Chemical Reactions

هل تعلم أن الطعام الذي تأكله، والألياف في ملابسك، والبلاستيك في أقرصك المدججة، بينها شيء مشترك؟ جميع هذه المواد تنتج عندما يُعاد ترتيب الذرات فيها لتكوين مواد أخرى مختلفة. فمثلاً يعاد ترتيب الذرات خلال حرائق الغابات، كما هو موضح في الصورة الواردة في بداية الفصل. وكذلك أعيد ترتيب الذرات عندما ألقي القرص الغوار في كأس الماء خلال التجربة الاستهلاكية.

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

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



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

## دفتر الكيمياء

**ملاحظة التغير الكيميائي** اطلب إلى الطلاب الاحتفاظ بقائمة في دفتر الكيمياء للتفاعلات الكيميائية التي يجرونها أو يلاحظونها. واطلب إليهم أيضاً أن يصفوا الأدلة على حدوث كل تفاعل ويضمنوها في القائمة. **ض م**

## إثراء

المستويات النوعية للطاقة قد يعتقد الطلاب أن الحروف، f، d، p، s جاءت بشكل عشوائي لتمثل مستويات الطاقة النوعية. وضح لهم أنها عبارة عن الأحرف الأولى لكلمات الإنجليزية:

(f-fundamental)، (d-diffused)، (P-Poincinal)، (S-Sharp)

■ **إجابة سؤال الشكل 2-4** يتغير لون التفاحة إلى اللون البني، ويطلق القرص الفوار غازاً. ويظهر خبز البيتزا تغيراً في اللون، وينتج غازاً يؤدي إلى انتفاخ العجين.



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

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



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

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

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

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

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

ازدياد الطاقة ← f، d، p، s



**المعرفة** اطلب إلى الطلاب كتابة التوزيع الإلكتروني لذرات عناصر الصف الثاني في الجدول الدوري جميعها (عناصر الدورة الثانية). اطلب إليهم تكوين جدول يتضمن رمز العنصر، والعدد الذري، والتوزيع الإلكتروني. **ضم**

### الخلفية النظرية للمحتوى

**التوزيع الإلكتروني** لكل إلكترون في الذرة مجموعة مكونة من أربعة أعداد من أعداد الكم، وليس لأي إلكترونين في نفس الذرة مجموعة متطابقة من أعداد الكم. يُحدد مستوى الطاقة الذي يحتله الإلكترون بعدد الكم الرئيس ويرمز له بالرمز  $n$  الذي يمكن أن يأخذ قيمًا عددية تبدأ بالعدد 1، وتحدد قيم عدد الكم الرئيس  $n$  مستويات الطاقة الرئيسة. ويمكن حساب أقصى حد من الإلكترونات الذي يستوعبه مستوى الطاقة الرئيس باستخدام المعادلة الرياضية  $2n^2$ ، حيث تمثل  $n$  رقم مستوى الطاقة 1، 2، 3، ..... على التوالي. أما عدد الكم الثاني فيصنف نوع مستوى الطاقة الثانوي الذي يوجد فيه الإلكترون، ويستخدم في ذلك الوصف،  $s, p, d, f, g$ . لمستويات الطاقة الثانوية أشكال وطاقات مختلفة، كما تتسع لأعداد مختلفة من الإلكترونات. أما النوعان الآخران من أعداد الكم فيصفان الاتجاه الفراغي لمستوى الطاقة الفرعي، وحركة الإلكترون حول نفسه بشكل مغزلي.

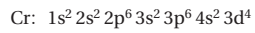
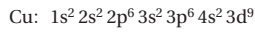
وأقصى سعة من الإلكترونات لمستوى الطاقة الثانوي ( $s$ ) إلكترونان، و ( $p$ ) ستة إلكترونات، و ( $d$ ) عشرة إلكترونات، و ( $f$ ) أربعة عشر إلكترونًا. ويبين الجدول 1-4 مستويات الطاقة الثانوية في بعض مستويات الطاقة الرئيسة.

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

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

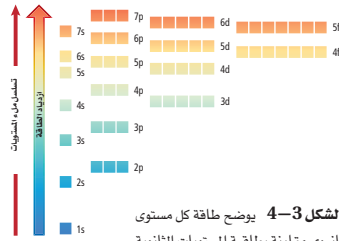
ويبين الجدول 2-4 التوزيع الإلكتروني الأكثر استقرارًا لبعض العناصر.

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

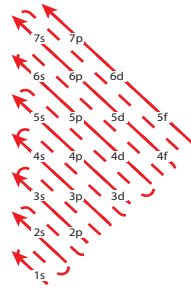


لكن التوزيع الإلكتروني الصحيح لها يظهر في الجدول 2-4، ويعد ذلك من

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



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



الشكل 4-4 يظهر ترتيب ملء مستويات الطاقة بالإلكترونات.

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



## التعلم البصري

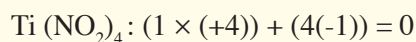
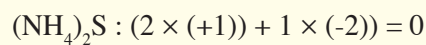
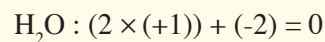
**الجدول 3-4** ذكر الطلاب بأن عدد التأكسد عبارة عن عدد الشحنات الكهربائية الموجبة أو السالبة لذرة العنصر في المركبات الأيونية أو التساهمية. وان الكيميائيين قد وضعوا قواعدًا لحساب عدد التأكسد للذرات لان أعداد التأكسد قد تتغير من مركب إلى آخر.

### قواعد حساب عدد التأكسد

- عدد التأكسد لذرة أي عنصر في حالته الطبيعية يساوي صفرًا.
- مثال: عدد التأكسد لكل من الماغنيسيوم Mg، والصوديوم Na، والكلور Cl<sub>2</sub>، والأكسجين O<sub>2</sub> يساوي صفرًا.
- عدد التأكسد للأيون أحادي الذرة يساوي الشحنة التي يحملها مقدارًا وإشارةً.
- مثال: عدد تأكسد أيون الماغنيسيوم Mg<sup>2+</sup> هو (+2)، وأيون الكلوريد Cl<sup>-</sup> هو (-1).
- عدد تأكسد الهيدروجين في معظم مركباته يساوي (+1)، باستثناء هيدريدات الفلزات فهو (-1)، وهيدريدات الفلزات هي المركبات الناتجة من ارتباط الهيدروجين مع الفلزات.
- مثال: هيدريد الصوديوم NaH، هيدريد الكالسيوم CaH<sub>2</sub>.
- عدد تأكسد الأكسجين في أغلب مركباته (-2)، باستثناء فوق الأكاسيد فهو (-1)، مثل فوق أكسيد الهيدروجين H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>، وفوق أكسيد الصوديوم Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. ويكون (+2) إذا اتحد مع الفلور في المركب OF<sub>2</sub>.
- عدد التأكسد لكل عنصر من عناصر المجموعات (1، 2، 3) في مركباته يساوي رقم المجموعة مسبقًا بالإشارة الموجبة.

## الرياضيات في الكيمياء

**أعداد التأكسد** ذكر الطلاب أنه عند كتابة صيغة مركب ما، فإن مجموع أعداد تأكسد العناصر المكوّنة له يساوي صفرًا. فمثلاً:



استثناءات التوزيع الإلكتروني. كما يمكنك كتابة التوزيع الإلكتروني للأيون الموجب بتوزيع العدد الذري لذرته المتعادلة مطروحًا منه مقدار الشحنة الموجبة، وللأيون السالب بتوزيع العدد الذري لذرته المتعادلة مضافًا إليه مقدار الشحنة السالبة.

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

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

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

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

## التوسع

**الرموز الكيميائية** اطلب إلى الطلاب أن يذكروا الفوائد المحتملة لاستعمال الرموز في الكيمياء. **الرموز طريقة مختصرة لوصف التفاعلات المعقدة والأفكار، وهي تسمح للعلماء الذين يتحدثون بلغات مختلفة أن يتواصلوا بسهولة.** واطلب إليهم أن يذكروا ما المباحث الأخرى التي تستعمل الرموز للتواصل بفعالية أكبر. **قد تتنوع الإجابات ولكن يجب أن تتضمن الرياضيات. ض م**

## التعلم البصري

**الجدول 4-5** ذكر الطلاب بأن الأيون عديد الذرات يحتوي على ذرتين على الأقل، ولكنه يتفاعل بوصفه أيوناً أحادي الذرة. اطلب إليهم كتابة أمثلة على مركبات أيونية تحتوي على أيونات عديدة الذرات. **ض م**

ولكتابة الصيغة الكيميائية للمركب الأيوني اتبع الخطوات التالية:

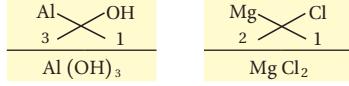
أولاً اكتب رمز العنصر الذي يمثل الأيون الموجب عن اليسار والأيون السالب أو صيغة الأيون العديد الذرات عن اليمين.

الأيون الموجب	هيدروكسيد	الماغنسيوم	كلوريد
Al	OH	Mg	Cl

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

Al	OH	Mg	Cl
3	1	2	1

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



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

الأيونات العديدة الذرات			الجدول 4-5
الأيون	الاسم	الأيون	الاسم
IO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	البيرايوات	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	الأمونيوم
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	الأسيتات	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	النيتريت
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	الفوسفات الثنائية الهيدروجين	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	النترات
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	الكربونات	OH <sup>-</sup>	الهيدروكسيد
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	الكبريتيت	CN <sup>-</sup>	السيانيد
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	الكبريتات	MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	البرمنجنات
S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	الثيوكبريتات	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	البيكربونات
O <sub>2</sub> <sup>2-</sup>	البيروكسيد	ClO <sup>-</sup>	الهيبوكلوريت
CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	الكرومات	ClO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	الكلوريت
Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	ثنائي الكرومات	ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	الكلورات
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	الفوسفات الهيدروجينية	ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	فوق الكلورات
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	الفوسفات	BrO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	البرومات
AsO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	الزرنيخات	IO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	الأيوات

16

### دفتر الكيمياء

**الصيغة الكيميائية للمركب الأيوني** اطلب إلى الطلاب تلخيص خطوات كتابة الصيغة الكيميائية، ثم اطلب إليهم كتابة الصيغة الكيميائية لكل من المركبات الآتية:

- |   |                       |
|---|-----------------------|
| Ca(OH) <sub>2</sub>                             | • هيدروكسيد الكالسيوم |
| MgO   | • أكسيد الماغنسيوم    |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                  | • أكسيد الحديد III    |
| NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>                 | • نترات الأمونيوم     |
| Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> | • كبريتات الحديد III  |

### دفتر الكيمياء

**التركيب الكيميائي لماء المحيط** يحتوي ماء المحيط على أيونات K<sup>+</sup>، Br<sup>-</sup>، Cl<sup>-</sup>، SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>، HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>، Na<sup>+</sup>، Mg<sup>2+</sup>. واطلب إليهم كتابة أسماء وصيغ المركبات الأيونية التي يمكن أن تتكون من اتحاد هذه الأيونات.

## التقويم

**المهارة** أحضر ثمانية بطاقات واكتب على كل منها اسم مركب ما. وأحضر ثمانية بطاقات أخرى واكتب على كل منها صيغة مركب من المركبات. اقلب البطاقات الست عشرة على الطاولة بحيث يكون وجه كل منها إلى أسفل. اطلب إلى أحد الطلاب سحب بطاقتين من البطاقات فإذا كانت البطاقتان إحداهما لاسم المركب والأخرى لصيغته يحتفظ بهما، وإلا فإنه يعيدهما إلى وضعهما السابق، ويعطي الدور لطالب آخر، وهكذا، اطلب إلى الطلاب قراءة أسماء المركبات وصيغتها. **ضم م**

## التعزيز

**تسمية المركبات الأيونية** اطلب إلى الطلاب إكمال الجدول بكتابة الاسم الصحيح لكل من المركبات الآتية:

الاسم	الصيغة الكيميائية
فوسفات الألومنيوم	$AlPO_4$
كرومات الصوديوم	$Na_2CrO_4$
كبريتات الصوديوم	$K_2SO_4$
كلورات البوتاسيوم	$KClO_3$
بيرمنجنات البوتاسيوم	$KMnO_4$
نترات الحديد II	$Fe(NO_3)_2$
فوسفات الماغنسيوم	$Mg_3(PO_4)_2$

**تسمية المركبات الأيونية** عند تسمية المركبات الأيونية اتبع القواعد التالية:

أولاً يسمى الأيون السالب أولاً متبوعاً باسم الأيون الموجب.

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

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

رابعاً عندما يحتوي المركب على أيون عديد الذرات تقوم بتسميته أولاً، ثم تسمي الأيون الموجب.

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

## تمثيل التفاعلات الكيميائية

### Representing Chemical Reactions

يستخدم الكيميائيون معادلات لتمثيل التفاعلات الكيميائية. وتوضح هذه المعادلات **التفاعلات** وهي المواد التي توجد عند بداية التفاعل، و**الناتج** وهي المواد المتكونة خلال التفاعل. كما يستعمل فيها سهم لتوضيح اتجاه التفاعل، وفصل التفاعلات عن الناتج. وتكتب التفاعلات عن يسار السهم، والناتج عن يمينه. وعندما يكون هناك أكثر من متفاعل أو ناتج تستخدم إشارة (+) للفصل بين المتفاعلات أو الناتج. ويبين التعبير التالي عناصر المعادلة الكيميائية:

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

17

## مشروع الكيمياء

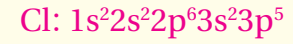
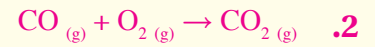
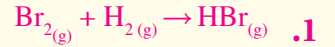
**كتابة المعادلات الكيميائية** اطلب إلى الطلاب أن يتأملوا في بعض التفاعلات الكيميائية التي وصفوها في دفاترهم. واطلب إليهم أن يكتبوا معادلات كيميائية لفظية، ومعادلات كيميائية موزونة لأي من هذه التفاعلات. واطلب إليهم عمل نماذج ثلاثية الأبعاد أو رسوم للتفاعلات.

**ضم 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 الطلاب أن يكتبوا الصيغة الكيميائية للماء، ثم لـ فوق أكسيد الهيدروجين.  $H_2O$  و  $H_2O_2$ . واسألهم ماذا يحدث في التفاعل الكيميائي إذا غيرت هاتين الصيغتين الكيميائيتين. **يختلف التفاعل الناتج كلياً عن التفاعل الأصلي.** وذكر الطلاب بأنه يمكن إضافة المعاملات أو تغييرها لوزن المعادلة فقط بعد كتابة الصيغ الكيميائية الصحيحة. **ضم م**

## مسائل تدريبية



5. غاز الأكسجين + كلوريد البوتاسيوم الصلب  $\xrightarrow{\text{تسخين}}$  كلورات البوتاسيوم الصلب



## عرض توضيحي

تفاعل فلز مع لا فلز

**الهدف** اتحاد فلز مع لا فلز لتكوين مركب مستقر من خلال إطلاق طاقة.

**المواد والأدوات**

(1g) من مسحوق الخارصين Zn، (3g) من بلورات اليود I، أنبوب اختبار جاف مع غطاء، قطارة، طبق تبخير، عبوة زجاجية بغطاء.

**احتياطات السلامة**

أجر هذه التجربة في خزانة الأبخرة، وكن حذرًا عند التعامل بالمواد الكيميائية، ودرجات الحرارة العالية.

**التخلص من النفايات:** ينتج هذا العرض نفايات خطيرة، يجب التخلص منها بطريقة مناسبة.



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

### المفردات

مفردات علمية

الصيغة: تعبير يستخدم الرموز الكيميائية لتمثيل التفاعل الكيميائي.  
الصيغة الكيميائية للماء هي  $H_2O$ .

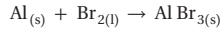
**المعادلات الكيميائية اللفظية** يمكنك استعمال المعادلات اللفظية للتعبير عن كل من المواد المتفاعلة والناتجة في التفاعلات الكيميائية. وتصف المعادلة اللفظية أدناه التفاعل بين الألومنيوم Al والبروم السائل  $Br_2$  الموضح في الشكل 4-5. فالسحابة الحمراء الظاهرة في الصورة هي بروم فائض. والمادة الفائضة هي التي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

الناتج (1)  $\rightarrow$  المتفاعل (2) + المتفاعل (1)

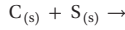
بروميد الألومنيوم  $\rightarrow$  البروم + الألومنيوم

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

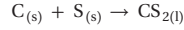
**المعادلات الكيميائية الرمزية** تستخدم رموز العناصر وصيغ المركبات في المعادلة الكيميائية الرمزية للتعبير عن المتفاعلات والنواتج. فالمعادلة الكيميائية الرمزية للتفاعل بين الألومنيوم والبروم مثلًا تستخدم رموزي الألومنيوم والبروم وصيغة بروميد الألومنيوم بدلًا من الكلمات.



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



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



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

### مسائل تدريبية

اكتب معادلات كيميائية رمزية للمعادلات اللفظية الآتية:

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

18

### خطوات العمل

ضع 1g من مسحوق الخارصين، و 3g من بلورات اليود في أنبوب اختبار جاف. 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. سيصبح الطبق ساخناً، وتتصاعد منه أبخرة اليود البنفسجية اللون. اجمع أبخرة اليود السامة في عبوة زجاجية ذات فوهة واسعة موضوعة بصورة معكوسة على طبق التبخير، ثم أغلقها فوراً.

## عرض سريع



### تكوين يوديد الفضة

**تحذير: نترات الفضة سامة وتترك بقعاً على الجلد والملابس.** صبّ 5mL تقريباً من محلول نترات الفضة (0.1M) في أنبوب اختبار صغير، و 5mL من محلول يوديد البوتاسيوم (0.1M) 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 الطلاب أن يتوقعوا أي تغيير حدث في الكتلة. **لأن مادة صلبة كثيفة تكونت، فإن الطلاب قد يتوقعون أن الكتلة ازدادت. بعد ذلك، زن الدورق ومحتوياته لتوضيح قانون بقاء الكتلة.**

ض م

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



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

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

### وزن المعادلات الكيميائية

#### Balancing Chemical Equations

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

**الشكل 7-4** يتساوى عدد الذرات في كل من المتفاعلات والنواتج في المعادلة الكيميائية الموزونة. وفي هذه الحالة، يتطلب وجود ذرتي ألومنيوم وست ذرات بروج في طريقة المعادلة.



19

## النتائج

تتصاعد أبخرة بنفسجية من الخليط نتيجة حدوث تفاعل طارد للحرارة.

## التحليل

تتفاعل ذرة خارصين مع ذرتي يود حتى يتكون يوديد الخارصين؛ لذا استعن بهذه المعلومة والتمثيل النقطي للإلكترونات على تفسير كيفية حدوث التفاعل. **يشارك الخارصين بإلكترون واحد مع كل ذرة يود.**



## التقويم



المهارة اطلب إلى الطلاب أن يضعوا الخط الفاصل بين الفلزات واللافلزات

على جدول دوري فارغ. **ض م**

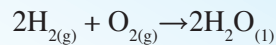
**خطوات وزن المعادلات** يمكن وزن أغلب المعادلات الكيميائية باتباع الخطوات الموضحة في الجدول 4-7. فيمكنك مثلاً استعمال هذه الخطوات لكتابة المعادلة الكيميائية للتفاعل بين الهيدروجين  $H_2$ ، والكلور  $Cl_2$  لإنتاج كلوريد الهيدروجين  $HCl$ .

الخطوات		العملية	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.		$H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow HCl(g)$ 
2	عدّ ذرات العناصر في المتفاعلات. تتفاعل ذرتا هيدروجين وذرتا كلور.		$H_2 + Cl_2 \rightarrow$ 2 ذرة هيدروجين    2 ذرة كلور
3	عدّ ذرات العناصر في النواتج. تنتج ذرة هيدروجين وذرة كلور.		$HCl$ 1 ذرة كلور    1 ذرة هيدروجين
4	غير المعادلات لتجعل عدد ذرات كل عنصر هو نفسه في طرفي المعادلة. ولا تغير أبداً أي رقم ضمن الصيغة الكيميائية لتزن معادلة؛ لأن ذلك يغير نوع المادة.		$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$ 
5	اكتب المعادلات في أبسط نسبة ممكنة. بحيث تكون المعادلات أصغر أعداد صحيحة ممكنة. فالنسبة (2,1,1) هي أصغر نسبة ممكنة، لأنه لا يمكن اختصارها أكثر من ذلك وتظل أعداداً صحيحة.		$H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$ $1H_2 : 1Cl_2 : 2HCl$ $1:1:2$
6	تأكد من عمكك تأكد أن الصيغ الكيميائية مكتوبة بشكل صحيح، وأن عدد ذرات كل عنصر هو نفسه في طرفي المعادلة.		$H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$ 2 ذرة هيدروجين    2 ذرة كلور    2 ذرة هيدروجين    2 ذرة كلور يوجد ذرتا هيدروجين وذرتا كلور في كل من طرفي المعادلة.

20

### طرائق تدريس متنوعة

**دون المستوى** المادة محفوظة في التفاعل الكيميائي. فمثلاً، إذا بدأنا بـ 9g من المتفاعلات، فإن الكتلة الكلية للنواتج ستساوي 9g، وإذا تفاعل 1g هيدروجين مع 8g أكسجين فسينتج 9g ماء.



اطلب إلى الطلاب إضافة كتل إلى طرفي الميزان حتى يتوازن الطرفان، ويجمعوا الكتل في كل طرف. واسألهم إذا كان مجموع الكتل في طرفي المعادلة متساوياً. **ضم م**

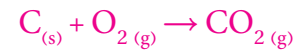
### المفاهيم الشائعة غير الصحيحة



قد يعتقد الطلاب أن المعادلات يجب أن تكون متساوية في المعادلة الكيميائية.

### استكشاف المفاهيم الشائعة غير الصحيحة

اطلب إلى الطلاب كتابة المعادلة الموزونة للتفاعل بين الكربون (الجرافيت) وغاز الأكسجين لإنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون.



واطلب إليهم أن يقارنوا بين مجموع المعادلات في كل من طرفي المعادلة. مجموع المعادلات في طرف المتفاعلات اثنان، وفي طرف النواتج واحد، بما يشير إلى أنه ليس من الضروري أن يكون مجموع المعادلات متساوياً.

### عرض المفهوم

استعمل النماذج الجزيئية لنمذجة التفاعل بين الأستيلين الغازي والأكسجين لإنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون والماء السائل:



ووضح للطلاب 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 الجديدة

اطلب إلى الطلاب كتابة المعادلة الموزونة للتفاعل بين الفوسفور الصلب ( $P_4$ ) والبروم السائل  $Br_2$  لإنتاج خماسي بروميد الفوسفور الصلب.



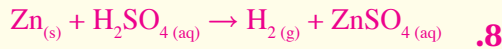
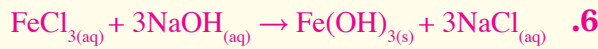
مؤكداً على حقيقة عدم تساوي المعادلات وذلك بالطلب إليهم مقارنة مجموع معاملات المتفاعلات (11) بمجموع معاملات النواتج (4). **دم**

## مثال في الصف

السؤال اكتب معادلة كيميائية موزونة لتفاعل أول أكسيد الكربون CO والأكسجين O<sub>2</sub> الذي ينتج ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub>.

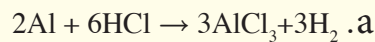


## مسائل تدريبية

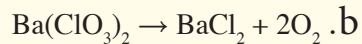


## التقويم

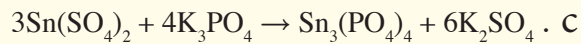
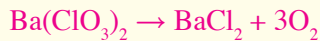
المعرفة اطلب إلى الطلاب تحديد ما إذا كانت كل من المعادلات الآتية موزونة أم لا. وإذا لم تكن موزونة، فاطلب إليهم تغيير المعاملات لوزنها.



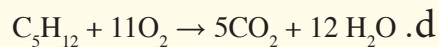
المعادلة غير موزونة، والمعادلة الصحيحة هي:



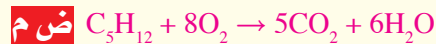
المعادلة غير موزونة، والمعادلة الصحيحة هي:



المعادلة موزونة.



المعادلة غير موزونة، والمعادلة الصحيحة هي:



## الكيمياء في واقع الحياة

## هيدروكسيد الكالسيوم



## الأحواض المائية للشعب المرجانية

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

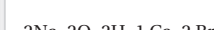
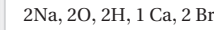
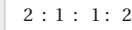
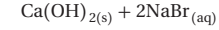
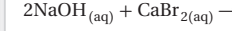
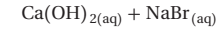
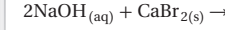
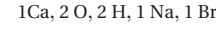
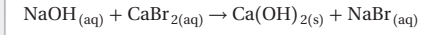
كتابة معادلة كيميائية رمزية موزونة اكتب المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة للتفاعل بين محلول هيدروكسيد الصوديوم ومحلول بروميد الكالسيوم لإنتاج هيدروكسيد الكالسيوم الصلب ومحلول بروميد الصوديوم.

## 1 تحليل المسألة

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

## 2 حساب المطلوب

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



عدّ ذرات كل عنصر في المتفاعلات

عدّ ذرات كل عنصر في النواتج

أدخل المعامل 2 قبل NaOH لوزن

ذرات الأكسجين والهيدروجين.

أدخل المعامل 2 قبل NaBr لوزن

ذرات الصوديوم والبروم.

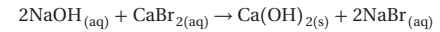
اكتب المعاملات في أبسط نسبة ممكنة.

تأكد أن عدد ذرات كل عنصر هو

نفسه في طرفي المعادلة.

## 3 تقويم الإجابة

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



## مسائل تدريبية

اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة لكل من التفاعلات الآتية:

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

7. يتفاعل ثاني كبريتيد الكربون CS<sub>2</sub> السائل مع غاز الأكسجين لإنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون وغاز ثاني أكسيد الكبريت SO<sub>2</sub>.

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

### 3. التقويم

#### التحقق من الفهم

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

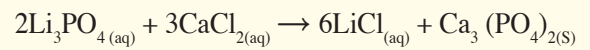
اسأل الطلاب لماذا يعد من الخطأ وزن المعادلة بتغيير صيغة الأكسجين المتفاعل إلى  $O_5$ . على الرغم من أن المعادلة ستوازن إلا أنها ستكون غير صحيحة، لأن الأكسجين ثنائي الذرات  $O_2$  وليس خماسي الذرات  $O_5$ . **ض م**

#### إعادة التدريس

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

#### التوسع

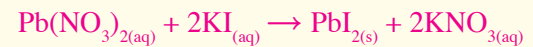
يمكن اعتبار التفاعلات التي تحتوي على أيونات عديدة الذرات وحدة واحدة لتسهيل عملية وزن المعادلات، فمثلاً في التفاعل:



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

### التقويم

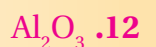
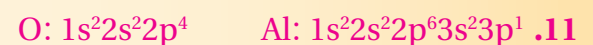
المعرفة اطلب إلى الطلاب كتابة معادلة موزونة للتفاعل بين نترات الرصاص ويوديد البوتاسيوم. **ض م**



### التقويم 1-4

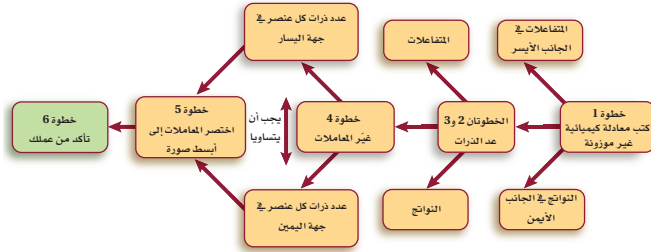
9. لأن الكتلة لا تستحدث ولا تفنى في التفاعلات الكيميائية؛ لذا يجب أن تكون أعداد الذرات لكل العناصر متساوية في طرفي المعادلة.

10. قد تتضمن الإجابات: إطلاق طاقة أو امتصاصها، أو تغير في اللون، أو تغير في الرائحة، أو تكون غاز، أو تكون مادة صلبة.



13. المعادلة اللفظية تعبر عن كل من المواد المتفاعلة والنتيجة في

#### وزن المعادلات الكيميائية



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

**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 من الضروري أن تحتوي المعادلات التي تمثل التفاعلات الكيميائية على معلومات كافية توضح أن التفاعل يحقق قانون حفظ الكتلة. يلخص الشكل 8-4 خطوات وزن المعادلات. ولعلك تجد أن بعض المعادلات الكيميائية يمكن وزنها بسهولة، في حين أن وزن بعضها الآخر صعب.

#### التقويم 1-4

##### الخلاصة

9. الفكرة الرئيسية هسروا أهمية وزن المعادلات الكيميائية؟
10. عدد ثلاثة من المؤشرات التي تدل على حدوث التفاعل الكيميائي.
11. اكتب التوزيع الإلكتروني لكل من ذرة الألومنيوم Al، وذرة الأكسجين O، إذا علمت أن الأعداد الذرية هي 13، 8 على الترتيب.
12. اكتب الصيغة الكيميائية للمركب الناتج عن اتحاد أيون الحديد III  $Fe^{3+}$  مع أيون الأكسجين  $O^{2-}$ .
13. قارن بين المعادلة الكيميائية اللفظية والمعادلة الكيميائية الرمزية.
14. هسرو لماذا يجب اختصار المعادلات في المعادلة الموزونة إلى أبسط نسبة من الأعداد الصحيحة.
15. حل هل يمكنك عند وزن معادلة كيميائية تعديل الأرقام في الصيغة الكيميائية؟
16. قوم هل المعادلة الآتية موزونة؟ إذا لم تكن كذلك فصحح المعادلات لوزنها:  $K_2CrO_{4(aq)} + Pb(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow KNO_{3(aq)} + PbCrO_{4(s)}$
17. قوم بتفاعل محلول حمض الفوسفوريك المائي  $H_3PO_4$  مع محلول هيدروكسيد الكالسيوم المائي  $Ca(OH)_2$  لإنتاج فوسفات الكالسيوم الصلبة  $Ca_3(PO_4)_2$  والماء. اكتب معادلة كيميائية موزونة تعبر عن هذا التفاعل.

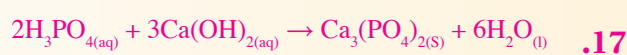
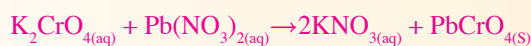
22

التفاعلات الكيميائية، أما المعادلة الكيميائية الرمزية فتعطي الكميات النسبية للتفاعلات والنواتج.

14. تبين المعادلات التي توجد في أبسط صورة الكميات النسبية للمواد المتفاعلة والنتيجة في التفاعل.

15. لا، لأن ذلك يغير نوع المادة.

16. لا، المعادلة الصحيحة هي:





- تصنف التفاعلات الكيميائية.
- تحدد مميزات الأنواع المختلفة للتفاعلات الكيميائية.

## مراجعة المفردات

الفلز: عنصر يكون صلباً في الغالب عند درجة حرارة الغرفة، وموصلًا جيدًا للحرارة والكهرباء، ولا ممتصًا عمومًا.

## المفردات الجديدة

تفاعل التكوين  
تفاعل الاحتراق  
تفاعل التفكك  
تفاعل الإحلال البسيط  
تفاعل الإحلال المزدوج  
الراسب

## تصنيف التفاعلات الكيميائية

## Classifying Chemical Reactions

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

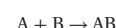
**الربط مع الحياة** قد تحتاج إلى وقت طويل للعشور على كتاب ما في مكتبة غير منظمة. لذا تصنف الكتب في المكتبات في مجموعات مختلفة لتسهيل عملية البحث عنها. وكذلك تصنف التفاعلات الكيميائية إلى أنواع مختلفة.

## أنواع التفاعلات الكيميائية

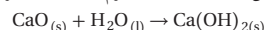
يصنف الكيميائيون التفاعلات الكيميائية لتنظيم الأعداد الكبيرة من هذه التفاعلات التي تحدث يوميًا. إن معرفة أنواع التفاعلات الكيميائية تساعدك على تذكرها وفهمها، كما تساعدك أيضًا على معرفة أنماط حدوثها وتوقع نواتج الكثير منها. وهناك عدة طرائق لتصنيف التفاعلات الكيميائية، من أبسطها تلك التي تصنف التفاعلات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

## تفاعلات التكوين

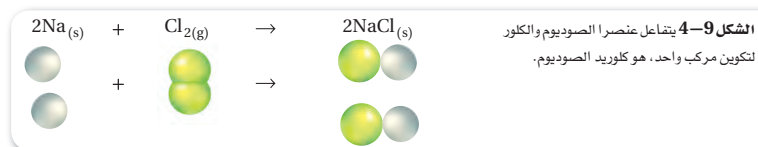
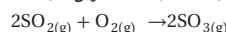
**تفاعل التكوين** تفاعل كيميائي يتحد فيه مادتان أو أكثر لتكوين مادة واحدة، ويمكن تمثيله بالمعادلة العامة الآتية:



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



وهناك نوع آخر من تفاعلات التكوين يتضمن تفاعل مركب مع عنصر، مثل تفاعل غاز ثاني أكسيد الكبريت SO<sub>2</sub> مع غاز الأكسجين O<sub>2</sub> لتكوين غاز ثالث أكسيد الكبريت SO<sub>3</sub>.



## 4-2

## 1. التركيز

## شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (14) الواردة في مصادر التعلم للفصول (4-5)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: **دم**

www.obeikaneducation.com

## الفكرة الرئيسية

**تصنيف التفاعلات** أسأل الطلاب 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.** **ضم م**

## 2. التدريس

## استعمال المصطلحات العلمية

**التكوين والتفكك** اطلب إلى الطلاب كتابة جمل لتفسير معنى المصطلحين: التكوين والتفكك. واطلب إليهم كتابة أربع جمل - اثنتان منها تتضمنان كل مصطلح. **ضم م**

## مشروع الكيمياء

**اللغة الشائعة** اطلب إلى الطلاب أن يكتبوا أنواع التفاعلات، ويصفوا بكلماتهم الخاصة ما قد يحدث في التفاعلات من كل نوع. واطلب إليهم إعطاء أمثلة على تفاعلات قد لا تدرج تحت أحد هذه الأنواع. **ضم م**

## الخلفية النظرية للمحتوى

**الربط مع 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 قريباً 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 البريطانيين في مقابلة مع هيئة الإذاعة البريطانية بأن الشيء المثير للاهتمام هو أن أحداً لم يدرك في ذلك الوقت أن عدد الوفيات كان يزداد إلى أن بدأت الأزهار تنفد من محلات بيع الأزهار، والتوايت تنفد من محلات دفن الموتى.

## استعمال المصطلحات العلمية

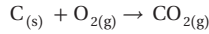
**مقياس النانو** اطلب إلى الطلاب البحث في معنى نانو. والتي قيمتها حوالي  $10^9$  ومصطلح "تقنية النانو" وبعض تطبيقاتها المستقبلية المحتملة. علم الغرويات، ومعالجات البيانات المصغرة، والأنظمة الإلكترونية والميكانيكية المصغرة. **ض م**



**الشكل 10-4** الضوء الناتج عن هذه اللعبة النارية هو نتيجة تفاعل احتراق بين الأكسجين وهلات مختلفة.

### تفاعلات الاحتراق Combustion Reactions

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



### الشكل 11-4

#### تفاعلات كيميائية من واقع الحياة

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

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



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



24

## دفت الكيمياء

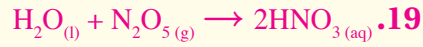
**الكيمياء العالمية** ازداد الطلب في بدايات القرن العشرين على أسمدة النيتروجين أكثر من العرض. وكان أكبر مصدر للمواد الكيميائية المطلوبة لإنتاج السماد هو كمية زرق الطيور الهائلة المتراكمة على نحو طبيعي في تشيلي، والتي كانت تستهلك بسرعة. ولكن عملية هابر - بوش لصنع الأمونيا التي طورت في ألمانيا في فترة الحرب العالمية الأولى، حررت الزراعة العالمية من الاعتماد على السماد المنتج في تشيلي. اطلب إلى الطلاب 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 مصدر واحد إلى الحث على الاكتشاف العلمي؟ **ستتووع الإجابات، ولكن يجب أن يدرك الطلاب أن التطبيقات العملية للكيمياء يمكن أن يكون لها آثار بعيدة المدى.** **ض م**

■ **إجابة سؤال الشكل 12-4:** تفاعل تكوين لأن عنصرين يتحدان لتكوين مركب واحد، وهو تفاعل احتراق؛ لأن الأكسجين يتحد مع مادة أخرى ويطلق طاقة.

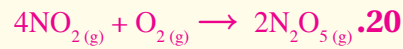
### مسائل تدريبية



تكوين



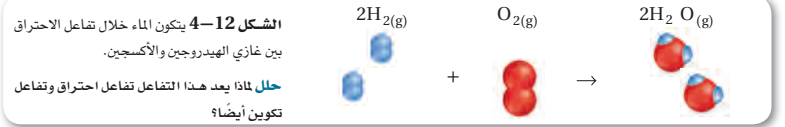
تكوين



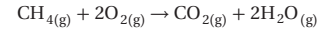
تكوين واحتراق



تكوين



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



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

### مسائل تدريبية

اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة للتفاعلات التالية، و صنف كل تفاعل منها:

18. تفاعل الألومنيوم مع الكبريت لإنتاج كبريتيد الألومنيوم الصلب.

19. تفاعل الماء مع غاز خامس أكسيد نيتروجين  $\text{N}_2\text{O}_5$  لإنتاج حمض النيتريك.

20. تفاعل غازي ثاني أكسيد النيتروجين والأكسجين، لإنتاج غاز خامس أكسيد نيتروجين.

21. تحفيز تفاعل حمض الكبريتيك مع محلول هيدروكسيد الصوديوم لإنتاج محلول كبريتات الصوديوم والماء.



## الخصية النظرية للمحتوى

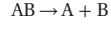
نواتج تفاعلات التفكك تحتاج معظم تفاعلات التفكك إلى تزويدها بالطاقة، وغالبًا ما تكون على صورة طاقة حرارية أو كهربائية. سيجد الطلاب أنه من الممكن توقع نواتج كثير من تفاعلات التفكك بتعرف أنواعها العامة الخمسة الآتية:

1.  $\text{CO}_2 + \text{أكسيد الفلز} \rightarrow \text{كربونات الفلز}$
2.  $\text{O}_2 + \text{كلوريد الفلز} \rightarrow \text{كلورات الفلز}$
3.  $\text{H}_2\text{O} + \text{أكسيد الفلز} \rightarrow \text{هيدروكسيد الفلز}$
4.  $\text{O}_2 + \text{الفلز} \rightarrow \text{أكسيد الفلز}$
5.  $\text{H}_2\text{O} + \text{أكسيد لافلز} \rightarrow \text{حمض أكسجيني}$

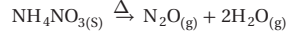


### تفاعلات التفكك Decomposition Reactions

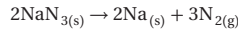
**تفاعل التفكك** هو تفاعل يتفكك فيه مركب واحد لإنتاج عنصرين أو أكثر أو مركبات جديدة. ولهذا فإن تفاعلات التفكك هي عكس تفاعلات التكوين. ويمكن تمثيلها بالمعادلة العامة التالية:



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



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



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

الشكل 13-4 ينتج عن تفكك أزيد الصوديوم  $\text{NaN}_3$  غاز النيتروجين. وهو التفاعل الذي يستعمل في نفخ أكياس الهواء في السيارات.

#### المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

#### مسائل تدريبية

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

22. يتفكك أكسيد الألمنيوم الصلب عندما تسري فيه الكهرباء إلى ألومنيوم صلب وغاز الأكسجين.
23. يتفكك هيدروكسيد النيكل II الصلب لإنتاج أكسيد النيكل II الصلب والماء.
24. تحفيز ينتج عن تسخين كربونات الصوديوم الهيدروجينية الصلبة كربونات الصوديوم الذائبة وماء وغاز ثاني أكسيد الكربون.

26

#### مسائل تدريبية

22.  $2\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) \rightarrow 4\text{Al}(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g})$
23.  $\text{Ni}(\text{OH})_2(\text{s}) \rightarrow \text{NiO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
24.  $2\text{NaHCO}_3(\text{s}) \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$

## مشروع الكيمياء

**حرق الكربوهيدرات** اطلب إلى الطلاب البحث في عملية تفكك الكربوهيدرات، بما في ذلك تفاعل الجلوكوز مع الأكسجين. على أن يضع الطلاب هذا التفاعل ضمن أحد أنواع التفاعلات التي درست في هذا الفصل. فمثلاً تفاعل الجلوكوز مع الأكسجين:



ض م.

## عرض سريع



**تفاعل الإحلال البسيط** ضع قطعة صغيرة من الحديد مجلفنة بالخارصين، في كأس سعتها 100 mL تحتوي على 80 mL من حمض الهيدروكلوريك المخفف، ثم ضعها داخل خزانة الأبخرة. واطلب إلى الطلاب وصف التفاعل الحادث. **ستكون فقاقيع على نحو سريع من المحلول خلال فترة من الزمن، ويقل عددها مع مرور الوقت.**

ثم اشرح للطلاب أن تفاعل الإحلال البسيط قد حدث بين الحمض والحديد المجلفن بالخارصين. واطلب إليهم كتابة معادلة التفاعل ومعرفة الغاز المتكوّن:



**الغاز هو الهيدروجين.**

ثم اطلب إليهم أن يفسروا لماذا يتفاعل الحديد الموجود تحت غطاء الخارصين ببطء أكثر من الخارصين، **لأن الخارصين أكثر نشاطاً من الحديد.** تخلص من مركبات الخارصين بسكبها في المغسلة وإضافة كمية كبيرة من الماء إليها. **ض م**

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



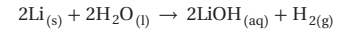
نحاس + نترات الفضة

ليثيوم + ماء

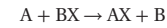
### تفاعلات الإحلال Replacement Reactions

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

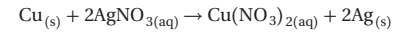
تفاعلات الإحلال البسيط: بين الشكل (a) 4-14 التفاعل بين الليثيوم والماء، حيث تحل فيه ذرة ليثيوم محل ذرة واحدة من ذرتي الهيدروجين في الماء، كما توضحه المعادلة التالية:



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



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



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

27

## دفتر الكيمياء

**تفاعلات الإحلال البسيط** اطلب إلى الطلاب كتابة معادلات كيميائية لهذا النوع من التفاعلات والتي تحدث عند وضع فلز الألومنيوم في محلول مائي لنترات النيكل  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$  و نترات الصوديوم  $\text{NaNO}_3$ ، و نترات الرصاص  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_4$ ، و نترات الذهب  $\text{Au}(\text{NO}_3)_3$ . أما في حالة عدم حدوث تفاعل، فاطلب إليهم كتابة (NR) اختصاراً لـ (لا تفاعل) مكان النواتج اختصاراً لعدم حدوث تفاعل، وتدوين المعادلات التالية في دفاترهم:



**ض م**

ماذا قرأت؟ تحل ذرات عنصر محل ذرات عنصر آخر في مركب.

## مختبر حل المشكلات

**الهدف** يربط الطلاب بين خواص الفلزات ونشاطها الكيميائي.

**المهارات العملية** تعرف السبب والنتيجة، وتطبيق المفاهيم، والتصنيف، والتوقع.

### استراتيجيات التدريس

- أسأل الطلاب عما يجب معرفته من الخواص لتحديد نشاط الفلزات النسبي. الكهر وسالبيه، وحالات الأكسد، ونصف قطر الذرة، وطاقة التأين، وشحنة 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.

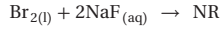
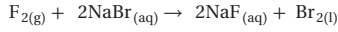
### التفكير الناقد

1. تبين سلسلة نشاط الهالوجينات ترتيب العناصر في السلسلة وفق تناقص نشاطها، فالأعلى في السلسلة يكون أكثر نشاطاً، بحيث يحل محل العنصر الأدنى في سلسلة النشاط، ولا يحدث العكس.
2. نعم؛ لأنه أعلى في سلسلة النشاط.
3. لأنه أدنى في سلسلة النشاط من البروم.
4. الفلور، لأنه الأعلى في سلسلة النشاط، وبذلك فهو الأكثر نشاطاً.

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



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



ماذا قرأت؟ وضع كيف يحدث تفاعل الإحلال البسيط؟

نوعية عملية  
تفاعلات الإحلال البسيط  
ارجع إلى دليل التجارب العملية

## مختبر حل المشكلات

### تحليل التدرج في الخواص

الهالوجينات الأكثر نشاطاً  
↓  
الفلور  
↓  
الكلور  
↓  
البروم  
↓  
اليود  
الأقل نشاطاً

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 مستويات طاقاتها الخارجية سبعة إلكترونات. ومع ذلك فلكل هالوجين ما يميزه من الخواص، ومن ذلك مدى قابلية التفاعل مع مادة أخرى.

### التحليل

تفحص الشكل المبين الذي يظهر ترتيب الهالوجينات بحسب نشاطها الكيميائي.

### التفكير الناقد

2. هل يحل الفلور محل الكلور في محلول مائي لكلوريد الصوديوم؟ فسر إجابتك.
3. ادرس المعادلة التالية:



لماذا لا يحل اليود محل البروم؟

4. أي الهالوجينات يتفاعل أسرع مع الصوديوم؟

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

28

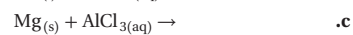
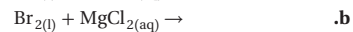
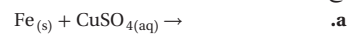
### طرائق تدريس متنوعة

**فوق المستوى** اطلب إلى الطلاب تصميم طريقة لتحديد موضع فلز مجهول في سلسلة النشاط الكيميائي للفلزات. ستتضمن الطرائق النموذجية التي سيقترحها الطلاب وضع عينات من الفلز في محاليل مائية لألاح فلزات أخرى. فهذه التجارب توفر بيانات تسمح للطلاب بوضع الفلز المجهول فوق الفلزات التي يحل محلها وتحت الفلزات التي لا يحل محلها. **ف م**

### التقويم

**المعرفة** ينبغي على الطلاب أن يكتبوا ملخصاً عما تعلموه من خلال مختبر حل المشكلات، ويشرحوا كيف استعانوا باستنتاجاتهم على وضع عناصر أخرى في أماكنها الصحيحة في سلسلة النشاط الكيميائي. **ض م**

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

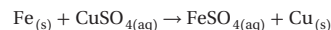


### 1 تحليل المسألة

استخدم الشكل 15-4 لتحديد ما إذا كان كل من التفاعلات الكيميائية السابقة سيحدث أم لا، وحدد نواتج كل تفاعل يتوقع حدوثه، وكتب معادلة كيميائية رمزية تمثل التفاعل، وزنها.

### 2 حساب المطلوب

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



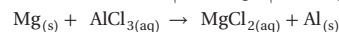
وهذه المعادلة موزونة.

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



وفي هذه الحالة لا تتطلب المعادلة وزناً.

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



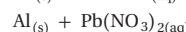
والمعادلة الموزونة هي:

### 3 تقويم الإجابة

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

### مسائل تدريبية

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

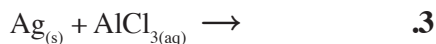
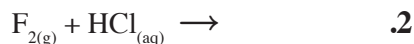
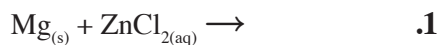


تحفيز

## مثال في الصف

السؤال توقع هل ستحدث كل من التفاعلات الآتية،

وبين النواتج المتكوّنة:



### الإجابة



## مسائل تدريبية

25. نعم؛ لأن Zn يقع فوق Ni في سلسلة النشاط



26. لا؛ لأن Cl يقع تحت F في سلسلة النشاط

27. لا؛ لأن Fe يقع تحت Na في سلسلة النشاط

28. نعم؛ لأن Al يقع فوق Pb في سلسلة النشاط

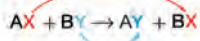


## مختبر الكيمياء

يمكنك تنفيذ مختبر الكيمياء الموجود في نهاية الفصل في هذه المرحلة من الدرس.

## دفتر الكيمياء

**تمثيل التفاعلات** اطلب إلى الطلاب مقارنة التفاعلات بنشاطات التحية، وتسجيل هذه المقارنات في دفاترهم. فمثلاً 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. **ضم**

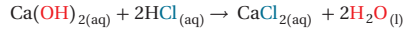


الشكل 16-4 تتبادل الأيونات أماكنها في تفاعلات الإحلال المزدوج كما في تفاعل هيدروكسيد الكالسيوم وحمض الهيدروكلوريك.

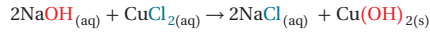


**تفاعلات الإحلال المزدوج** يسمى التفاعل الذي يتم فيه تبادل الأيونات بين مركبين تفاعل الإحلال المزدوج. انظر المعادلة العامة في الشكل 16-4.

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



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



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

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



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

**سلسلة نشاط الفلزات** وضح للطلاب أن نشاط الفلزات في السلسلة يمكن وصفه بتفصيل أكبر مما هو في الشكل 15-4. فالفلزات الواقعة بين الماغنسيوم 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 مكونة أكاسيد، على حين أن الفضة والبلاتين والذهب تكون أكاسيد فقط بشكل غير مباشر.

## تطبيقات في الكيمياء

**الحلي (المجوهرات)** اسأل الطلاب هل سبق أن أصيبوا بحساسية من الحلي المعدنية؟ مع الأخذ في الحسبان موقع النيكل والذهب والفضة والبلاتين في سلسلة النشاط. اسألهم أيضاً أي هذه الفلزات أكثر نشاطاً وأيها أقل؟ **الأكثر نشاطاً: النيكل، والأقل نشاطاً: الذهب.** ثم اسألهم أي هذه الفلزات أكثر احتمالاً في تسبب الحساسية عند استعمالها في الحلي. **النيكل، وأي أنواع الحلي الفلزية يعد أفضل اختيار لشخص لديه حساسية من الحلي؟ الذهب، أو البلاتين، أو الفضة.** **ض م**

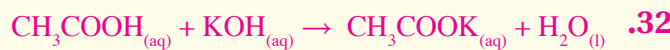
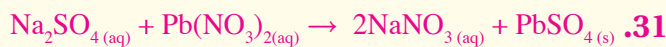
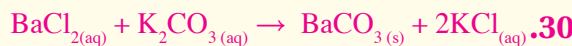
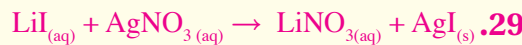
## مشروع الكيمياء

**الكيمياء في الصناعة** اطلب إلى الطلاب أن يبحثوا كيف يزيل عمال النظافة الكبريت وأكاسيد النيتروجين من مداخن محطات توليد الطاقة. واطلب إليهم أيضاً عمل مخطط يوضح ما عرفوه، وأن يكتبوا معادلات حول أية تفاعلات كيميائية مستعملة ويصنفوها. واطلب إليهم كذلك أن يعرضوا لوحاتهم أمام الصف. **ض م**



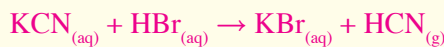
✓ **ماذا قرأت؟** تغير الأيونات السالبة أماكنها. فالأيون السالب من المركب A يرتبط بالأيون الموجب من المركب B، ويرتبط الأيون السالب من المركب B بالأيون الموجب من المركب A. ونتيجة لذلك يتكوّن مركبان جديان.

### مسائل تدريبية



### عمل نموذج

**الإحلال المزدوج** اطلب إلى الطلاب عمل نموذج باستعمال مجموعة نماذج الجزيئات (مجموعة من الكرات البلاستيكية المثقبة بألوان وحجوم مختلفة ومجموعة من الوصلات البلاستيكية) لكل من المتفاعلات في تفاعل الإحلال المزدوج الآتي:

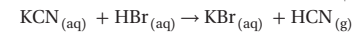


واطلب إليهم أن يعيدوا ترتيب ذرات العناصر في النماذج ليوضحوا كيف تكوّن المتفاعلات النواتج، ثم اطلب إليهم أن يصفوا كتابةً كيف أُعيد ترتيب ذرات العناصر في النماذج حتى كوّن المتفاعلات النواتج. **د م**

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

الخطوات	أمثلة
1. اكتب الصيغ الكيميائية للمتفاعلات.	$\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$
2. عيّن الأيونات الموجبة والسالبة في كل مركب.	$\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ فيه $\text{Al}^{3+}$ و $\text{NO}_3^-$ $\text{H}_2\text{SO}_4$ فيه $\text{H}^+$ و $\text{SO}_4^{2-}$
3. اربط بين كل أيون موجب والأيون السالب في المركب الآخر.	$\text{SO}_4^{2-}$ يرتبط مع $\text{Al}^{3+}$ $\text{NO}_3^-$ يرتبط مع $\text{H}^+$
4. اكتب الصيغ الكيميائية للنواتج مستعيناً بالخطوة 3.	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ $\text{HNO}_3$
5. اكتب المعادلة الكيميائية الكاملة لتفاعل الإحلال المزدوج.	$\text{Al}(\text{NO}_3)_3_{(aq)} + \text{H}_2\text{SO}_4_{(aq)} \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3_{(s)} + \text{HNO}_3_{(aq)}$
6. زن المعادلة.	$2\text{Al}(\text{NO}_3)_3_{(aq)} + 3\text{H}_2\text{SO}_4_{(aq)} \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3_{(s)} + 6\text{HNO}_3_{(aq)}$

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



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

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

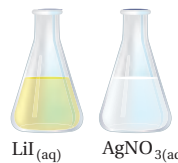
### مسائل تدريبية

اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة لتفاعلات الإحلال المزدوج الآتية:

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

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

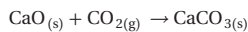
31. يتفاعل محلول كبريتات الصوديوم مع محلول نترات الرصاص II لإنتاج كبريتات الرصاص II الصلبة ومحلول نترات الصوديوم.



32. تحفيز يتفاعل حمض الإيثانويك (حمض الخل)  $\text{CH}_3\text{COOH}$  مع هيدروكسيد البوتاسيوم لإنتاج إيثانوات البوتاسيوم (خلات البوتاسيوم) والماء.

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

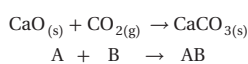
يلخص الجدول 4-9 أنواع التفاعلات الكيميائية. يمكنك الاستعانة بالجدول لمعرفة أنواع التفاعلات المختلفة وتوقع نواتجها. على سبيل المثال، كيف تحدد نوع التفاعل بين أكسيد الكالسيوم الصلب وغاز ثاني أكسيد الكربون في إنتاج كربونات الكالسيوم الصلبة؟ أولاً: اكتب المعادلة الكيميائية.



ثانياً: حدد ما يحدث في التفاعل. في هذه الحالة، تتفاعل مادتان وينتج عنها مركب واحد.

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

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



### التقويم 4-2

#### الخلاصة

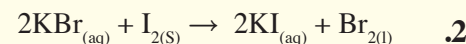
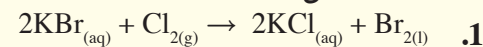
33. الفكرة الرئيسية وضح الأنواع الأربعة من التفاعلات الكيميائية وخواصها.
34. اشرح كيف تم ترتيب سلسلة النشاط الكيميائي للفلزات؟
35. قارن بين تفاعلات الإحلال البسيط والإحلال المزدوج.
36. صف ماذا ينتج عن تفاعل الإحلال المزدوج؟
37. صنف ما نوع التفاعل المرجح حدوثه عندما يتفاعل الباريوم مع الفلور؟ اكتب معادلة كيميائية موزونة للتفاعل.
38. هسر البيانات. هل يمكن للتفاعل الآتي أن يحدث؟ فسر إجابتك.  
 $3Ni + 2AuBr_3 \rightarrow 3NiBr_2 + 2Au$

32

## 3. التقويم

### التحقق من الفهم

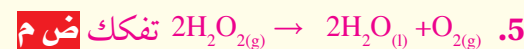
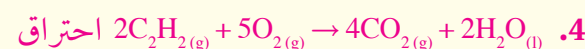
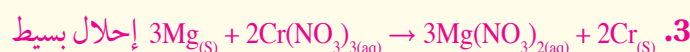
اسأل الطلاب أن يفسروا لماذا يحدث التفاعل 1، بينما لا يحدث التفاعل 2؟



الكلور يقع فوق البروم في سلسلة نشاط الهالوجينات، ولكن اليود يقع تحت البروم في السلسلة. **ض م**

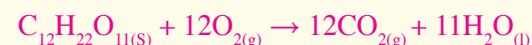
### إعادة التدريس

اطلب إلى الطلاب تصنيف كل من التفاعلات الآتية:



### التوسع

اطلب إلى الطلاب أن يكتبوا المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل بين السكر  $C_{12}H_{22}O_{11(s)}$  والأكسجين لإنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون والماء السائل.



وبين لهم أن المعادلة الكيميائية تمثل النسبة بين كميات الذرات والجزيئات والأيونات في التفاعل. **ض م**

## التقويم 4-2

33. التكوين: مادتان تتحدان لتكوين مركب واحد.

• الاحتراق: مادة تتفاعل مع الأكسجين منتجة حرارة وضوءاً.

• التفكك: مركب واحد يتحلل إلى مادتين أو أكثر.

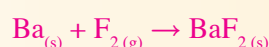
• الإحلال: ذرات عنصر تحل محل ذرات عنصر آخر (إحلال بسيط)، أو تتبادل الأيونات الموجبة بين مركبين (إحلال مزدوج).

34. رتبت سلسلة نشاط الفلزات وفق نشاطها بالنسبة للفلزات الأخرى. حيث توجد الفلزات الأنشط في أعلى السلسلة، أما الأقل نشاطاً فتوجد في أسفلها.

35. في تفاعل الإحلال البسيط تحل ذرات عنصر محل ذرات عنصر آخر، أما في تفاعل الإحلال المزدوج فإن مركبين ذائبين في الماء يتبادلان أيوناتهما الموجبة.

36. تنتج تفاعلات الإحلال المزدوج مركبين مختلفين، أحدهما راسب أو ماء أو غاز.

37. من المرجح أن يحدث تفاعل تكوين.



38. نعم، يحدث التفاعل؛ لأن النيكل أنشط من الذهب.

# 4-3

## 1. التركيز

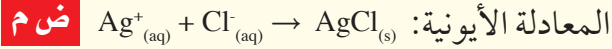
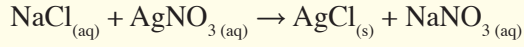
### شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (15) الواردة في مصادر التعلم للفصول (4-5)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: **دم**

[www.obeikaneducation.com](http://www.obeikaneducation.com)

### الفقرة الرئيسية

**نواتج التفاعل** اطلب إلى الطلاب 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:



## 2. التدريس

### التعلم البصري

انظر إلى الشكلين 4-18 و 4-19 و اشرح باختصار مستعملاً النماذج الكيميائية للتوضيح للطلاب كيف تكون المركبات أيونات عندما تذوب في الماء. ووضح لهم كيف تكون المركبات التساهمية، مثل HCl أيونات عندما تذوب، وهي العملية التي تُعرف بالتأين. واعرض عليهم أيضاً 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 الطلاب بأن الرواسب ينتج من تفاعل كيميائي، ويتكوّن من جسيمات معلقة صلبة. واطلب إليهم غلي كمية قليلة من ماء الصنبور في وعاء حتى يتبخّر الماء كله. المادة المتبقية في الوعاء هي راسب كربونات الكالسيوم  $\text{CaCO}_{3(s)}$ .

## 4-3

### الأهداف

- تصف المحاليل المائية.
- تكتب معادلات أيونية كاملة ومعادلات أيونية نهائية للتفاعلات الكيميائية في المحاليل المائية.
- تتوقع ما إذا كانت التفاعلات في المحاليل المائية ستؤدي إلى إنتاج راسب، أو ماء، أو غاز.

### مراجعة المفردات

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

### المفردات الجديدة

المحلول المائي  
المذاب  
المذيب  
المعادلة الأيونية الكاملة  
الأيونات المتفرجة  
المعادلة الأيونية النهائية

### التفاعلات في المحاليل المائية

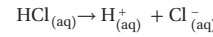
### Reactions in Aqueous Solutions

**الفقرة الرئيسية** تحدث تفاعلات الإحلال المزدوج بين المواد في المحاليل المائية، وتؤدي إلى إنتاج رواسب، أو ماء، أو غازات. **الربط مع الحياة** يستعمل مسحوق نكهة الليمون في تحضير شراب الليمون. فعندما يضاف المسحوق إلى الماء فإن بلوراته تذوب فيه مكونة محلولاً له نكهة الليمون.

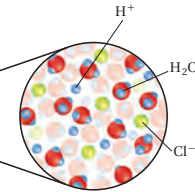
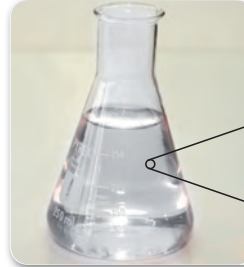
### المحاليل المائية Aqueous Solutions

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

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



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

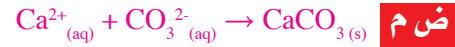
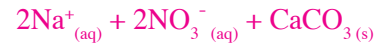
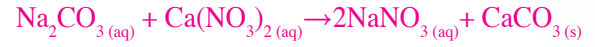


**الشكل 4-18** يتفكك حمض الهيدروكلوريك HCl في الماء إلى أيونات هيدروجين  $\text{H}^+$ ، وأيونات كلوريد  $\text{Cl}^-$ .

## عرض سريع



**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 سابقاً حتى تذوب المادة الصلبة كلها. ودع الطلاب يلاحظوا الدليل على حدوث تفاعل عندما تخلط محتويات الأنبوبين. (جفّف راسب  $\text{CaCO}_3$  وضعه في وعاء للفضلات، واسكب محلول نترات الصوديوم في المغسلة، واغسله بكمية من الماء) سيتكون راسب أبيض من كربونات الكالسيوم. ثم اطلب إلى الطلاب كتابة كل من المعادلات الكيميائية، والأيونية الكاملة، والأيونية النهائية للتفاعل.



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

### المفردات

الاستعمال العلمي مقابل

الاستعمال الشائع

المركب

الاستعمال العلمي، اتحاد عنصريين أو أكثر كيميائياً.

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

الاستعمال الشائع، كلمة تتكون من مقطعين.

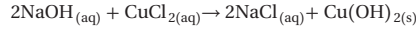
ملح الطعام يسمى كلوريد الصوديوم.

### أنواع التفاعلات في المحاليل المائية

#### Types of Reactions in Aqueous Solutions

عند مزج محلولين مائين يحتويان 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. أما جزيئات المذيب - وهي في الغالب جزيئات ماء - فلا تتفاعل عادةً.

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



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

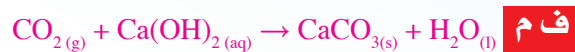
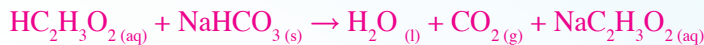
الشكل 19-4 يتفكك NaOH في الماء إلى أيوني  $\text{Na}^+$  و  $\text{OH}^-$ ، كما يتفكك  $\text{CuCl}_2$  إلى أيوني  $\text{Cu}^{2+}$  و  $\text{Cl}^-$ .

متفاعل  
متفاعل  
نواتج

34

### طرائق تدريس متنوعة

**دون المستوى** تأكد من تعبئة الطلاب لبطاقة السلامة في دليل التجارب العملية قبل بدء العمل. ركب جهازاً من أنبوب اختبار (2cm×15cm)، 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 الطلاب صب 5 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 2.5g 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، وهي إحدى طرائق الكشف عن غاز ثاني أكسيد الكربون. اطلب إلى الطلاب أيضاً كتابة معادلات كيميائية للتفاعل بين حمض الخل وكربونات الصوديوم الهيدروجينية، والتفاعل بين ثاني أكسيد الكربون ومحلول هيدروكسيد الكالسيوم المائي لتكوين كربونات الكالسيوم غير الذائبة.



## تجربة

لاحظ تفاعلاً يكون راسباً

كيف يكون محلولان مادة صلبة؟

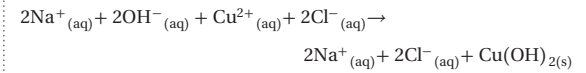
خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. ضع 50 mL ماء مقطرًا في كأس سعتها 150 mL.
3. زن 4 g من حبيبات NaOH، ثم أضفها بالتدريج حبيبة بعد أخرى إلى الكأس. واحرص على تحريك المحلول بساق التحريك حتى تذوب كل حبيبة تمامًا قبل إضافة الأخرى.
4. زن 6 g من ملح إيسوم (كبريتات الماغنسيوم MgSO<sub>4</sub>)، وضعها في كأس أخرى سعتها 150 mL، ثم أضف 50 mL ماء مقطرًا إلى الملح، وحركه بساق التحريك حتى يذوب الملح تمامًا.

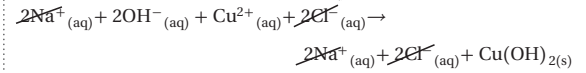
### التحليل

1. اكتب معادلة كيميائية رمزية متوازنة للتفاعل بين NaOH و MgSO<sub>4</sub>. ولاحظ أن أغلب مركبات الكبريتات توجد في صورة أيونات في المحاليل المائية.
2. اكتب المعادلة الأيونية الكاملة لهذا التفاعل.
3. حدد أي الأيونات متفرجة، ثم اكتب المعادلة الأيونية النهائية للتفاعل.

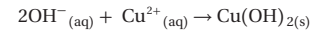
**المعادلات الأيونية** لتوضيح تفاصيل التفاعلات التي تتضمن أيونات في المحاليل المائية، يستخدم الكيميائيون المعادلات الأيونية، وهي تختلف عن المعادلات الكيميائية الرمزية المتوازنة في أن المواد التي تكون على شكل أيونات في المحلول تكتب كأيونات في المعادلة. فلكي تكتب المعادلة الأيونية لتفاعل محلولي NaOH و CuCl<sub>2</sub>، مثلًا يجب أن تكتب التفاعلات والناتج NaCl على شكل أيونات.



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



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



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

35

## تجربة

**الهدف** سيكتب الطلاب معادلة كيميائية متوازنة، ومعادلة أيونية كاملة، ومعادلة أيونية نهائية لتفاعل كيميائي ينتج راسباً.

**المهارات العلمية** يصنف، ويلاحظ، ويستنتج.

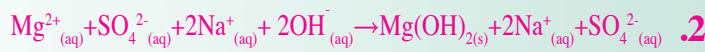
**احتياطات السلامة** تأكد من تعبئة الطلاب لبطاقة السلامة في دليل التجارب العملية قبل بدء العمل، وتحقق من أن الطلاب يلبسون معاطف المختبر ويضعون النظارات الواقية. هيدروكسيد الصوديوم مادة كاوية، وملح أسوم مهيج للجلد.

**التخلص من النفايات** يمكن التخلص من هيدروكسيد الماغنسيوم المترسب بوضعه في حاوية النفايات، لذا لا تلقه في المغسلة.

**استراتيجيات التدريس** وضح للطلاب كيف تصب سائلاً يحوي مادة صلبة.

**النتائج المتوقعة** سيكون التفاعل راسباً أبيض من هيدروكسيد الماغنسيوم. كما ستكون كبريتات الصوديوم الذائبة في الماء، ولهذا لا ترى في المحلول.

## التحليل



3. الأيونات المتفرجة:  $\text{Na}^+(\text{aq})$  و  $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$



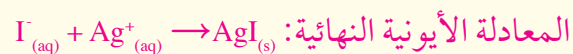
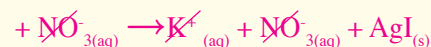
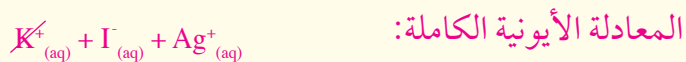
**ماذا قرأت؟** في المعادلة الأيونية، تكتب المواد التي تكون على صورة أيونات في المحلول بصورة أيونات في المعادلة، في حين لا توضح التفاصيل في المعادلة الكيميائية.

السؤال أكمل المعادلة الكيميائية التالية:

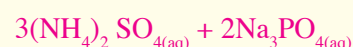
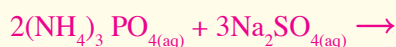


### مسائل تدريبية

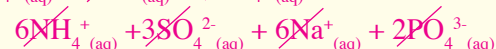
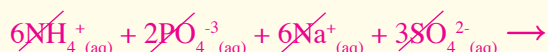
39. المعادلة الكيميائية:



40. المعادلة الكيميائية:



المعادلة الأيونية الكاملة:



لا يحدث تفاعل، ولهذا لا يوجد معادلة أيونية نهائية.

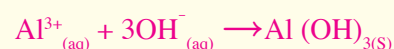
41. المعادلة الكيميائية:



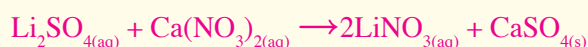
المعادلة الأيونية الكاملة:



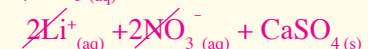
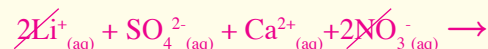
المعادلة الأيونية النهائية:



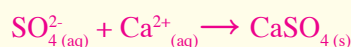
42. المعادلة الكيميائية:



المعادلة الأيونية الكاملة:



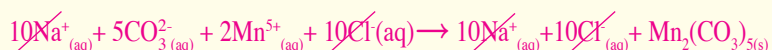
المعادلة الأيونية النهائية:



43. المعادلة الكيميائية:



المعادلة الأيونية الكلية:



### مثال 3-4

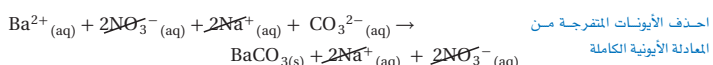
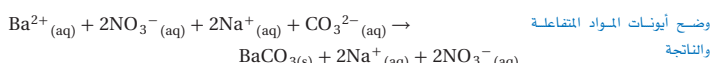
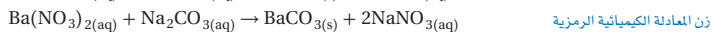
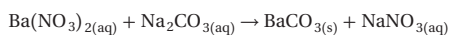
التفاعلات التي تكون راسباً اكتب المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة، والأيونية الكاملة، والأيونية النهائية لتفاعل محلول نترات الباريوم مع محلول كربونات الصوديوم الذي يكون راسباً من كربونات الباريوم.

#### 1 تحليل المسألة

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

#### 2 حساب المطلوب

اكتب الصيغ الكيميائية الصحيحة والحالات الفيزيائية لكل المواد في التفاعل:



#### 3 تقويم الإجابة

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

### مسائل تدريبية

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

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

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

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

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

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

### دفتر الكيمياء

الأيونات في المياه الجوفية اطلب إلى الطلاب البحث في الأيونات الموجودة في المياه الجوفية حيث يسكنون، وتحديد أي هذه الأيونات مفيد، وأيها يتم التخلص منه كلياً أو جزئياً في وحدات معالجة المياه، ثم اطلب إليهم تلخيص نتائجهم في دفاترهم. **ضم م**

## ■ إجابة سؤال الشكل 20-4: الأيونات السالبة:

$Br^-$  و  $OH^-$ ؛ الأيونات الموجبة:  $H^+$  و  $Na^+$

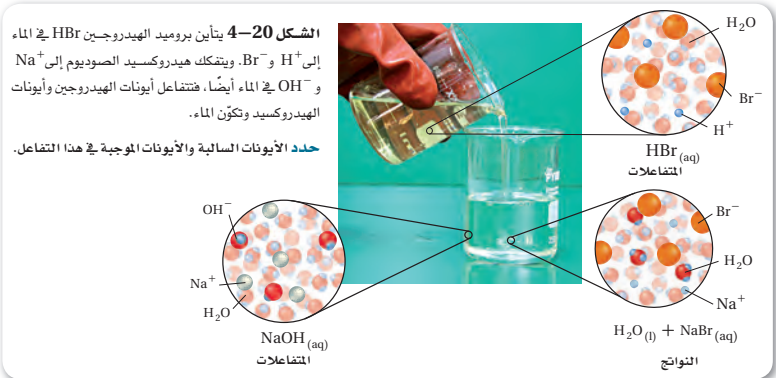
✓ ماذا قرأت؟ لأنها لا تشارك في التفاعل.

## استعمال المصطلحات العلمية

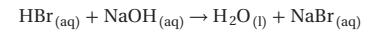
المتفرج اطلب إلى الطلاب البحث في معنى مصطلح "متفرج" عندما يتكلمون عن حدث رياضي وربط المصطلح بالكيمياء. **ضم م**

## التوسع

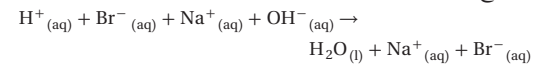
**المواد المنزيلة لعسر الماء** أسأل الطلاب ما إذا كان الماء في بيوتهم يسراً أم عسراً. وشرح لهم أن الماء العسر يحتوي على نسبة عالية من أملاح الكالسيوم والمغنسيوم، وأنه سيكون زبدًا صابونيًا على المغاسل وأماكن الاستحمام، ولا يساعد على تنظيف الملابس تمامًا من الصابون، وسيترك رواسب في الأوعية التي يغلي فيها. ووضح لهم أنه بالإمكان جعل الماء العسر يسراً باستبدال أيونات الكالسيوم والمغنسيوم بأيونات الصوديوم، وأسأل الطلاب لماذا استبدلت أيونات الكالسيوم والمغنسيوم بأيونات الصوديوم. **لأن أيونات الصوديوم أكثر نشاطًا من أيونات الكالسيوم والمغنسيوم.** وأسألهم أيضًا فيما إذا كان استبدال أيونات الكالسيوم والمغنسيوم سيؤدي إلى مخاطر صحية على بعض الأشخاص. **إذا كان الشخص يعاني من ارتفاع ضغط الدم، فإن زيادة أيونات الصوديوم قد يكون خطرًا على الصحة.** **ضم م**



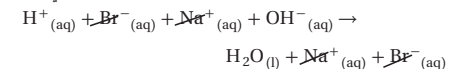
**التفاعلات التي تكوّن ماء** هذا النوع من تفاعلات الإحلال المزدوج يؤدي إلى تكوين جزيئات ماء، فيزداد عدد جزيئات الماء (المذيب). وبخلاف التفاعلات التي تكون فيها راسب، لا يلاحظ في هذا النوع من التفاعلات دليل على حدوث تفاعل كيميائي؛ لأن الماء عديم اللون والرائحة، كما أنه يشكل أغلب المحلول. فعندما تخلط محلول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



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



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



وتكون المعادلة الأيونية النهائية للتفاعل كالتالي:



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

37

## دفتر الكيمياء

**ماذا سيفعل الهيدروجين؟** اطلب إلى الطلاب كتابة جمل في دفاترهم تصف "نشاطات" "انتقالات" ذرة هيدروجين خلال التفاعلات والعمليات الآتية: تفاعل جزيء الهيدروجين مع جزيء من غاز اليود لتكوين يوديد الهيدروجين الغازي؛ يذوب يوديد الهيدروجين الغازي في الماء لتكوين حمض الهيدرويوديكي؛ يتفاعل حمض الهيدرويوديكي مع محلول كبريتيد الليثيوم المائي لتكوين غاز كبريتيد الهيدروجين. شجع الطلاب على أن يبحثوا عن الخواص الفيزيائية والكيميائية لليود وكبريتيد الهيدروجين وتضمينها في قصصهم. **ضم م**

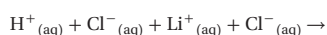
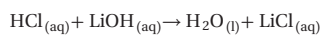
التفاعلات التي تكون ماء اكتب المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة، والأيونية الكاملة، والأيونية النهائية لتفاعل حمض الهيدروكلوريك مع محلول هيدروكسيد الليثيوم الذي يكون ماء ومحلول كلوريد الليثيوم.

## 1 تحليل المسألة

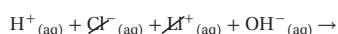
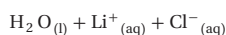
لقد أعطيت التفاعلات والنواتج. لكتابة معادلة كيميائية موزونة للتفاعل يجب أن تحدد الصيغ الكيميائية والكميات النسبية للمتفاعلات والنواتج. ولكتابة المعادلة الأيونية الكاملة تحتاج إلى توضيح الحالات الأيونية للمتفاعلات والنواتج. وبسط الأيونات المتفرجة من طرفي المعادلة يمكنك كتابة المعادلة الأيونية النهائية.

## 2 حساب المطلوب

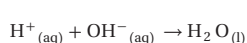
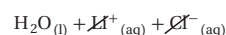
اكتب معادلة كيميائية رمزية للتفاعل، ثم زنها.



وضح أيونات المواد المتفاعلة والناتجة.



احذف الأيونات المتفرجة من المعادلة الأيونية الكاملة.



اكتب المعادلة الأيونية النهائية.

## 3 تقويم الإجابة

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

## مسائل تدريبية

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

44. عند خلط حمض الكبريتيك  $\text{H}_2\text{SO}_4$  بمحلول هيدروكسيد البوتاسيوم ينتج ماء ومحلول كبريتات البوتاسيوم.

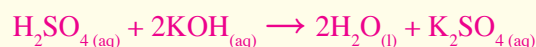
45. عند خلط حمض الهيدروكلوريك  $\text{HCl}$  بمحلول هيدروكسيد الكالسيوم ينتج ماء ومحلول كلوريد الكالسيوم.

46. عند خلط حمض النيتريك  $\text{HNO}_3$  بمحلول هيدروكسيد الأمونيوم ينتج ماء ومحلول نترات الأمونيوم.

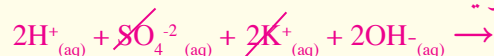
47. عند خلط كبريتيد الهيدروجين  $\text{H}_2\text{S}$  بمحلول هيدروكسيد الكالسيوم ينتج ماء ومحلول كبريتيد الكالسيوم.

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

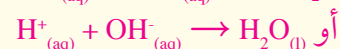
## 44. المعادلة الكيميائية:



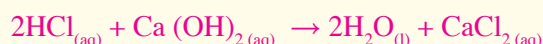
المعادلة الأيونية الكاملة:



المعادلة الأيونية النهائية:



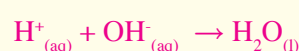
## 45. المعادلة الكيميائية:



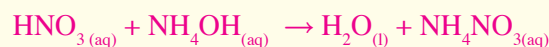
المعادلة الأيونية الكاملة:



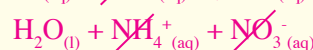
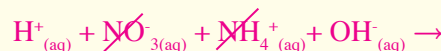
المعادلة الأيونية النهائية:



## 46. المعادلة الكيميائية:



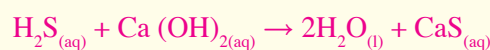
المعادلة الأيونية الكاملة:



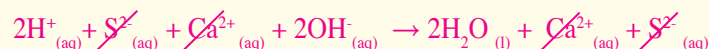
المعادلة الأيونية النهائية:



## 47. المعادلة الكيميائية:



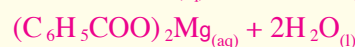
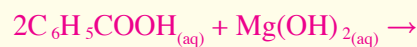
المعادلة الأيونية الكاملة:



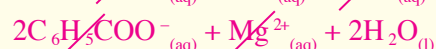
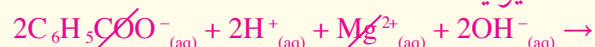
المعادلة الأيونية النهائية:



## 48. المعادلة الكيميائية:



المعادلة الأيونية الكاملة:

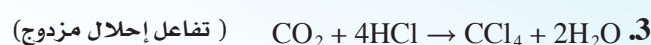
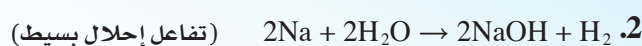
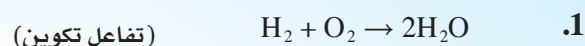


المعادلة الأيونية النهائية:



## طرائق تدريس متنوعة

دون المستوى اطلب إلى الطلاب ذوي التحصيل المتدني بناء الصيغ الكيميائية للجزيئات باستعمال النماذج الكيميائية - لتوضيح تفاعل التكوين وتفاعل الإحلال. ويمكنهم تقديم النماذج لزملائهم. مستعملًا التفاعلات الكيميائية الآتية أمثلة على هذه النماذج:

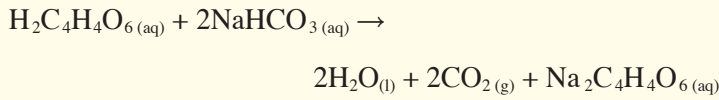




## تطبيقات في الكيمياء

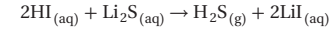
**كيمياء الخبز** اشرح للطلاب أن بعض الكعك والمواد الأخرى المخبوزة تنتفخ خلال عملية الخبز نتيجة تكون غاز ثاني أكسيد الكربون المحتجز والذي ينتج من تفاعل مسحوق الخبز والماء.

ومسحوق الخبز هو مخلوط من صودا الخبز (كربونات الصوديوم الهيدروجينية  $\text{NaHCO}_3$ )، وحمض جاف كحمض الترتريك ( $\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$ )، بالإضافة إلى النشا الذي يساعد على بقاء المخلوط جافاً. وعند إضافة الماء إلى مسحوق الخبز تذوب صودا الخبز وحمض الترتريك مما يسهل حدوث التفاعل الآتي:

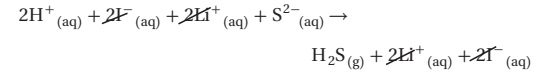


اعرض التفاعل عملياً بإضافة بعض الماء إلى كمية قليلة من مسحوق الخبز في زجاجة ساعة. كما يمكنك عرض صورة التفاعل باستعمال جهاز عرض الشفافيات.

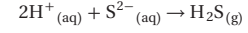
**التفاعلات التي تكوّن غازات** ينتج عن هذا النوع من تفاعلات الإحلال المزدوج تكوين غازات، مثل  $\text{CO}_2$ ، و  $\text{HCN}$ ، و  $\text{H}_2\text{S}$ . فعندما تملط حمض الهيدروبيديك HI بمحلول كبريتيد الليثيوم  $\text{Li}_2\text{S}$  يتصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين  $\text{H}_2\text{S}$ ، كما ينتج يوريد الليثيوم LiI الذي يظل ذائباً في المحلول.



وما عدا  $\text{H}_2\text{S}$  فإن جميع المواد في التفاعل توجد على شكل أيونات. لذا يمكنك كتابة المعادلة الأيونية الكاملة للتفاعل على النحو الآتي:



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



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

ومن التفاعلات التي تنتج غاز ثاني أكسيد الكربون أيضاً ما يحدث في المطبخ عندما تملط الخبز بصودا الخبز. فالخل محلول مائي لحمض الإيثانويك، وصودا الخبز عبارة عن كربونات الصوديوم الهيدروجينية. وعند خلطها معاً يتفاعلان ويتصاعد غاز  $\text{CO}_2$ ، كما هو موضح في الشكل 21-4.

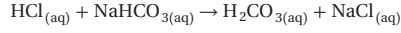
وهناك تفاعل آخر مشابه لتفاعل الخبز مع صودا الخبز، يحدث عندما تملط أي محلول حمضي بكربونات الصوديوم الهيدروجينية (بيكربونات الصوديوم).

**الشكل 21-4** عندما يتفاعل الخبز مع صودا الخبز  $\text{NaHCO}_3$  يحدث تصاعد سريع لغاز ثاني أكسيد الكربون  $\text{CO}_2$ .

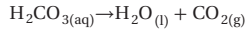


وفي الحالات جميعها يجب أن يحدث تفاعلان متزامنان في المحلول لينتج غاز ثاني أكسيد الكربون. أحد هذين التفاعلين تفاعل إحلال مزدوج، والآخر تفاعل تفكك. فعندما تذيب كربونات الصوديوم الهيدروجينية مثلاً في حمض الهيدروكلوريك يحدث تفاعل إحلال مزدوج، وينتج غاز، انظر الشكل 21-4.

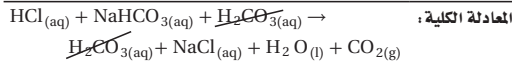
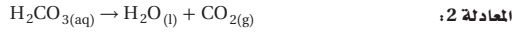
فكلوريد الصوديوم مادة أيونية تبقى في الماء على شكل أيونات منفصلة. أما حمض الكربونيك  $H_2CO_3$  فيتفكك بمجرد تكونه إلى ماء وغاز ثاني أكسيد الكربون. فلهيدروجين في حمض الهيدروكلوريك والصوديوم في كربونات الصوديوم الهيدروجينية محل كل منهما محل الآخر.



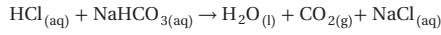
لكن بمجرد أن يتكون حمض الكربونيك  $H_2CO_3$  يتفكك مكوناً الماء وغاز ثاني أكسيد الكربون. وهذا عكس ما يحدث للمواد الأيونية ومنها كلوريد الصوديوم؛ حيث تبقى أيوناتها منفصلة في المحلول.



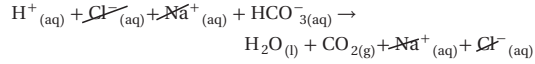
ويمكنك -كما تجمع المعادلات الرياضية- أن تجمع معادلتي التفاعلين وأن تمثلها بمعادلة كيميائية تسمى المعادلة الكلية للتفاعل.



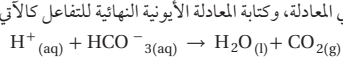
وبحذف  $H_2CO_3$  من طرفي المعادلة تحصل على ما يسمى المعادلة النهائية للتفاعل.



هذا، ويمكنك كتابة المعادلة الأيونية الكاملة كالآتي:



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



ماذا قرأت؟ صف ما المعادلة النهائية للتفاعل؟

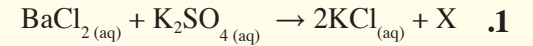
## التقويم

**المهارة** اطلب إلى الطلاب تكوين جداول تلخص أنواع التفاعلات التي نوقشت في هذا القسم، واطلب إليهم إعطاء مثالين (معادلتين) على كل نوع من التفاعلات المتضمنة في

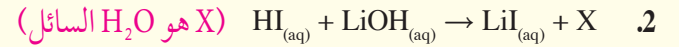
الجدول. **ضم م**

## التقويم

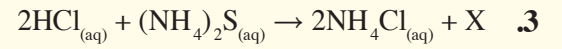
**المعرفة** اطلب إلى الطلاب أن يتوقعوا صيغة الناتج المجهول (X) في كل من التفاعلات الآتية:



(X هو  $BaSO_4$ ، ناتج غير ذائب)



(X هو  $H_2O$  السائل)



(X هو غاز  $H_2S$ ) **ضم م**

ماذا قرأت؟ ناتج جمع معادلتين أو أكثر.

## مشروع الكيمياء

**إزالة ترسبات الماء العسر** اطلب إلى الطلاب 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. **ضم م**

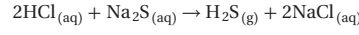
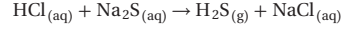
التفاعلات التي تكون غازات اكتب كلاً من المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة، والأيونية الكاملة، والأيونية النهائية للتفاعل بين حمض الهيدروكلوريك ومحلول كبريتيد الصوديوم، والذي ينتج عنه غاز كبريتيد الهيدروجين ومحلول كلوريد الصوديوم.

## 1 تحليل المسألة

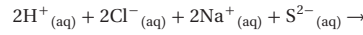
لقد أعطيت المعادلة اللفظية للتفاعل بين حمض الهيدروكلوريك HCl وكبريتيد الصوديوم Na<sub>2</sub>S. يجب أن تكتب المعادلة الكيميائية الرمزية للتفاعل وتزنها. ولكتابة المعادلة الأيونية الكاملة يجب أن توضح الحالات الأيونية للمواد المتفاعلة والناتجة. وبحذف الأيونات المتفرجة من المعادلة الأيونية الكاملة يمكنك كتابة المعادلة الأيونية النهائية.

## 2 حساب المطلوب

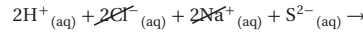
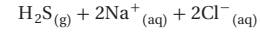
اكتب المعادلة الكيميائية الصحيحة للتفاعل.



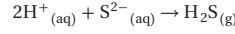
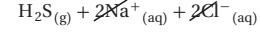
زن المعادلة الكيميائية



وضع أيونات المواد المتفاعلة والناتجة



احذف الأيونات المتفرجة من المعادلة الأيونية الكاملة



اكتب المعادلة الأيونية النهائية بأصغر نسبة عددية صحيحة.

## 3 تقويم الإجابة

المعادلة الأيونية الكلية تبين الأيونات المشاركة في التفاعل.

## مسائل تدريبية

اكتب المعادلات الكيميائية الرمزية الموزونة، والأيونية الكاملة، والأيونية النهائية للتفاعلات الآتية:

49. يتفاعل حمض فوق الكلوريك HClO<sub>4</sub> مع محلول كربونات الصوديوم لتكوين غاز ثاني أكسيد الكربون والماء ومحلول كلورات الصوديوم.

50. يتفاعل حمض الكبريتيك H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> مع محلول سيانيد الصوديوم لتكوين غاز سيانيد الهيدروجين ومحلول كبريتات الصوديوم.

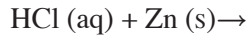
51. يتفاعل حمض الهيدروبروميك HBr مع محلول كربونات الأمونيوم لتكوين غاز ثاني أكسيد الكربون والماء وبرومييد الأمونيوم.

52. يتفاعل حمض النيتريك HNO<sub>3</sub> مع محلول كبريتيد البوتاسيوم لتكوين غاز كبريتيد الهيدروجين.

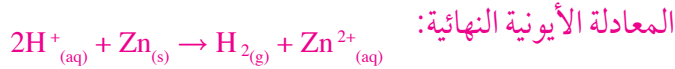
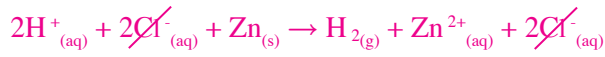
53. تحفيز يتفاعل محلول يوديد البوتاسيوم مع محلول نترات الرصاص لتكوين يوديد الرصاص الصلب.

## مثال في الصف

السؤال اكتب معادلات كيميائية، وأيونية كاملة، وأيونية نهائية للتفاعل الكيميائي الآتي:

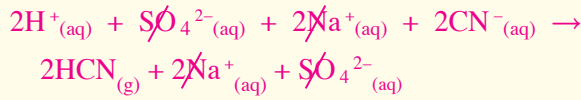


الإجابة:

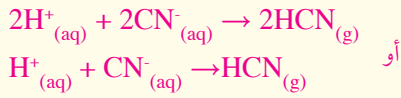


## مسائل تدريبية

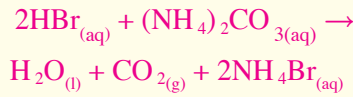
المعادلة الأيونية الكاملة:



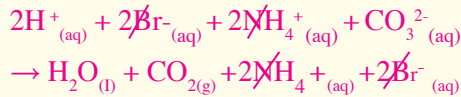
المعادلة الأيونية النهائية:



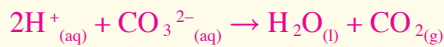
51. المعادلة الكيميائية:



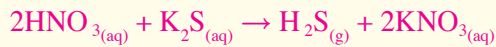
المعادلة الأيونية الكاملة:



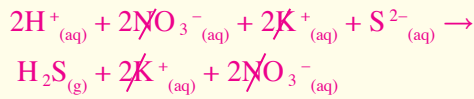
المعادلة الأيونية النهائية:



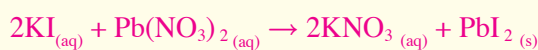
52. المعادلة الكيميائية:



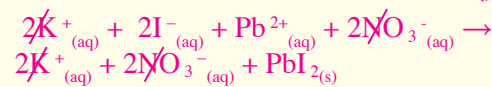
المعادلة الأيونية الكاملة:



53. المعادلة الكيميائية:



المعادلة الأيونية الكاملة:

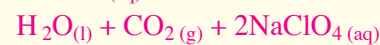


المعادلة الأيونية النهائية:

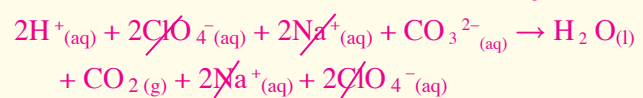
## مشروع الكيمياء

تحديد نوع التفاعل اطلب إلى الطلاب 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 جمع تفاعلين من الأنواع الواردة في الفصل بالإضافة إلى تفاعلات التأكسد والاختزال والتصبين والبلمرة. **ضم**

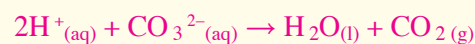
49. المعادلة الكيميائية:



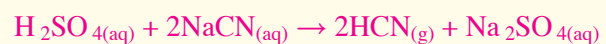
المعادلة الأيونية الكاملة:



المعادلة الأيونية النهائية:



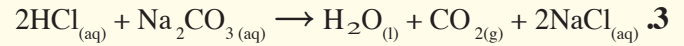
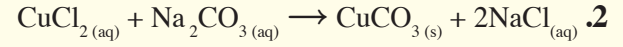
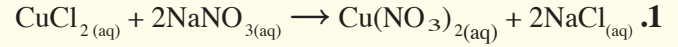
50. المعادلة الكيميائية:



### 3. التقويم

#### التحقق من الفهم

اسأل الطلاب أن يتوقعوا أي تفاعلات التبادل المزدوج الآتية تحدث، مع تفسير إجاباتهم:

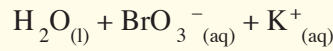
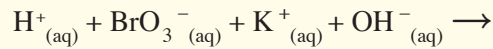


يحدث التفاعلان 2 و 3 فقط. يكون التفاعل 2 راسباً أما التفاعل 3

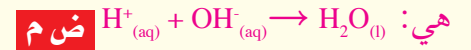
فيكون ماءً وغازاً. **ضم**

#### إعادة التدريس

اسأل الطلاب تحديد الأيونات المتفرجة في المعادلة الأيونية الكاملة الآتية، ثم اطلب إليهم كتابة المعادلة الأيونية النهائية:



الأيونات المتفرجة هي  $\text{BrO}_3^-$  و  $\text{K}^+$  والمعادلة الأيونية النهائية



#### التوسع

ادع أستاذًا جامعياً في الكيمياء، أو طالب دراسات عليا إلى غرفة الصف ليناقد مع الطلاب أهمية المعادلات في أبحاثهم. وحضر بعض المعادلات التي تمثل تفاعلات كيميائية، واسأل الضيف المتحدث أن يعرض على الطلاب

كيف يزن المعادلات الكيميائية. **ضم**

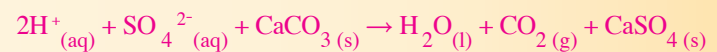
### التقويم 3-4

54. الرواسب، والماء، والغازات.

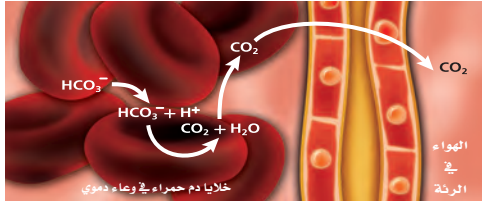
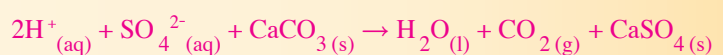
55. المذيب هو المكون الأكبر للمحلول، والمذاب هو المادة الذائبة في المذيب.

56. في المعادلة الأيونية الكاملة، تكتب المركبات الأيونية الذائبة والمواد الجزيئية عالية التآين على صورة أيونات حرة. أما المعادلة الأيونية النهائية فتتضمن الجسيمات التي تشارك في التفاعل فقط.

57. المعادلة الأيونية الكاملة:



المعادلة الأيونية النهائية:



الشكل 22-4 بعد أن يدخل أيون البيكربونات  $\text{HCO}_3^-$  خلية دم حمراء، يتفاعل مع أيون الهيدروجين  $\text{H}^+$  لتكوين ماء وثاني أكسيد الكربون  $\text{CO}_2$ ، الذي يخرج من الرئتين مع هواء الزفير.

**الربط علم الأحياء** يعد تفاعل أيونات الهيدروجين مع أيونات البيكربونات لإنتاج الماء وثاني أكسيد الكربون من أهم التفاعلات التي تحدث في جسمك؛ فهو يحدث في الأوعية الدموية في رتيك. وكما هو مبين في الشكل 22-4 فإن ثاني أكسيد الكربون الذي ينتج في خلايا جسمك ينتقل في دمك على هيئة أيونات البيكربونات  $\text{HCO}_3^-$ ، وعندما تمر هذه الأيونات في الأوعية الدموية لرتيك تتحد مع أيونات الهيدروجين  $\text{H}^+$  وتكوّن غاز  $\text{CO}_2$  الذي يخرج مع هواء الزفير.

هذا التفاعل يحدث أيضاً في المنتجات التي يدخل في تركيبها صودا الخبز المحتوية على كربونات الصوديوم الهيدروجينية التي تجعل الأشياء المخبوزة تنتفخ، وتستخدم مضافاً للمحوضة، وفي طفايات الحريق، وصناعة كثير من المنتجات.

#### مهن في الكيمياء

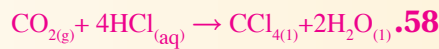
المختص في الكيمياء الحيوية عالم يدرس العمليات الكيميائية في مخلوقات الحية. وقد يدرس وظائف جسم الإنسان، أو يبحث كيف يؤثر كل من الغذاء والأدوية والمواد الأخرى في المخلوقات الحية.

### التقويم 3-4

#### الخلاصة

54. **العنصر الرئيسة** تعد ثلاثة أنواع مألوفة من نواتج التفاعلات التي تحدث في المحاليل المائية.
55. **صف المذيب والمذاب في المحلول المائي.**
56. **مميز المعادلة الأيونية الكاملة من المعادلة الأيونية النهائية.**
57. **اكتب المعادلة الأيونية الكاملة، والأيونية النهائية للتفاعل بين حمض الكبريتيك  $\text{H}_2\text{SO}_4$  وكربونات الكالسيوم  $\text{CaCO}_3$ .**
- $$\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{CaSO}_4(\text{s})$$
58. **حلل أكمل المعادلة الآتية، ثم زنها:**
- $$\text{CO}_2(\text{g}) + \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow$$
59. **توقع ما نوع الناتج الذي سيتكون على الأرجح من التفاعل التالي؟ فسّر ذلك.**
- $$\text{Ba}(\text{OH})_2(\text{aq}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow$$
60. **صغ معادلات يحدث تفاعل عندما يخلط حمض النيتريك  $\text{HNO}_3$  بمحلول مائي من كربونات البوتاسيوم الهيدروجينية (بيكربونات البوتاسيوم)، وينتج محلول نترات البوتاسيوم. اكتب المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة والمعادلة الأيونية النهائية للتفاعل.**

42

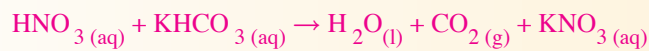


59. **الماء:** ستفكك المتفاعلات إلى الأيونات الآتية في المحلول:

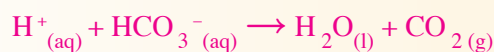


هي أيونات متفرجة، فإن الأيونات التي تشارك في التفاعل هي  $\text{H}^+$  و  $\text{OH}^-$  التي تكوّن الماء.

60. **المعادلة الكيميائية:**



المعادلة الأيونية النهائية:



## التألق الحيوي

عندما يتجمع اليراع (خنافس مضببة) 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 بشرارة إذا خدعته أنثى من نوع آخر من اليراع. إن إنتاج اليراعة للضوء هو نتيجة عملية كيميائية تسمى التألق (التلألؤ) الحيوي، وهي استراتيجية يستخدمها الكثير من المخلوقات الحية في بيئات كثيرة مختلفة. فكيف تعمل؟

1 الخنافس المضببة ليست ذباباً، ولكنها مجموعة من الخنافس التي ترسل ومضاتها للتزاوج، كما أنها تستخدم ضوءها لخداع فريستها. وينبعث الضوء الأصفر المخضر من خلايا في جديها الأسفل، وتتراوح أطوال موجاته بين 670 nm و 510 nm.



2 اكتشافات مضببة أدى البحث في مجال التألق الحيوي إلى اكتشاف البروتين الحيوي الأخضر المشع، الذي يوجد في بعض أنواع قناديل البحر. ويشع هذا البروتين ضوءاً أخضر عند تعرضه للأضواء فوق البنفسجية. وقد قام العلماء بإدخال البروتين المشع في مخلوقات مختلفة، كالجرذان لأغراض البحث العلمي في مجالات السرطان، والملاريا، والعلميات الخلوية. وبسبب أهمية هذا الاكتشاف فقد منح مكتشفو البروتين المشع جائزة نوبل في الكيمياء.

3 التألق الحيوي ينتج وميض اليراع عن تفاعل كيميائي، والمتفاعلات هي الأكسجين واللويسفرين (مادة مشعة للضوء توجد في بعض المخلوقات). ويسرع إنزيم يسمى اللوسفرين التفاعل الذي يؤدي إلى إنتاج الأوكسيلوسفرين وطاقة على شكل ضوء.

## الكتابة في الكيمياء

ابحث جِدًا أنواعًا مختلفة من المخلوقات الحية تستخدم التألق الحيوي، واعمل كتيبًا يوضح لماذا يكون التألق الحيوي فعالاً في هذه المخلوقات؟

## الهدف

سيتعلم الطلاب كيف يستعمل اليراع (الخنافس المضببة) والمخلوقات الأخرى التفاعلات الكيميائية لإنتاج تلالؤ 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 يسهم هذا الغاز في تحطيم الأوزون، ويؤدي إلى المطر الحمضي، كما أنه مركب مهم في كثير من الأنظمة الحية.

المائتوكونديريا مراكز توليد الطاقة في الخلية، وهي تأخذ الأكسجين وتزود به الخلية بالطاقة. ومعظم الأحداث التي تمنع الأكسجين عن المائتوكونديريا تعد ضارة أو حتى قاتلة للخلايا، ولكن في هذه الحالة، فإن وقف عمل المائتوكونديريا هو سبب تفاعل التلالؤ الحيوي في اليراع.

## استراتيجيات التعليم

- يظهر الشكل عددًا من اليراع بالإضافة إلى صورة يراعة مكبرة. كما أنه يوضح بعض التطبيقات للبروتين المتألق الأخضر (GFP).
- وضح للطلاب أنه يجب أن يعود إنزيم 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 حلقيه. ناقش في الصف أسباب حدوث التفاعلات الكيميائية الحلقيه في الطبيعة، واذكر بعض الأمثلة الأخرى عليها. الهضم والتنفس.

## الكتابة في الكيمياء

بحث بعض المخلوقات الحية الأخرى التي تستعمل التلالؤ الحيوي تتضمن الحيوانات التي تعيش في أعماق البحار. وبما أن الضوء المتوافر على هذه الأعماق قليل جدًا، فغالبًا ما يستعمل التلالؤ الحيوي كإشارة تودد. ومع ذلك، فإن بعض المخلوقات تستعمل أجزاء جسمها المتألثة طعمًا لجذب الفريسة. وتصدر إناث بعض الخنافس وميضًا ضوئيًا لتجذب ذكورًا من أنواع أخرى، فإذا اقترب ذكرٌ منها فإنها تفتريسه.

# مختبر الكيمياء

## تطوير سلسلة نشاط الفلزات

الزمن 30 دقيقة

الزمن المخصص حصّة صفية واحدة.

المهارات العلمية الملاحظة والاستنتاج، والتصنيف، والمقارنة، وتطبيق المفاهيم، والتوقع.

احتياطات السلامة تأكد من تعبئة الطلاب لبطاقة السلامة في المختبر قبل بدء العمل، وتأكد من ارتداء الطلاب معاطف المختبر والنظارات الواقية، وغسل أيديهم جيداً بالماء والصابون بعد الانتهاء من العمل، واسترجاع أشرطة الماغنسيوم غير المستعملة جميعها.

تحضير المحاليل استعمل الكتل التالية لأملاح النترات لتحضير L1.0 من محلول ذي تركيز M1.0:



راجع مقدمة الدليل لتتعرف كيفية تحضير المحاليل.

## خطوات العمل

- املاً فجوات طبق التفاعلات البلاستيكي إلى منتصفها بـ 2 mL من المحلول.
- تأكد من تنظيف الفلز بورق الصنفرة حتى يصبح له بريق.
- ذكّر الطلاب أن أي تغير في لون الفلز اللامع يكون دليلاً على حدوث تغير كيميائي.

## حلل واستنتج

1. A3, A4, B1, B4, C4

Mg ثلاث تفاعلات.

Cu بدون تفاعلات.

الماغنسيوم هو الفلز الأكثر نشاطاً.

2. Mg, Al, Zn, Cu.

→ يقل النشاط

## مختبر الكيمياء

### تطوير سلسلة نشاط الفلزات

الخلفية بعض الفلزات أكثر نشاطاً من الفلزات الأخرى. وعند مقارنة كيفية تفاعل الفلزات المختلفة بأيونات معروفة في الأملاح المائية يمكن ترتيب هذه الفلزات في سلسلة بحسب نشاطها. وتنعكس سلسلة النشاط قوة تفاعل كل فلز من الفلزات التي تم فحصها.

سؤال كيف يمكن تطوير سلسلة النشاط؟

#### المواد اللازمة

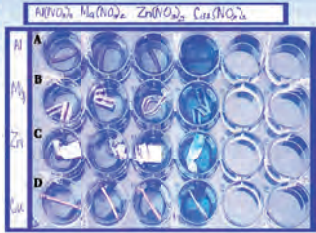
سلك نحاس	1.0M Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
سلك ألومنيوم	1.0M Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>
شريط ماغنسيوم	1.0M Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
شرائط معدنية عدد 4	1.0M Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
ورق صنفرة	ماصات
طبق تفاعلات بلاستيكي	قاطع أسلاك

#### إجراءات السلامة

##### خطوات العمل

1. املاً بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. صمم جدولاً لتدوين البيانات.
3. استخدم الماصة لملء كل فجوة من العمود بـ 1 mL بـ 2 mL من محلول 1.0 M Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>.
4. كرر الخطوة 3 واستخدم الماصة لملء كل فجوة من العمود بـ 2 mL من محلول 1.0 M Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.
5. كرر الخطوة 3 واستخدم الماصة لملء كل فجوة من العمود بـ 3 mL من محلول 1.0 M Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.
6. كرر الخطوة 3 واستخدم الماصة لملء كل فجوة من العمود بـ 4 mL من محلول 1.0 M Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.
7. نظّف 10 cm من شريط الألومنيوم باستخدام ورق الصنفرة حتى يصبح لامعاً، ثم قطع الشريط إلى أربعة أجزاء متساوية طول كل منها 2.5 cm باستخدام قاطع الأسلاك، ثم ضع كل قطعة منها في محلول مختلف في كل فجوة من فجوات الصف A.
8. كرر الخطوة 7 مستخدماً 10 cm من شريط الماغنسيوم، وضع كل قطعة منها في محلول مختلف في كل فجوة من فجوات الصف B.

44



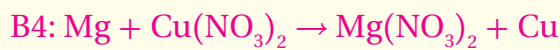
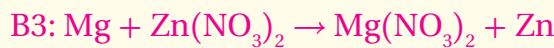
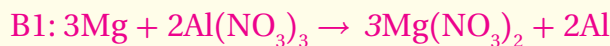
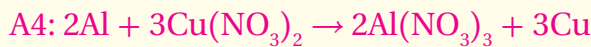
9. نظّف أشرطة الحارصين باستخدام ورق الصنفرة حتى تصبح لامعة، ثم ضع كل شريط منها في محلول مختلف في كل فجوة من فجوات الصف C.
10. لاحظ ما يحدث في كل فجوة، ثم سجل ملاحظاتك بعد مرور 5 دقائق في جدول البيانات الذي قمت بتصميمه.
11. التنظيف والتخلص من النفايات التخلص من المواد الكيميائية والمحاليل والماصات كما يطلب إليك معلمك.

#### حلل واستنتج

1. لاحظ واستنتج في أي الفجوات من طبق التفاعلات حدث تفاعل كيميائي؟ وأي الفلزات تفاعل مع أكبر عدد من المحاليل؟ وأي الفلزات تفاعل مع أقل عدد من المحاليل؟ وأي الفلزات أكثر نشاطاً؟
2. رتب أكثر الفلزات نشاطاً التي تفاعلت مع أكبر عدد من المحاليل، وأقل الفلزات نشاطاً التي تفاعلت مع أقل عدد من المحاليل. رتب الفلزات الأربعة من الأكثر نشاطاً إلى الأقل نشاطاً.
3. طبق اكتب معادلة كيميائية لكل تفاعل إحلال حدث في طبق التفاعلات الكيميائية.
4. الكيمياء في واقع الحياة في أي ظرف من الظروف يكون من المهم معرفة نشاط سلسلة من العناصر.
5. تحليل الخطأ كيف يمكنك مقارنة ما جاء في إجابتك عن السؤال رقم 2 بسلسلة النشاط في الشكل 15-4؟ وما وجه الاختلاف بينهما؟

#### التوسع في الاستقصاء

صمم تجربة ضع ثلاثة أسئلة تبدأ بالعبارة: "ماذا لو...؟"، وتعلق بهذا المختبر، ويمكن أن تؤثر في نتائج التجربة، ثم صمم تجربة لاختبار سؤال واحد منها.



4. قد تختلف الإجابات. يمكن لعلماء الكيمياء الصناعية استخدام هذه المعلومات في تحسين المنتج.

5. ستختلف الإجابات، إذا لم يتم اتباع خطوات العمل بشكل صحيح، أو إذا امتزجت مكونات فجوتين من فجوات طبق التفاعلات البلاستيكي فلن تتوافق سلسلة النشاط.

#### التوسع في الاستقصاء

قد يضيف الطلاب خطوة التأكد من تراكيز المحاليل، أو تغيير درجات حرارة التفاعل، أو إجراء التجربة دون تلميع الأسلاك. يجب أن تصمم التجارب لاختبار متغير واحد فقط في كل مرة.

## دليل مراجعة الفصل

## استعمال المفردات

لتعزيز معرفة الطلاب بمفردات الفصل، اطلب إليهم كتابة جملة واحدة ذات معنى لكل مصطلح في الفصل. **ضم م**

## استراتيجيات المراجعة

اطلب إلى الطلاب أن:

- يعددوا العوامل المختلفة التي قد تشير إلى حدوث تفاعل كيميائي. **ضم م**
- يصفوا خطوات كتابة المعادلات اللفظية والكيميائية. **ضم م**
- يصفوا كلاً من الأنواع الأربعة للتفاعلات الكيميائية التي درست في هذا الفصل. **ضم م**

## الكيمياء عبر المواقع الإلكترونية

- يستطيع الطلاب زيارة الموقع الإلكتروني [www.obeikaneducation.com](http://www.obeikaneducation.com) بهدف:
- دراسة الفصل كاملاً على الموقع الإلكتروني.
- الحصول على المزيد من المعلومات والمشاريع والأنشطة.
- التقدم لاختبار الفصل والاختبار المقنن.

الفقرة العامة تُحوّل ملايين التفاعلات الكيميائية الموجودة داخل جسمك ومن حولك التفاعلات إلى نواتج، مما يؤدي إلى إطلاق طاقة أو امتصاصها.

## 4-1 التفاعلات و المعادلات

المفاهيم الرئيسية	الفقرة الرئيسية
<ul style="list-style-type: none"> <li>• قد تشير بعض التغيرات الفيزيائية إلى حدوث تفاعل كيميائي.</li> <li>• توفر المعادلات الكيميائية اللفظية والرمزية معلومات مهمة عن التفاعل الكيميائي.</li> <li>• توضح المعادلة الكيميائية الموزونة أنواع التفاعلات والنواتج في التفاعل الكيميائي وكمياتها النسبية.</li> <li>• يتضمن وزن المعادلة الكيميائية تعديل المعاملات حتى يتساوى عدد الذرات في طرفي المعادلة.</li> </ul>	<p>بمعادلات كيميائية موزونة.</p> <p><b>المفردات</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• التفاعل الكيميائي</li> <li>• المتفاعلات</li> <li>• النواتج</li> <li>• المعادلة الكيميائية</li> <li>• الرمزية الموزونة</li> <li>• المعامل</li> </ul>

## 4-2 تصنيف التفاعلات الكيميائية

المفاهيم الرئيسية	الفقرة الرئيسية
<ul style="list-style-type: none"> <li>• يُسهّل تصنيف التفاعلات الكيميائية فهمها وتذكرها وتعرّفها.</li> <li>• تستخدم سلسلة النشاط الكيميائي للفلزات والهالوجينات في توقع حدوث تفاعلات الإحلال البسيط.</li> </ul>	<p>هناك أربعة أنواع من التفاعلات الكيميائية، هي: التكوين، والاحتراق، والتفكك، والإحلال.</p> <p><b>المفردات</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• تفاعل التكوين</li> <li>• تفاعل الاحتراق</li> <li>• تفاعل التفكك</li> <li>• تفاعل الإحلال البسيط</li> <li>• تفاعل الإحلال المزدوج</li> <li>• الراسب</li> </ul>

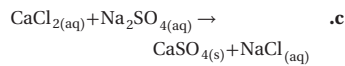
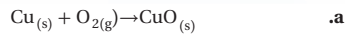
## 4-3 التفاعلات في المحاليل المائية

المفاهيم الرئيسية	الفقرة الرئيسية
<ul style="list-style-type: none"> <li>• الماء هو المذيب في المحاليل المائية دائماً، أما المواد التي قد تذوب فيه فهي كثيرة.</li> <li>• بعض المركبات الجزيئية تكوّن أيونات عندما تذوب في الماء. بينما يذوب الكثير من المركبات الأيونية في الماء، وتنفصل أيوناتها.</li> <li>• عند مزج محلولين يحتويان على أيونات ذاتية، قد تتفاعل الأيونات معاً، أما جزيئات المذيب فلا تتفاعل عادة.</li> <li>• التفاعلات التي تحدث في المحاليل المائية هي تفاعلات الإحلال المزدوج.</li> </ul>	<p>المزدوج بين المواد في المحاليل المائية، وتؤدي إلى إنتاج راسب، أو ماء، أو غازات.</p> <p><b>المفردات</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• المحلول المائي</li> <li>• المذاب</li> <li>• المذيب</li> <li>• المعادلة الأيونية النهائية</li> <li>• المعادلة الأيونية الكاملة</li> <li>• الأيونات المنفردة</li> <li>• المعادلة الأيونية النهائية</li> </ul>

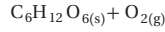
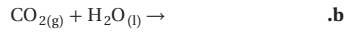
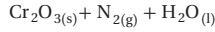
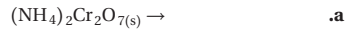
4-1

إتقان المفاهيم

70. اكتب معادلات لفظية للمعادلات الكيميائية الآتية:



71. زن المعادلتين الكيميائيتين الآتيتين:

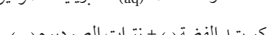
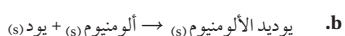
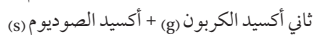


إتقان حل المسائل

72. يتحلل يوديد الهيدروجين إلى غاز الهيدروجين وغاز

اليود في تفاعل تفكك. اكتب معادلة كيميائية رمزية تبين هذا التفاعل.

73. اكتب معادلات كيميائية رمزية للتفاعلات الآتية:



74. اكتب معادلة كيميائية رمزية للتفاعل بين الليثيوم

الصلب وغاز الكلور لإنتاج كلوريد الليثيوم الصلب.

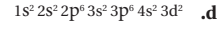
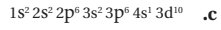
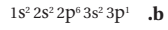
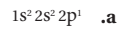
61. عرّف المعادلة الكيميائية.

62. ميز بين التفاعل الكيميائي والمعادلة الكيميائية.

63. وضح الفرق بين المتفاعلات والنواتج.

64. اكتب رمز العنصر الذي يمثل بالتوزيع الإلكتروني

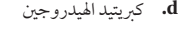
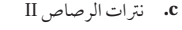
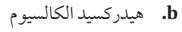
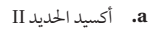
لكل مما يلي:



65. اكتب التوزيع الإلكتروني لكل عنصر مما يلي:



66. اكتب الصيغة الكيميائية لكل مما يلي:



67. هل يشير تحول مادة إلى مادة جديدة دائماً إلى حدوث

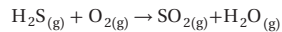
تفاعل كيميائي؟ فسر إجابتك.

68. حدّد المتفاعلات في التفاعل الآتي: عند إضافة

البوتاسيوم إلى محلول نترات الخارصين، يتكون

الخارصين ومحلول نترات البوتاسيوم.

69. زن المعادلة الكيميائية الآتية:



46

4-1

إتقان المفاهيم

61. تمثيل للتفاعل الكيميائي باستعمال الرموز الكيميائية والأرقام للدلالة على المتفاعلات والنواتج.

62. يحدث التفاعل الكيميائي عندما تتحول المتفاعلات إلى نواتج، إضافة إلى أنه يبيّن حالات المواد الفيزيائية جميعها، أما المعادلة الكيميائية الرمزية فهي تمثيل بالرموز عن التفاعل الكيميائي.

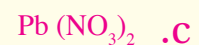
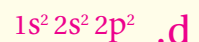
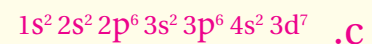
63. المتفاعلات هي المكوّنات الابتدائية والنواتج هي المكوّنات النهائية.

64. a. B

b. Al

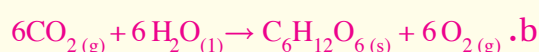
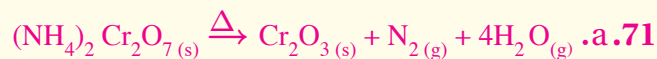
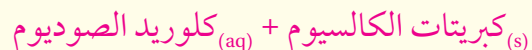
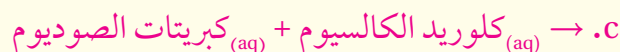
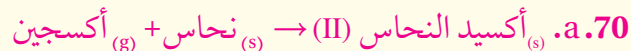
c. Cu

d. Ti

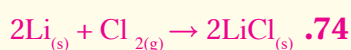
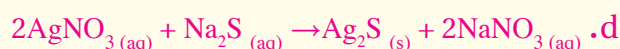
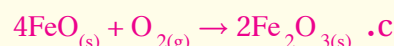
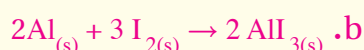
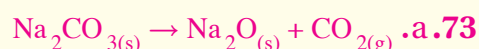
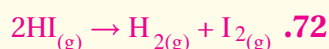


67. نعم؛ لأن التفاعل الكيميائي عملية يتم فيها إعادة ترتيب ذرات المادة لتكوين مادة جديدة.

68. K و Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>



إتقان حل المسائل





## 4-2

## إتقان المفاهيم

77. ارجع إلى دليل حلول المسائل.

78. تفاعل تكوين.

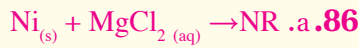
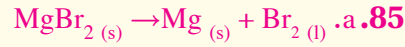
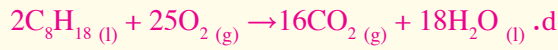
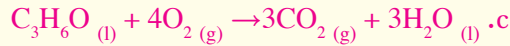
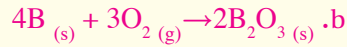
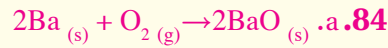
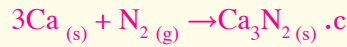
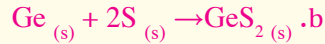
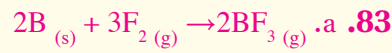
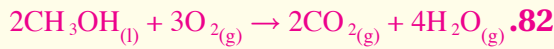
79. a. Na يجل محل Sn .b. Pb يجل محل Ag

c. F يجل محل I .d. Ni يجل محل Cu

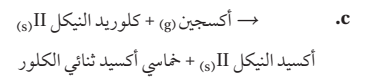
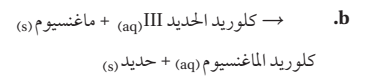
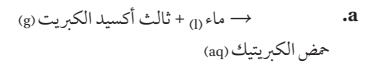
## إتقان حل المسائل

80. تفكك .a. تكوين .b. تكوين .c. تكوين .d. إحلال مزدوج

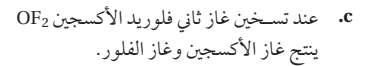
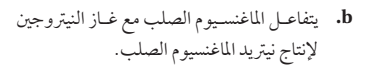
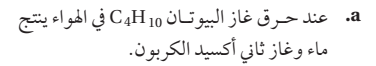
81. a. تكوين .b. إحلال بسيط .c. احتراق



75. اكتب معادلات كيميائية رمزية للتفاعلات الآتية، ثم زنها:



76. اكتب معادلات كيميائية رمزية للتفاعلات الآتية:

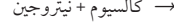
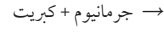
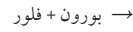


80. صنف التفاعلات الواردة في السؤال 73.

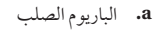
81. صنف التفاعلات الواردة في السؤال 75.

82. اكتب معادلة كيميائية رمزية موزونة لتفاعل احتراق الميثانول السائل  $\text{CH}_3\text{OH}$ .

83. اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة لكل من تفاعلات التكوين الآتية:



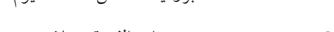
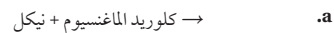
84. الاحتراق اكتب معادلة كيميائية رمزية موزونة لاحتراق كل من المواد الآتية:



85. اكتب معادلات كيميائية موزونة لتفاعلات التفكك الآتية:



86. اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة لتفاعلات الإحلال البسيط الآتية التي تحدث في الماء. (وإذا لم يحدث تفاعل فاكتب لا يحدث تفاعل (NR) في مكان النواتج).



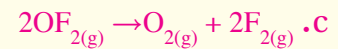
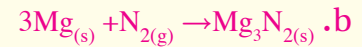
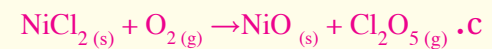
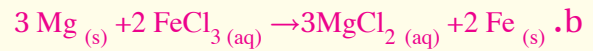
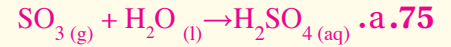
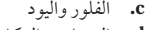
## 4-2

## إتقان المفاهيم

77. اذكر أنواع التفاعلات الكيميائية الأربعة، وأعط مثلاً واحداً على كل منها.

78. ما نوع التفاعل الذي يحدث بين مادتين وينتج عنه مركب واحد؟

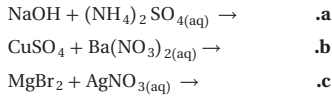
79. في كل من الأزواج الآتية، أي فلز يجل محل الفلز الآخر في تفاعلات الإحلال؟ (استعن بسلسلة النشاط).



4-3

مراجعة عامة

94. توقع هل كل من التفاعلات الآتية يحدث في المحاليل المائية. (إذا توقعت أن التفاعل لا يحدث فاكتب: لا يحدث تفاعل (NR). ملاحظة: كبريتات الباريوم وبرومييد الفضة يترسبان في المحاليل المائية).



95. تكون راسب إضافة حمض الهيدروكلوريك إلى كآسين، إحداهما فيها محلول كلوريد الصوديوم، وفي الأخرى محلول نترات الفضة يؤدي إلى ترسب مادة بيضاء في إحدى الكآسين.

a. أي الكآسين تحتوي على راسب؟  
 b. ما الراسب؟

c. اكتب معادلة كيميائية توضح التفاعل.  
 d. صنف هذا التفاعل.

96. ميز بين مركب أيوني ومركب تساهمي مذابين في الماء. وهل تتأين المواد التساهمية جميعها عند إذابتها في الماء؟ فسر إجابتك.

التفكير الناقد

97. طبق صف التفاعل بين محلولي كبريتيد الصوديوم وكبريتات النحاس II الذي يؤدي إلى إنتاج راسب من كبريتيد النحاس II.

98. توقع وضعت قطعة من فلز الألومنيوم في محلول KCl المائي، وضعت قطعة أخرى من الألومنيوم في محلول  $\text{AgNO}_3$  المائي. هل يحدث تفاعل في كلتا الحالتين؟ لماذا؟

إتقان المفاهيم

87. أكمل المعادلة اللفظية الآتية:

→ مذاب + مذيب

88. ما أنواع النواتج المألوفة للتفاعلات التي تحدث في المحاليل المائية؟

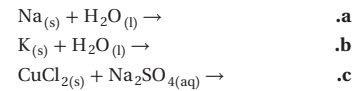
89. قارن بين المعادلات الكيميائية الرمزية الموزونة والمعادلات الأيونية.

90. ما المعادلة الأيونية النهائية؟ وفيه تختلف عن المعادلة الأيونية الكاملة؟

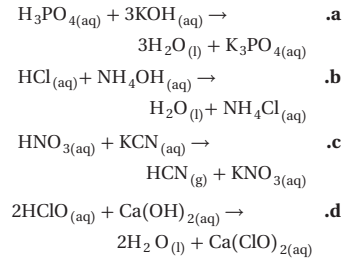
91. ما المقصود بالأيون المتفرج؟

إتقان حل المسائل

92. أكمل المعادلات الكيميائية الآتية:



93. اكتب المعادلات الأيونية الكاملة والأيونية النهائية لكل من التفاعلات الآتية:



95. a. كأس نترات الفضة

b. كلوريد الفضة



d. إحلل مزدوج

96. ارجع إلى دليل حلول المسائل.

التفكير الناقد

97. ارجع إلى دليل حلول المسائل.

98. ارجع إلى دليل حلول المسائل.

4-3

إتقان المفاهيم

87. محلول → مذيب + مذاب

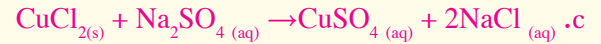
88. رواسب، وماء، وغازات

89. ارجع إلى دليل حلول المسائل

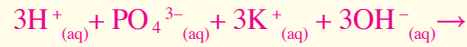
90. ارجع إلى دليل حلول المسائل

91. ارجع إلى دليل حلول المسائل

إتقان حل المسائل



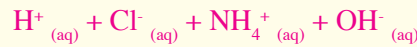
93. a. الكاملة:



النهائية:



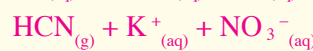
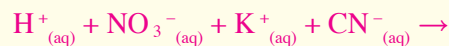
b. الكاملة:



النهائية:



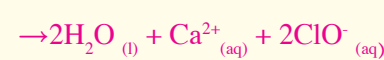
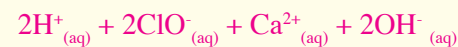
c. الكاملة:



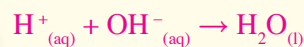
النهائية:



d. الكاملة:



النهائية:



مراجعة عامة

94. a. لا تفاعل (NR)

b. يحدث تفاعل

c. يحدث تفاعل

## مراجعة تراكمية

**101.** الخليط مزيج من مادتين نقيتين أو أكثر بأي نسبة، بحيث تحتفظ كل مادة بخصائصها الأصلية. أما المحلول فهو مخلوط متجانس يمكن أن يكون بالحالة السائلة أو الصلبة أو الغازية. أما المركب فهو تركيب كيميائي من عنصرين أو أكثر بخصائص جديدة. ويمكن فصل مكونات المخاليط والمحاليل بطرائق فيزيائية، ولكن يمكن تفكيك المركب إلى عناصره بطرائق كيميائية.

**102.** الكتلة الذرية لعنصر الكروم =  
 $(0.0435 \times 49.946) + (0.8379 \times 51.941)$   
 $+ (0.0950 \times 52.941) + (0.0236 \times 53.939) = 52.00 \text{ amu}$

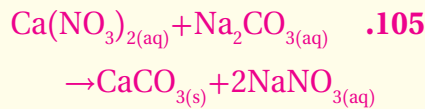
## تقويم إضافي

## الكتابة في الكيمياء

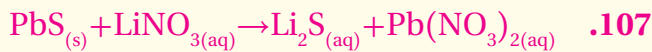
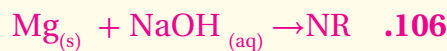
**103.** ستنوع الإجابات.

**104.** يجب أن تشبه لوحات الطلاب الشكل 4-8

## أسئلة المستندات



يتكوّن راسب من  $\text{CaCO}_3$



لا يتكوّن راسب.

## تقويم إضافي

## الكتابة في الكيمياء

**103.** كيمياء الطبخ اعلم ملصقًا يصف التفاعلات الكيميائية التي تحدث في المطبخ.

**104.** وزن المعادلات اعلم لوحة تصف فيها خطوات وزن المعادلة الكيميائية.

## أسئلة المستندات

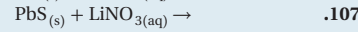
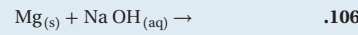
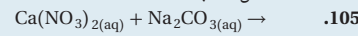
الذائبية يستخدم العلماء جدولًا لقواعد الذائبية لتحديد ما إذا كان سيتكون راسب في التفاعل الكيميائي.

بين الجدول 4-11 قواعد الذائبية للمركبات الأيونية في الماء.

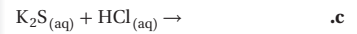
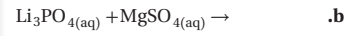
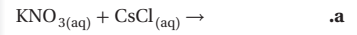
## الجدول 4-11 قواعد الذائبية للمركبات الأيونية في الماء

المركب الأيوني	القاعدة
أيونات عناصر المجموعة الأولى ( $\text{K}^+$ , $\text{Na}^+$ , $\text{Li}^+$ )، و $\text{NH}_4^+$ تكون أملاحًا ذائبة. جميع أملاح النترات ذائبة.	الأملاح الذائبة
معظم الهاليدات تذوب في الماء ما عدا هاليدات الأيونات الثمانية: $\text{Hg}_2^{2+}$ و $\text{Ag}^+$ و $\text{Cu}^+$ و $\text{Pb}^{2+}$	الأملاح الذائبة
معظم الكبريتات ذائبة ما عدا كبريتات $\text{Ag}^+$ و $\text{Ba}^{2+}$ و $\text{Sr}^{2+}$ و $\text{Pb}^{2+}$ . أما كبريتات $\text{Ca}^{2+}$ و $\text{Hg}_2^{2+}$ فهي قليلة الذوبان.	الأملاح غير الذائبة
الهيدروكسيدات والكبريتيدات والأكاسيد عادة غير ذائبة، ما عدا مركباتها مع عناصر المجموعة الأولى، وأيونات $\text{NH}_4^+$ . أما عناصر أيونات المجموعة الثانية فهي قليلة الذوبان.	الأملاح غير الذائبة
الكرومات والفسفات والكربونات عادة غير ذائبة، ما عدا مركباتها مع عناصر المجموعة الأولى، وأيونات $\text{NH}_4^+$ .	الأملاح غير الذائبة

أكمل المعادلات الآتية باستخدام قواعد الذائبية الواردة في الجدول أعلاه. وبين هل يتكون راسب أم لا، وحدده. (وإذا كان لا يحدث تفاعل فاكتب NR):



**99.** طبق اكتب المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة والأيونية النهائية لكل من التفاعلات الآتية. (إذا كان لا يحدث تفاعل فاكتب NR في مكان النواتج). علمًا أن فوسفات المغنسيوم ترسب في المحلول المائي.



## مسألة تحفيز

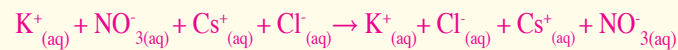
**100.** يحدث تفاعل إحلال بسيط عند تفاعل النحاس مع نترات الفضة. إذا تفاعل 63.5 g من النحاس مع 339.8 g من نترات الفضة وتنتج 215.8 g من الفضة، فاكتب معادلة كيميائية رمزية موزونة للتفاعل. ما الناتج الآخر في هذا التفاعل؟ وما كتلته؟

## مراجعة تراكمية

**101.** ميز بين المخلوط والمحلول والمركب.

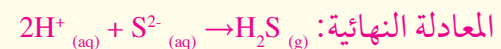
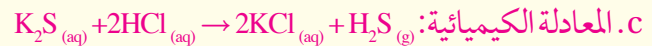
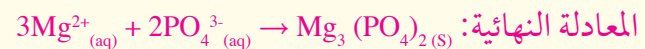
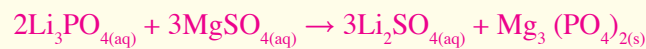
**102.** استعن بالجدول 4-10 لحساب الكتلة الذرية لعنصر الكروم.

الجدول 4-10 بيانات نظائر الكروم		
النظير	نسبة وجوده	الكتلة الذرية (amu)
Cr-50	4.35%	49.946
Cr-52	83.79%	51.941
Cr-53	9.50%	52.941
Cr-54	2.36%	53.939

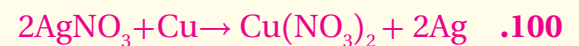


تبقى الأيونات في المحلول، ولا يحدث تفاعل.

**b.** المعادلة الكيميائية:



## مسألة تحفيز



كتلة الناتج الآخر  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  187.5 g

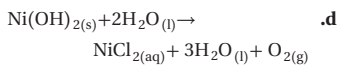
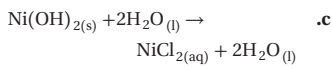
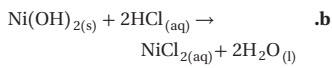
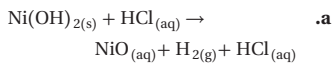
## اختبار مقنن

### أسئلة الاختيار من متعدد

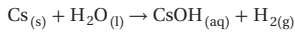
استعن بالجدول أدناه للإجابة عن الأسئلة من 1 إلى 3:

الخواص الفيزيائية لبعض المركبات الأيونية				
المركب	الاسم	الحالة عند 25° C	يذوب في الماء	درجة الانصهار (°C)
NaClO <sub>3</sub>	كلورات الصوديوم	صلب	نعم	248
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	كبريتات الصوديوم	صلب	نعم	884
NiCl <sub>2</sub>	كلوريد النيكل II	صلب	نعم	1009
Ni(OH) <sub>2</sub>	هيدروكسيد النيكل II	صلب	لا	230
AgNO <sub>3</sub>	نترات الفضة	صلب	نعم	212

3. عند إضافة حمض الهيدروكلوريك HCl إلى هيدروكسيد النيكل II الصلب فإن الهيدروكسيد يذوب. ما المعادلة التي تصف ما حدث في الكأس؟



4. ما نوع التفاعل الموصوف في المعادلة الآتية؟



a. تكوين

b. احتراق

c. تفكك

d. إذلال بسيط

1. إذا خلط محلول مائي من كبريتات النيكل II بمحلول مائي من هيدروكسيد الصوديوم فهل يحدث تفاعل مرئي؟

a. لا؛ لأن هيدروكسيد النيكل II الصلب يذوب في الماء.

b. لا؛ لأن كبريتات الصوديوم الصلبة تذوب في الماء.

c. نعم؛ لأن كبريتات الصوديوم الصلبة ستترسب في المحلول.

d. نعم؛ لأن هيدروكسيد النيكل II الصلب سترسب في المحلول.

2. ماذا يحدث عند خلط محلول AgClO<sub>3</sub>(aq) بمحلول NaNO<sub>3</sub>؟

a. لا يحدث تفاعل يمكن ملاحظته.

b. ترسب NaClO<sub>3</sub> الصلبة في المحلول.

c. ينطلق غاز NO<sub>2</sub> خلال التفاعل.

d. ينتج فلز Ag الصلب.

## اختبار مقنن

### أسئلة الاختيار من متعدد

1. d

2. a

3. b

4. d

## اختبار مقنن

8. إذا علمت أن التوزيع الإلكتروني لعنصر هو:  
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$  فما رمز هذا العنصر؟

- a. Cu  
 b. Cr  
 c. Fe  
 d. Ni

9. أي مما يلي يمثل التوزيع الإلكتروني لعنصر الحديد؟

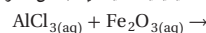
- a.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$   
 b.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$   
 c.  $1s^2 2p^6 3p^6 3d^6$   
 d.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$

### أسئلة الإجابات القصيرة

10. اكتب معادلة كيميائية موزونة لتفاعل فلز الكالسيوم الصلب مع الماء لإنتاج هيدروكسيد الكالسيوم الذائب في المحلول وغاز الهيدروجين.

### أسئلة الإجابات المفتوحة

11. استعن بالمعادلة الكيميائية التالية للإجابة عن السؤالين 11 و 12:



11. ما نوع هذا التفاعل؟ كيف عرفت ذلك من التفاعلات؟

12. ماذا تتوقع أن ينتج عن هذا التفاعل؟

13. ما التوزيع الإلكتروني لأيون الفوسفور  $P^{3-}$ ؟ وضح كيف يختلف التوزيع الإلكتروني له عن التوزيع الإلكتروني لذرة الفوسفور المتعادلة؟

5. استعن بسلسلة النشاط التالية للإجابة عن السؤال 5.



5. أي التفاعلات الآتية تحدث بين المهالوجينات 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.  $Br_2(l) + CoCl_2(aq) \rightarrow CoBr_2(aq) + Cl_2(g)$

6. ينتج عن احتراق الإيثانول ثاني أكسيد الكربون وبخار ماء. ما المعادلة التي تصف ذلك؟

- a.  $C_2H_6O(l) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(l)$   
 b.  $C_2H_6O(l) \rightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(l)$   
 c.  $C_2H_6O(l) + 3O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(g)$   
 d.  $C_2H_6O(l) \rightarrow 3O_2(l) + 2CO_2(g) + 3H_2O(g)$

7. ما الصيغة الكيميائية لأكسيد الحديد III؟

- a.  $Fe_2O_3$   
 b.  $Fe_3O_2$   
 c. FeO  
 d.  $Fe_3O_3$

5. a

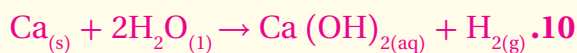
6. c

7. a

8. b

9. d

### أسئلة الإجابات القصيرة



### أسئلة الإجابات المفتوحة

11. تفاعل إحلال مزدوج يتفاعل فيه مركبان مع بعضهما البعض، في حين أنه في الأنواع الأخرى من التفاعلات يكون أحد المتفاعلات عنصرًا منفردًا.

12. ينتج عن هذا التفاعل كلوريد الحديد III،  $FeCl_3$ ، وأكسيد الألومنيوم  $Al_2O_3$  لأنه في تفاعل الإحلال المزدوج تتبادل الأيونات الموجبة والسالبة بين المركبين المتفاعلين لتكوين مركبات جديدة.

13.



التوزيع الإلكتروني لذرة الفوسفور المتعادلة P



التوزيع الإلكتروني لأيون الفوسفور  $P^{3-}$

التوزيع الإلكتروني لأيون الفوسفور  $P^{3-}$  يزيد بثلاثة إلكترونات في مستوى الطاقة الأخير عن التوزيع الإلكتروني لذرة الفوسفور المتعادلة P، وهذا ما يجعله يشابه توزيع الغاز النبيل (الآرجون) الأكثر استقرارًا.

## المخطط التنظيمي للفصل 5: المول The Mole

**الفكرة العامة** يمثل المول عددًا كبيرًا من الجسيمات المتناهية في الصغر، ويستعمل في حساب كميات المواد.

أهداف القسم	القسم
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. يفسر كيف يستخدم المول بشكل غير مباشر لعدّ جسيمات المادة.</li> <li>2. يربط المول بوحدة عدّ يومية شائعة.</li> <li>3. يحول بين المولات وعدد الجسيمات.</li> </ol>	<h3>1-5 قياس المادة</h3> <p><b>الفكرة الرئيسية</b> يستعمل الكيميائيون المول لعدّ الذرات، والأيونات، والجزيئات، ووحدات الصيغ الكيميائية.</p>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. يربط كتلة الذرة بكتلة مول واحد من الذرات.</li> <li>2. يحول بين عدد مولات العنصر وكتلته.</li> <li>3. يحول بين عدد مولات العنصر وعدد ذراته.</li> </ol>	<h3>2-5 الكتلة والمول</h3> <p><b>الفكرة الرئيسية</b> يحتوي المول دائماً على العدد نفسه من الجسيمات، غير أن مولات المواد المختلفة لها كتل مختلفة.</p>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. يتعرف العلاقات التي تربط المول بالصيغة الكيميائية.</li> <li>2. يحسب الكتلة المولية لمركب.</li> <li>3. يطبق عوامل التحويل لتحديد عدد الذرات أو الأيونات في كتلة معروفة من مركب.</li> </ol>	<h3>3-5 مولات المركبات</h3> <p><b>الفكرة الرئيسية</b> يمكن حساب الكتلة المولية للمركب من خلال صيغته الكيميائية، كما يمكن استعمال هذه الكتلة المولية للتحويل بين الكتلة والمولات للمركب نفسه.</p>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. يفسر ما المقصود بالتركيب النسبي المئوي للمركب.</li> <li>2. يحدد الصيغتين الأولية والجزيئية للمركب من خلال التركيب النسبي المئوي والكتل الحقيقية للمركب</li> </ol>	<h3>4-5 الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية</h3> <p><b>الفكرة الرئيسية</b> الصيغة الجزيئية لمركب ما مضاعف عددي صحيح لصيغته الأولية.</p>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. يوضح المقصود بالملح المائي ويربط اسمه بتركيبه.</li> <li>2. يحدد صيغة ملح مائي من البيانات المختبرية.</li> </ol>	<h3>5-5 صيغ الأملاح المائية</h3> <p><b>الفكرة الرئيسية</b> الأملاح المائية هي مركبات أيونية صلبة فيها جزيئات ماء محتجزة.</p>

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

الزمن المقترح للتدريس - الفصل 5 / المول (15 حصة)

القسم	5-1	5-2	5-3	5-4	5-5	التقويم
عدد الحصص	3	2	2	3	3	2

مصادر تقويم التعلم	المواد الإرشائية الداعمة	المواد والأدوات المخبرية
<p><b>متابعة التقدم</b> تقويم بنائي صفحة 55، 58 ماذا قرأت؟ صفحة 57 تقويم القسم صفحة 59</p>	<p>كراسة الملاحظات التفاعلية <b>ض م</b> <b>مصادر الفصول</b> دليل المراجعة <b>ض م</b> شريحة التركيز رقم 16 <b>د م</b></p>	<p>15 دقيقة تجربة استهلاكية صفحة 53 : مشابك ورق، علكة، مسطرة. 15 دقيقة عرض سريع صفحة 55: مسحوق Al ، خرابطة نحاس، سكر، فحم، ماء مقطر، خارصين، إيثانول، كلوريد الصوديوم، زجاجات محاليل بغطاء سعة 250 mL</p>
<p><b>متابعة التقدم</b> تقويم بنائي صفحة 62، 64، 66 تقويم القسم صفحة 67</p>	<p>كراسة الملاحظات التفاعلية <b>ض م</b> <b>مصادر الفصول</b> دليل المراجعة <b>ض م</b> شريحة التركيز رقم 17 <b>د م</b></p>	<p>10 دقائق عرض سريع صفحة 60 ميزان رقمي، كيس قطع عملة معدنية</p>
<p><b>متابعة التقدم</b> تقويم بنائي صفحة 70، 71، 72، 74 تقويم القسم صفحة 75</p>	<p>كراسة الملاحظات التفاعلية <b>ض م</b> <b>مصادر الفصول</b> دليل المراجعة <b>ض م</b> شريحة التركيز رقم 18 <b>د م</b> شرائح مهارات الرياضيات رقم 6، 7 شريحة التعليم رقم 17 <b>ض م</b></p>	<p>10 دقائق عرض سريع صفحة 73: علبة مشروبات غازية</p>
<p><b>متابعة التقدم</b> تقويم بنائي صفحة 76، 83، 85 ماذا قرأت؟ صفحة 79 تقويم القسم صفحة 85</p>	<p>كراسة الملاحظات التفاعلية <b>ض م</b> <b>مصادر الفصول</b> ورقة عمل التجربة دليل المراجعة <b>ض م</b> شريحة التركيز رقم 19 <b>د م</b></p>	<p>25 دقيقة تجربة صفحة 77 قطع علكة، مقص، مناشف ورقية. عرض سريع صفحة 80 قطع برونز، مسمار حديد، حمض HCl ، ملقط بلاستيكي، ميزان. عرض توضيحي صفحة 78 أنبوب اختبار، سدادات ذات ثقبين، أنابيب زجاجية ومطاطية، موقد بنسن، حامل الحلقة، حامل أنبوب اختبار، أكسيد النحاس II ، ملعقة</p>
<p><b>متابعة التقدم</b> تقويم بنائي صفحة 89 ماذا قرأت؟ صفحة 87 تقويم القسم صفحة 89 تقويم ختامي تقويم الفصل صفحة 94</p>	<p>كراسة الملاحظات التفاعلية <b>ض م</b> <b>مصادر الفصول</b> ورقة عمل مختبر الكيمياء دليل المراجعة <b>ض م</b> شريحة التركيز رقم 20 <b>د م</b></p>	<p>15 دقيقة عرض سريع 87 زيت الطبخ، دورق زجاجي، ورق ألومنيوم، ذرة، ميزان، لب بنسن. 45 دقيقة مختبر الكيمياء صفحة 91: حامل معدني وحلقة، بوتقة ذات غطاء، مثلث خزفي، ملقط بوتقة، ميزان، <math>MgSO_4</math> المائي، ملعقة.</p>

**الفكرة العامة** يمثل المول عددًا كبيرًا من الجسيمات المتناهية في الصغر، ويستعمل في حساب كميات المواد.

### 1-5 قياس المادة

**الفكرة الرئيسة** يستعمل الكيميائيون المول لعدّ الذرات والأيونات والجزيئات ووحدات الصيغ الكيميائية.

### 2-5 الكتلة والمول

**الفكرة الرئيسة** يحتوي المول دائمًا على العدد نفسه من الجسيمات، غير أن مولات المواد المختلفة لها كتل مختلفة.

### 3-5 مولات المركبات

**الفكرة الرئيسة** يمكن حساب الكتلة المولية للمركب من خلال صيغته الكيميائية، كما يمكن استعمال هذه الكتلة المولية للتحويل بين الكتلة والمولات للمركب نفسه.

### 4-5 الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية

**الفكرة الرئيسة** الصيغة الجزيئية لمركب ما هي مضاعف عددي صحيح لصيغته الأولية.

### 5-5 صيغ الأملاح المائية

**الفكرة الرئيسة** الأملاح المائية هي مركبات أيونية صلبة فيها جزيئات ماء محتجزة.

### حقائق كيميائية

• العملات المعدنية السعودية هي: 5، 10، 25، 50، 100 هملات. وتتكون العملات المعدنية السعودية من النحاس والنيكل بنسب مختلفة.

العد بواسطة المجموعة لطرح الفكرة العامة لهذا الفصل، أحضر معك كيسًا يحتوي على أعداد متساوية من قطع العملة المعدنية (فئة 5 هللة، فئة 10 هللة، فئة 25 هللة) ووجه إلى الطلاب الأسئلة الآتية:

- ما العامل المشترك بينهم؟ **تحتوي على العدد نفسه من القطع المعدنية.**
- ما أوجه الاختلاف بينها باستثناء قيمتهم؟ **كتلة كل مجموعة.**
- ما سبب وضعها في مجموعات؟ **ليسهل عدّها بالمجموعة بدلاً من القطعة الفردية.**
- ما الطرائق الأخرى التي يمكن عدّ المواد بواسطتها؟ **فالبليز مثلاً يعد بالدرزن، وكذلك أقلام الرصاص، وأما الأحذية فتعد بالزوج.**

أخبر الطلاب بأن الكيميائيين يستعملون وحدة عد كبيرة جدًّا تسمى المول لعدّ الذرات، والجزيئات ووحدات الصيغ الكيميائية.

### الربط بالمعرفة السابقة

اطلب إلى الطلاب مراجعة المفاهيم الآتية قبل دراسة هذا الفصل: التعبير العلمي، الكتلة الذرية المتوسطة.

### استعمال الصورة

المجموعات والوحدات اطلب إلى الطلاب تفحص الصورة الافتتاحية. واسألهم كيف بإمكانهم معرفة عدد القطع النقدية دون عدّها بالقطعة. **ستتنوع الإجابات.**



## تجربة استهلاكية

**الهدف** سيطور الطلاب صورة ذهنية عن حجم المول.

**احتياطات السلامة** تأكد من تعبئة الطلاب لبطاقة السلامة في دليل التجارب العملية قبل البدء بالعمل.

### استراتيجيات التدريس

- اطلب إلى الطلاب مراجعة تحويلات النظام المتري والتعبير العلمي.
- ناقش مع الطلاب معنى السنة الضوئية-المسافة التي يقطعها الضوء في سنة واحدة في الفراغ. سرعة الضوء هي  $3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$
- اطلب إلى الطلاب 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 الطلاب 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 مواد لها طول منتظم.

**النتائج المتوقعة** انظر جزء تحليل النتائج.

## تجربة استهلاكية

ما مقدار المول؟

يسهل عدّ الأرقام الكبيرة باستعمال وحدات العد كالعقد، والدرزن. ويستعمل الكيميائيون وحدة عد تسمى المول.



### خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. اختر جسمًا لتقيس طول، مثل مشبك الورق، أو قطعة حلوى، أو أي جسم يزيدك به معلمك.
3. استعمل المسطرة في قياس طول الجسم إلى أقرب 0.1 cm.

### التحليل

1. احسب كم يمتد مول ( $6.02 \times 10^{23}$  جسيم) من الجسم الذي اخترته إذا رصت جسيماته بعضها بجوار بعض؟ عبر عن إجابتك بوحدة المتر.
2. احسب المسافة في الخطوة 1 بوحدة السنة الضوئية (ly) علماً بأن ( $1 \text{ ly} = 9.46 \times 10^{15} \text{ m}$ ).
3. قارن المسافة التي حسبتها في الخطوة الثانية بهذه المسافات المأثولة:

- a. المسافة إلى أقرب نجم (غير الشمس) 4.3 سنة ضوئية.
- b. المسافة إلى مركز مجرتنا 30.000 سنة ضوئية.
- c. المسافة إلى أقرب مجرة  $2 \times 10^6$  سنة ضوئية.

**استقصاء** قارن نتائجك بنتائج أحد زملائك في الصف. هل تساوي كتلة مول من الجسم الذي اخترته كتلة مول من الجسم الذي اختاره زميلك؟ صمم استقصاء تحدد فيه ما إذا كان هناك علاقة بين المول والكتلة.

**المطويات** عوامل التحويل قم بعمل المطوية التالية لمساعدتك على تنظيم معلوماتك عن عوامل التحويل.

**الخطوة 1** أحضر ثلاث أوراق، واثن كل ورقة عرضياً من المنتصف. قس وارسم خطاً على بعد 3 cm من الطرف الأيسر. قص الورقة على طول هذا الخط، وكرر ذلك مع الورقتين الأخرين.

**الخطوة 2** عنوان كل ورقة بوصف عامل التحويل.

**الخطوة 3** دبس الأوراق الثلاث معاً من المنتصف على طول حافتها الخارجية.

**المطويات** استعمل هذه المطوية في القسمين 1-5 و 2-5 من هذا الفصل. دوّن معلوماتك عن عوامل التحويل، ولخص الخطوات التي يتضمنها كل تحويل.

الكيمياء عبر المواقع الإلكترونية  
مراجعة محتوى هذا الفصل وأنشطته ارجع إلى الموقع الإلكتروني  
[www.obeikaneducation.com](http://www.obeikaneducation.com)

53

### التحليل

1. تعتمد الإجابات على الجسم المختار. لمشابك الورق:

$$= 6.02 \times 10^{23} \times \frac{3.2 \text{ cm}}{1 \text{ مشبك ورق}} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 1.9 \times 10^{22} \text{ m}$$

- a. ستتنوع الإجابات بالاعتماد على الجسم المختار، لمشابك الورق، المسافة المقطوعة أكبر بكثير.

- a. الإجابات تعتمد على الجسم المختار لمشابك الورق، المسافة المحسوبة مساوية للمسافة لأقرب مجرة.

2. تعتمد الإجابات على الجسم المختار لمشابك الورق:  $= 1.9 \times 10^{22} \text{ m} \times \frac{1 \text{ ly}}{9.46 \times 10^{15} \text{ m}} = 2.0 \times 10^6 \text{ ly}$
3. a. تعتمد الإجابات على الجسم المختار لمشابك الورق، المسافة المحسوبة أكبر بكثير.

## 1. التركيز

## شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (16) الواردة في مصادر التعلم للفصول (4-5)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: **دم**

[www.obeikaneducation.com](http://www.obeikaneducation.com)

الفكرة الرئيسية

عد الأشياء متناهية الصغر: اطلب إلى الطلاب مناقشة نتائج التجربة الاستهلاكية. 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 جداً. لكي توضح أن المول عدد كبير جداً. أخبر الطلاب أن مولاً واحداً من قطع الحلوى يمكن أن تغطي مساحة دولة مثل الولايات المتحدة الأمريكية وبارتفاع 10500 km **ض م**

## 2. التدريس

## الرياضيات في الكيمياء

التعبير العلمي لأن عدد أفوجادرو ( $6.02 \times 10^{23}$ ) يستعمل بشكل مكثف في هذا الفصل، فمن المهم أن يفهم الطلاب العمليات الحسابية الأساسية التي تتضمن التعبير العلمي. لذا أخبرهم بأنه عند ضرب الأرقام في التعبير العلمي؛ يُضرب الجزء الكسري فقط وتُجمع الأسس. اطلب إلى الطلاب حل المسألتين الآتيتين:

$$(25.6 \text{ mol}) (6.02 \times 10^{23} \text{ atoms/mol})$$

$$(1.2 \times 10^2 \text{ mol})(6.02 \times 10^{23} \text{ ions/mol})$$

$$1.54 \times 10^{25} \text{ atoms و } 7.2 \times 10^{25} \text{ ions، على التوالي.}$$

وذكرهم بأنه عند قسمة الأرقام في التعبير العلمي، يقسم الجزء الكسري و تطرح الأسس. واطلب إليهم حل المسألتين الآتيتين:

$$(8.2 \times 10^{28}) / (6.02 \times 10^{23})$$

$$(15 \times 10^{-1}) / (6.02 \times 10^{23})$$

$$1.4 \times 10^5 \text{ و } 2.5 \times 10^{-24}، على التوالي. **ض م**$$

## Measuring Matter قياس المادة

الأهداف

- تفسر كيف يستخدم المول بشكل غير مباشر لعد جسيمات المادة.
- تربط المول بوحدة عدّ يومية شائعة.
- تحول بين المولات وعدد الجسيمات.

مراجعة المفردات

الجزئي، ذرتان أو أكثر مرتبطتان معاً لتكوين وحدة واحدة.

المفردات الجديدة

المول  
عدد أفوجادرو

## عدّ الجسيمات Counting Particles

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

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



الشكل 1-5 وحدات مختلفة تستخدم لعدّ أجسام مختلفة. الزوج عبارة عن جسمين، والدرزن 12، والرزمة 500. اذكر وحدات عدّ أخرى ما لو توفرت لديك.

## دفتر الكيمياء

الجسيمات اطلب إلى الطلاب 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. **دم**

■ إجابة سؤال الشكل 1-5 قد تشتمل الإجابات على ثلاثي، رباعي، سداسي وما إلى ذلك.

## عرض سريع

**قارن بين الكميات** ضع كميات مقدارها 1 mol من مواد مثل الألومنيوم Al، النحاس Cu، ملح الطعام NaCl، السكر  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ، الفحم C، الخارصين Zn، الإيثانول  $C_2H_5OH$ ، الماء  $H_2O$  في زجاجات محاليل مغلقة سعة 250 mL واكتب اسم كل مادة ومول واحد عليها.

واسأل الطلاب كيف تختلف هذه العينات عما هو معروض في الشكل 2-5؟ 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  $6.02 \times 10^{23}$  particles. واطلب إلى الطلاب 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**

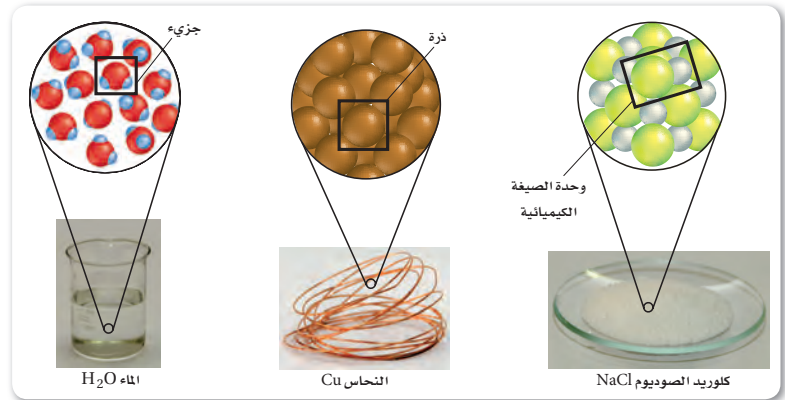
**المول** تُسمى وحدة النظام الدولي الأساسية المستخدمة لقياس كمية المادة **المول**. يعرف المول بحسب النظام الدولي للوحدات بأنه عدد ذرات الكربون - 12 في عينة كتلتها 12 g من الكربون-12. وخلال سنوات عديدة من التجارب تم الاتفاق على أن المول الواحد من أي مادة يحتوي على  $6.02 \times 10^{23}$  من الجسيمات الممثلة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

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

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

ومن الواضح أن عدد أفوجادرو عدد هائل، وهذا يجعله صالحاً لعد المكونات المتناهية في الصغر، مثل الذرات. كما يمكنك أن تتصور أن عدد أفوجادرو لن يكون مناسباً لقياس كمية من كرات اللعب الزجاجية؛ لأن عدد أفوجادرو من هذه الكرات سوف يغطي سطح الأرض إلى عمق يتجاوز ستة كيلومترات. وكما هو موضح في الشكل 2-5، فإن استخدام المول مناسب لحساب كميات من المواد الكيميائية. ويبين الشكل كميات مقدارها مول واحد من كل من الماء، والنحاس، والملح، ويتكون كل منها من جسيمات ممثلة مختلفة. فالجسيمات الممثلة المكونة لمول من الماء هي جزيئات الماء، والمكونة لمول من النحاس هي ذرات النحاس، والمكونة لمول من كلوريد الصوديوم هي وحدات صيغة كلوريد الصوديوم.

**الشكل 2-5** كمية كل مادة مبينة هي  $6.02 \times 10^{23}$ ، أو 1 mol من الجسيمات الممثلة المكونة للمادة. الجسيمات الممثلة المكونة لكل مادة موضحة داخل المربع.



55

## دفتر الكيمياء

**الكميات والوحدات** اطلب إلى الطلاب 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

قس 27.0 g من ورق الألومنيوم (1 mol) واعرضها على الصف. وأخبر الطلاب بأنها مول واحد، واسألهم كم عدد الجسيمات الموجودة فيها. **المول الواحد من Al يحتوي على  $6.02 \times 10^{23}$  ذرة من الألومنيوم** ثم اثن (تجعيد) ورق الألومنيوم، واسأل ما الذي تغير فيها؟ وما الذي لم يتغير؟ **يجب أن يدرك الطلاب أنه على الرغم من تغير الحجم والشكل، فإن الورقة المجددة لا تزال تحتوي على مول واحد من ذرات الألومنيوم.** اقسم الورقة قطعتين، واسأل ما الذي تغير. **كل قطعة تحتوي على أقل من 1 مول من ذرات الألومنيوم. ض م**

**ماذا قرأت؟** في حالة الحصول على وحدة قياس خطأ للإجابة، ويمكن مقارنة الإجابة، بالقيمة التي يمكن الحصول عليها من خلال العلاقة الآتية:

عدد الذرات أو الأيونات أو الجزيئات لمادة ما = عدد مولاتها × عدد أفوجادرو



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

## التحويل بين المولات والجسيمات

### Converting Between Moles and Particles

افترض أنك اشترت ثلاثة درازن ونصف الدرزن من الورد، وأردت أن تعرف كم وردة فيها. ينبغي أن تستخدم عامل تحويل يربط بين الدرزن وعدد الورد لحساب عدد الورد، انظر الشكل 3-5.

1 درزن = 12 وردة

بقسمة كل من طرفي العلاقة على الطرف الآخر يمكن كتابة عاملي تحويل:

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

ثم استخدم عامل التحويل المناسب الذي يمكنك من خلاله حساب عدد الورد. ويمكن الاستدلال على العامل الصحيح من خلال الوحدات، إذ تلغي كافة الوحدات ما عدا التي تحتاج إليها في الإجابة.

$$3.5 \text{ درزن} \times \frac{12 \text{ وردة}}{1 \text{ درزن}} = 42 \text{ وردة}$$

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

**تحويل المولات إلى جسيمات (ذرات أو أيونات أو جزيئات)** لحساب عدد جزيئات السكر في 3.5 mol منه، نستخدم عدد أفوجادرو - أي العلاقة بين عدد المولات وعدد الجسيمات المثلثة - كعامل للتحويل.

$6.02 \times 10^{23}$  من الجسيمات المثلثة = 1 mol من الجسيمات المثلثة.

يمكنك من هذه العلاقة كتابة عاملي تحويل يربطان الجسيمات المثلثة بالمولات، هما:

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

ومن خلال استخدام عامل التحويل الصحيح يمكنك حساب عدد الجسيمات المثلثة في عدد من المولات.

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

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

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

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

#### الملاحظات

ضمّن مطوبتك معلومات من هذا القسم.

56

## طرائق تدريس متنوعة

**دون المستوى:** قد يربك استعمال عوامل التحويل بعض الطلاب؛ لذا اطلب إليهم عمل بطاقة فهرسة عليها  $6.02 \times 10^{23}$  particles/ 1mol في جهة، و  $6.02 \times 10^{23}$  particles / 1 mol جسيمات في الجهة الأخرى، وعند تحليل مسألة، اطلب إليهم قلب البطاقة حسب الحاجة؛ لتحديد أي عامل تحويل يطلب لإلغاء الوحدة المعروفة وإعطاء الوحدة المرغوبة في الإجابة. **د م**

## مسائل تدريبية

1.  $1.51 \times 10^{24}$  atoms
2.  $6.92 \times 10^{24}$  molecules
3.  $1.96 \times 10^{24}$  Formula Uhits
4.  $6.0 \times 10^{24}$  atoms

✓ **ماذا قرأت؟**  $\frac{6.02 \times 10^{23} \text{ molecules}}{1 \text{ mole}}$  و  $\frac{1 \text{ mole}}{6.02 \times 10^{23} \text{ molecules}}$

■ **إجابة سؤال الشكل 4-5**  $C_{12}H_{22}O_{11}$

## 3. التقويم

### التحقق من الفهم

زن مولاً واحداً من مادة ما مثل خراطة النحاس (63.5 g).  
واسأل الطلاب كم عدد ذرات النحاس التي في الميزان  
 $6.02 \times 10^{23}$  atoms من Cu، ثم قلص كمية النحاس إلى النصف،  
واسألهم عن الكمية الموجودة بدلالة المولات والجسيمات  
0.50 mol من Cu أو  $3.01 \times 10^{23}$  atoms من Cu.

### إعادة التدريس

اسأل الطلاب عن سبب الحاجة إلى وحدة كبيرة كالمول.  
وحدة عد كبيرة مثل المول تسمح لك بعد جسيمات صغيرة  
كثيرة جداً. **ضم م**

### التوسع

اطلب الى الطلاب ابتكار وحدة عد جديدة تصلح لعد كرات  
اللعب، أو الأقراص المدمجة، أو كرات التنس أو كتب  
المكتبة. **ضم م**

## مسائل تدريبية

1. يستخدم الخارصين Zn في جلفنة الحديد لحمايته من التآكل. احسب عدد ذرات Zn في 2.5 mol منه.
2. احسب عدد الجزيئات في 11.5 mol من الماء  $H_2O$ .
3. تستخدم نترات الفضة  $AgNO_3$  في تحضير أنواع متعددة من هاليدات الفضة المستخدمة في عملية التصوير الفوتوجرافي. ما عدد وحدات الصيغة  $AgNO_3$  في 3.25 mol من نترات الفضة  $AgNO_3$ ؟
4. تحفيز احسب عدد ذرات الأكسجين في 5.0 mol من جزيئات الأكسجين  $O_2$ .

حذرية  
عينية  
تقدير حجم المول  
لمادة ما  
ارجع الى دليل التجارب العملية

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

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

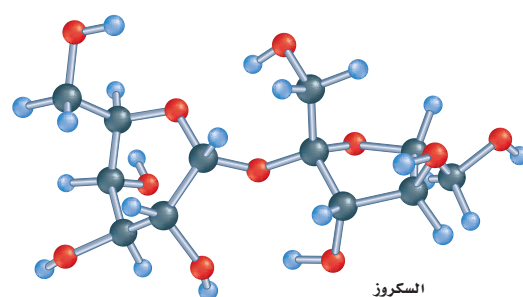
لنفترض مثلاً أنك تعلم أن عينة تحتوي على  $2.11 \times 10^{24}$  جزيء من السكروز، بدلاً من معرفتك عدد مولات السكروز. لتحويل هذا العدد من الجزيئات إلى مولات من السكروز فإنك تحتاج إلى عامل تحويل يكون فيه عدد المولات في البسط وعدد الجزيئات في المقام.

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

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

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

الشكل 4-5 الجسيمات المثلثة للسكروز في الجزيئات. ويوضح نموذج الجزيئات (الكرات والوصلات البلاستيكية) أن جزيء السكروز وحدة واحدة مكونة من الكربون، والهيدروجين، والأكسجين. تحليل استعن بنموذج جزيء السكروز لكتابة صيغته الكيميائية.



57

## مشروع الكيمياء

**مولات النحاس** اطلب إلى الطلاب تحديد كتلة مول واحد من النحاس باستعمال عملات معدنية، واطلب إليهم بناء كومة من مول واحد من العملات المعدنية النحاسية. وأخبر الطلاب بأن يفترضوا أن العملات المعدنية 100% نحاس (على الرغم من أن الوضع ليس كذلك). **ضم م**

تحويل الجسيمات إلى مولات يستخدم النحاس Cu في صناعة الأسلاك الكهربائية. احسب عدد مولات النحاس التي تحتوي على  $4.5 \times 10^{24}$  ذرة منه.

1 تحليل المسألة

لديك عدد من ذرات النحاس، وعليك أن تحسب عدد المولات. لو قارنت  $4.5 \times 10^{24}$  ذرة من النحاس Cu مع  $6.02 \times 10^{23}$  ، وهو عدد الذرات في المول، يمكنك أن تتوقع أن الإجابة يجب أن تكون أقل من 10 mol.

المعطيات  
عدد ذرات النحاس =  $4.50 \times 10^{24}$  ذرة  
المطلوب  
عدد مولات Cu = ؟

1mol من النحاس Cu =  $6.02 \times 10^{23}$  ذرة من النحاس

2 حساب المطلوب

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

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

عوض واضرب الأرقام والوحدات واقسمها  
 $4.50 \times 10^{24}$  ذرة من النحاس  $\times$   $\frac{1 \text{ mol من النحاس}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من النحاس}}$  =

= 7.48 mol من النحاس.

3 تقييم الإجابة

عدد ذرات النحاس وعدد أفوجادرو كلاهما يشتمل على ثلاثة أرقام معنوية. الإجابة مكتوبة بشكل صحيح وهي أقل من 10 mol، كما هو متوقع، كما أن وحداتها صحيحة.

مسائل تدريبية

5. ما عدد المولات في كل من:

a.  $5.75 \times 10^{24}$  ذرة من الألمنيوم Al.

b.  $2.50 \times 10^{20}$  ذرة من الحديد Fe.

6. تحفيز احسب عدد المولات في كل من:

a.  $3.75 \times 10^{24}$  جزيء من ثاني أكسيد الكربون  $\text{CO}_2$ .

b.  $3.58 \times 10^{23}$  جزيء من كلوريد الحارصين  $\text{ZnCl}_2$ .

السؤال البلاتين (Pt) معدن يستعمل غالباً في المجوهرات، ولكنه يستعمل أيضاً في أدوات المختبر، وأجهزة تحكم انبعاث الغازات في السيارات. احسب عدد مولات البلاتين إذا كان لديك حلقة تحتوي على  $5.50 \times 10^{22}$  atoms من البلاتين.  
الإجابة

$$\frac{1 \text{ mol من Pt}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من Pt}} \times 5.50 \times 10^{22} \text{ ذرة من Pt} = 0.0914 \text{ mol}$$

مسائل تدريبية

5. a. 9.55 mol

b.  $4.15 \times 10^{-4}$  mol

6. a. 6.23 mol من  $\text{CO}_2$

b. 0.595 mol من  $\text{ZnCl}_2$

التقويم



المعرفة اطلب إلى الطلاب 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** تعلم تعاوني

## التقويم 1-5

### الخلاصة

- المول وحدة تستخدم لعدد جسيمات المادة بشكل غير مباشر. المول الواحد من المادة النقية يحتوي على عدد أفوجادرو من الجسيمات.
- الجسيمات الممثلة تشمل الذرات، الأيونات، والجزيئات، ووحدات الصيغ الكيميائية، وجسيمات أخرى مشابهة.
- المسول الواحد من ذرات الكربون-12 له كتلة مقدارها 12 g تماماً.
- يمكن استخدام عوامل التحويل المكتوبة من علاقة عدد أفوجادرو للتحويل بين المولات وعدد الجسيمات.
7. **الفكرة الرئيسية** هُسر لماذا يستخدم الكيميائيون المول؟
8. اذكر العلاقة الرياضية التي تربط بين عدد أفوجادرو، والمول الواحد من أي مادة (1 mol).
9. اكتب عوامل التحويل المستخدمة للتحويل بين الجسيمات والموالات.
10. هُسر وجه الشبه بين المول والدرزن.
11. طَبِّق كيف يحسب الكيميائي عدد الجسيمات في عدد معين من مولات المادة؟
12. احسب عدد الجسيمات الممثلة (ذرات أو جزيئات أو أيونات أو وحدات صيغة) في كل من المواد الآتية:
- a. 11.5 mol من الفضة Ag.
- b. 18.0 mol من الماء H<sub>2</sub>O.
- c. 0.15 mol من كلوريد الصوديوم NaCl.
- d.  $1.35 \times 10^{-2}$  mol من الميثان CH<sub>4</sub>.
13. رتب العينات الثلاث الآتية من الأصغر إلى الأكبر بحسب عدد الجسيمات الممثلة:
- $1.25 \times 10^{25}$  ذرة من الحارصين Zn
- 3.56 mol من الحديد Fe
- $6.78 \times 10^{22}$  جزيء من الجلوكوز C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>

## التقويم 1-5

7. يستخدم الكيميائيون المول لأنه يوفر طريقة ملائمة لمعرفة عدد الجسيمات في العينة.
8. يحتوي المول الواحد على عدد أفوجادرو ( $6.02 \times 10^{23}$ ) من الجسيمات.
9.  $6.02 \times 10^{23}$  جسيم أو  $\frac{1 \text{ mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ جسيم}}$
10. المول هو وحدة لعدد  $6.02 \times 10^{23}$  جسيم. أما الدرزن فيُستعمل لعدد 12 وحدة.
11. نضرب عدد المولات في عدد أفوجادرو.
12. a.  $6.92 \times 10^{24}$  ذرة من Ag
- b.  $1.08 \times 10^{25}$  جزيء من H<sub>2</sub>O
- c.  $9.03 \times 10^{22}$  وحدة صيغة من NaCl
- d.  $8.13 \times 10^{21}$  جزيء من CH<sub>4</sub>
13. من الأصغر إلى الأكبر:  $6.78 \times 10^{22}$  جزيء من الجلوكوز،  $2.14 \times 10^{24}$  ذرة من Fe،  $1.25 \times 10^{25}$  ذرة من Zn

## 1. التركيز

## شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (17) الواردة في مصادر التعلم للفصول (4-5)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: **دم**

[www.obeikaneducation.com](http://www.obeikaneducation.com)

## الفكرة الرئيسية

**الكتلة والرقم** اعرض على الطلاب 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 يحتويان 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 الكأسين يحتويان على العدد نفسه من الجسيمات (وحدات الصيغ الكيميائية والجزيئات) لكن لكل منهما كتل مختلفة.

## 2. التدريس

## عرض سريع

**استقراء البيانات** ضع كيساً من قطع عملة معدنية على الميزان وحدد كتلتها. معدل كتلة قطعة العملة المعدنية الواحدة يساوي 3.10 g تقريباً. ثم اسأل الطلاب كيف يمكنهم تحديد عدد قطع العملة المعدنية في الكيس. اقسّم الكتلة الكلية على 3.10g بعد أن يحسب الطلاب عدد قطع العملة المعدنية، اطلب إليهم التحقق من إجاباتهم عن طريق العد. **ضم**

## 5-2

## الأهداف

• تربط كتلة الذرة بكتلة مول واحد من الذرات.

• تحول بين عدد مولات العنصر وكتلته.

• تحول بين عدد مولات العنصر وعدد ذراته.

## مراجعة المفردات

عامل التحويل، نسبة بين قيم متكافئة، يستخدم للتعبير عن الكمية نفسها بوحدات مختلفة.

## المفردات الجديدة

الكتلة المولية

## الكتلة والمول

## Mass and the Mole

**الفكرة الرئيسية** يحتوي المول على العدد نفسه من الجسيمات دائماً، غير أن مولات المواد المختلفة لها كتل مختلفة.

**الربط مع الحياة** عند شراء درزن بيض، يمكنك اختيار أحجام مختلفة: صغيرة ومتوسطة وكبيرة. لا يؤثر حجم البيض في عدد ما يحتويه الصندوق. وهذا وضع مشابه لحجم الذرات التي 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، فمن غير المفاجئ إذن أن تكون لها كتل مختلفة، كما هو موضح في الشكل 5-5. لذلك فإن كميّتين مقدار كل منهما مول واحد من مادتين مختلفتين لها كتلتان مختلفتان؛ لأن لكلٍّ منهما تركيباً مختلفاً. فلو وضعت مولاً واحداً من الكربون مثلاً، ومولاً واحداً من النحاس في ميزانين فستري فرقاً في الكتلة، كالذي تراه في كتل البيض، والليمون. وهذا يحدث لأن كتلة ذرات الكربون تختلف عن كتلة ذرات النحاس، ولذلك فإن كتلة  $6.02 \times 10^{23}$  ذرة من الكربون لا تساوي كتلة  $6.02 \times 10^{23}$  ذرة من النحاس.



الشكل 5-5 كتلة درزن من الليمون تساوي ضعف كتلة درزن من البيض تقريباً. ويعدّ الفرق بين الكتلتين منطقيّاً؛ لأن الليمون مختلف عن البيض في تركيبه وحجمه.

60

## مشروع الكيمياء

**كم عدد المولات؟** زوّد الطلاب 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 كيس من أكياس المسامير. واطلب إليهم كتابة مقالة في جريدة الحائط تصف الطريقة التي استعملوها في ذلك. **ضم** **تعلم تعاوني**



## مختبر حل المشكلات

**الهدف** يدرس الطلاب العلاقة بين الكتلة الذرية والكتلة المولية وعدد أفوجادرو.

**المهارات العلمية:** تكوين النماذج، واستخلاص النتائج، واستعمال الأرقام.

### استراتيجيات التدريس

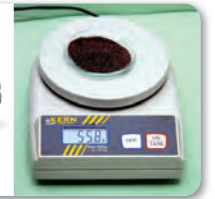
- على الرغم من أن كتلة البروتونات والنيوترونات معروفة لثمانية أو تسعة أرقام معنوية، إلا أن الأرقام المستعملة في هذه التجربة مقربة إلى ثلاثة أرقام. يجب أن يتوقع الطلاب أنهم سيحسبون قيمًا مقربة.
- قد يسأل الطلاب كيف يمكن أن يوجد 12 جسيمًا نوويًا كل منها كتلته 1.007 amu، في نواة ذرة الكربون التي لها كتلة مقدارها 12 amu بالضبط. الإجابة تتضمن الكتلة المكافئة لطاقة الربط للإلكترونات، وهو ما تم إهماله في هذه الحسابات.

### التفكير الناقد

1. 
$$\frac{4 \text{ بروتون}}{1 \text{ ذرة من He}} \times \frac{1.67 \times 10^{-24} \text{ g}}{1 \text{ بروتون}} = 6.69 \times 10^{-24} \text{ g لكل ذرة من He}$$
2. يجب أن يتضمن الرسم 6 نيوترونات و6 بروتونات
3. 
$$\frac{12 \text{ بروتون}}{1 \text{ ذرة من C-12}} \times \frac{1.67 \times 10^{-24} \text{ g}}{1 \text{ بروتون}} = 2.00 \times 10^{-23} \text{ g لكل ذرة من C-12}$$
4. 
$$1.007 \text{ g} \times \frac{\text{ذرة من H-1}}{1.67 \times 10^{-24} \text{ g}} = 6.0 \times 10^{23} \text{ ذرة من H-1}$$
4. 
$$\text{He ذرة من} \frac{6.69 \times 10^{-24} \text{ g}}{\text{ذرة من He}} \times 6.0 \times 10^{23} \text{ ذرة من He} = 4.0 \text{ g}$$
5. 
$$\frac{2.00 \times 10^{-23} \text{ g}}{\text{ذرة من C}} \times 6.0 \times 10^{23} \text{ ذرة من C} = 12.1 \text{ g}$$
5. كتلة المول الواحد من أي ذرة بالجرامات لها القيمة نفسها بوحدة الكتل الذرية.

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

$$10^{23} \times 6.02 \text{ ذرة من الحديد} = 1 \text{ mol من الحديد}$$



**الكتلة المولية** كيف ترتبط كتلة ذرة واحدة بكتلة مول واحد من تلك الذرة؟ تذكر أن المول يعرف على أنه عدد ذرات الكربون-12 في 12 g منه. ومن ثم فكتلة 1 mol من ذرات الكربون-12 هي 12 g. وسواءً كنت مهتمًا بذرة واحدة أو بعدد أفوجادرو من الذرات (1 mol) فإن كتل جميع الذرات تم تعيينها بالنسبة إلى كتلة ذرة الكربون-12. وتسمى الكتلة بالجرامات لمول واحد من أي مادة نقيه **الكتلة المولية**.

الكتلة المولية لأي عنصر تساوي عددًا كتلته الذرية، ووحدها g/mol. وكما هو مبين في الجدول الدوري، فإن كتلة ذرة الحديد مقدارها 55.845 amu. لذا فالكتلة المولية للحديد تساوي 55.845 g/mol. لاحظ أنه بقياس 55.845 g من الحديد تكون بطريقة غير مباشرة قد عدت  $6.02 \times 10^{23}$  ذرة منه. الشكل 5-6 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 نموذج نواة الذرة صورة مبسطة للعلاقات بين المول، والكتلة المولية وعدد الجسيمات.

### التحليل

يظهر الرسم عن اليسار نماذج أنوية H-1 وHe-4. تحتوي نواة H-1 على بروتون واحد بكتلة مقدارها 1.007 amu، وقد قدرت كتلة البروتون بالجرامات  $1.672 \times 10^{-24}$ . تحتوي نواة الهيليوم-4 على بروتونين ونيوترونين، ولها كتلة مقدارها 4 amu.

### التفكير الناقد

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

61

## دفتر الكيمياء

**الكتلة المولية** يجب أن يعين الطلاب الصيغة الكيميائية والكتلة

المولية للمركبات التالية: **ضم**

المادة	الصيغة الكيميائية	الكتلة المولية
فوق أكسيد الهيدروجين	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	34.014g/ mol
حمض الخل	CH <sub>3</sub> COOH	84.074g/ mol
فوسفات الكالسيوم	Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	310.174g/ mol
نترات الفضة	AgNO <sub>3</sub>	169.872g/ mol
الإيثانول	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	46.069g/ mol

## استخدام الكتلة المولية Using Molar Mass

**تحويل المولات إلى كتلة** افترض أنه خلال عملك في مختبر الكيمياء احتجت إلى 3.00 mol من النحاس Cu لتفاعل كيميائي، فكيف تقيس هذه الكمية؟ يمكن تحويل عدد مولات النحاس إلى كتلة تقاس بالميزان. وحساب كتلة عدد معين من المولات اضرب عدد المولات في الكتلة المولية:

$$\text{الكتلة بالجرامات (g)} = \text{عدد المولات (mol)} \times \frac{\text{الكتلة المولية (g)}}{1 \text{ mol}}$$

إذا نظرت إلى الجدول الدوري للعناصر فستجد أن Cu-29 له كتلة ذرية مقدارها 63.45 amu، وأنت تعلم أن الكتلة المولية للعنصر (g/mol) تساوي الكتلة الذرية (معيّرًا عنها بوحدة amu)، لذلك فكتلة النحاس المولية هي 63.546 g/mol، وباستخدامها يمكنك تحويل 3.00 mol نحاس إلى جرامات نحاس.

$$3.00 \text{ mol Cu} \times \frac{63.546 \text{ g Cu}}{1 \text{ mol Cu}} = 191 \text{ g Cu}$$

لذا، كما هو موضح في الشكل 5-7، يمكنك قياس 3.00 mol من النحاس اللازمة للتفاعل باستخدام ميزان لتعيين 191 g من النحاس، والتحويل العكسي (من الكتلة إلى المولات) يتضمن استخدام مقلوب الكتلة المولية بوصفه عامل تحويل. فهل بإمكانك تفسير السبب؟

### المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.



الشكل 5-7 لقياس 3.00 mol من النحاس، ضع ورقة وزن على الميزان، وضفّر، ثم ضع 191 g من النحاس.

62

## التقويم

**الأداء** اطلب إلى الطلاب 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. **ضمّم**

### تعلم تعاوني

■ **سؤال النص** التحويل العكسي - من كتلة إلى مولات - يتضمن أيضًا الكتلة المولية بوصفها 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

**دون المستوى** وضح أن تعيين الميل الخط في رسم بياني عادةً ما يستعمل لتحديد قيمة ثابت، اطلب إلى الطلاب تحديد كتل ثلاث عينات من النحاس، 25.00g، 50.0g، 75.0g 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 إليهم أيضًا تفسير نتائجهم. **الميل في الرسم** يساوي 63.5g. وهو الكتلة المولية للنحاس، وكلما زادت الكتلة، زاد عدد مولات النحاس في كل عينة، علاقة طردية. وللمزيد من التوسع، اطلب إلى الطلاب 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

$$4.05 \text{ mol Zr} \times \frac{91.22 \text{ g Zr}}{1 \text{ mol Zr}} = 369 \text{ g Zr}$$

## مسائل تدريبية

14. a. 96.3 g Al . b

b. 1196.46 g Si

15. a.  $2.03 \times 10^4$  g Co . b

b. 1.60 g Zn

الربط مع علم الأحياء يكشف علماء الخلية بروتينات حيوية جديدة باستمرار. وبعد اكتشاف جزيء حيوي جديد يقوم عالم الأحياء بتعيين الكتلة المولية للمركب باستخدام تقنية مطياف الكتلة، الذي يوفر - بالإضافة إلى الكتلة المولية - معلومات إضافية تساعد على الكشف عن التركيب الكيميائي للمركب.

## مثال 2-5

التحويل من المول إلى الكتلة الكروم Cr عنصر انتقالي، يستخدم في طلاء الحديد والفولاذ لحمايتها من التآكل. احسب كتلة 0.0450 mol من الكروم.

### 1 تحليل المسألة

لديك عدد مولات الكروم التي يجب حساب كتلتها باستخدام الكتلة المولية للكروم من الجدول الدوري للعناصر. ولأن العينة أقل من 0.1 mol، فيجب أن تكون الإجابة أقل من 0.1 من الكتلة المولية.

### المعطيات

عدد المولات = 0.0450 mol  
الكتلة المولية للكروم = 52.00 g/mol

### المطلوب

كتلة Cr = ؟

### 2 حساب المطلوب

استخدم عامل التحويل (الكتلة المولية) الذي يربط جرامات الكروم بمولاته، ثم عوض بالقيم المعروفة في المعادلة وحلها.

### طبّق عامل التحويل

$$\begin{aligned} \text{كتلة الكروم (g)} &= \text{مولات الكروم (mol)} \times \frac{\text{الكتلة المولية للكروم (g)}}{\text{1 mol من الكروم}} \\ &= 0.0450 \text{ mol Cr} \times \frac{52.00 \text{ g Cr}}{1 \text{ mol Cr}} \\ &= 2.34 \text{ g Cr} \end{aligned}$$

عوض بالمعطيات وأوجد الحل

### 3 تقويم الإجابة

الإجابة أقل من 0.1 mol كما هو متوقع، والوحدة صحيحة، وهي (g).

## مسائل تدريبية

14. احسب الكتلة بالجرامات لكل مما يلي:

a. 3.57 mol من الألومنيوم Al.

b. 42.6 mol من السيليكون Si.

15. تحفيّز احسب الكتلة بالجرامات لكل مما يلي:

a.  $3.54 \times 10^2$  mol من الكوبلت Co.

b.  $2.45 \times 10^{-2}$  mol من الحارصين Zn.

63

## دفتر الكيمياء

معاملات التحويل اطلب إلى الطلاب البدء بوضع قائمة بعوامل التحويل التي عُرضت للتحويل بين المولات، والكتلة وعدد الجسيمات. وشجعهم على تحديث قوائمهم ما داموا يدرسون هذا الفصل، والرجوع إليها عندما يحلون المسائل. **دم ضم**

## مثال في الصف

السؤال التيتانيوم Ti فلز يستخدم عادة لإنتاج سبائك قوية خفيفة الوزن. فإذا احتوت سبيكة على 645 g من التيتانيوم، فكم عدد مولات التيتانيوم الموجودة؟

الإجابة

$$\frac{645 \text{ g Ti} \times 1 \text{ mol Ti}}{47.8 \text{ g Ti}} = 13.68 \text{ mol Ti}$$

## التقويم



المهارة اطلب إلى الطلاب عمل جدول بأعمدة معنونة بـ: الكتلة، المولات وعدد الجسيمات. على أن يحتوي الجدول ثمانية صفوف، واحد لكل من العناصر المدرجة أدناه. وقد أعطيت معلومة واحدة لكل عنصر، وعلى الطلاب حساب البيانات المتبقية لإكمال الجدول.

2.5g من Au، 4.95mol من Zn،  $3.95 \times 10^{23}$  atoms من C، 12.5 mol من Cu،  $8.75 \times 10^{21}$  atoms من Sc، 49.6g من Se، 3.2mol من U،  $4.93 \times 10^{25}$  atoms من Ba

الكتلة	المولات	عدد الجسيمات
2.5g من Au	0.0127	$7.64 \times 10^{21}$
324g من Zn	4.95	$2.98 \times 10^{24}$
7.88g من C	0.656	$3.95 \times 10^{23}$
794g من Cu	12.5	$7.53 \times 10^{24}$
0.653g من Sc	0.0145	$8.75 \times 10^{21}$
49.6g من Se	0.628	$3.78 \times 10^{23}$
764g من U	3.21	$1.93 \times 10^{24}$
11246.21g من Ba	81.9	$4.93 \times 10^{25}$

## مسائل تدريبية

16. a. 0.236 mol Ag

b. 9.355 mol S

17. a.  $1.91 \times 10^1$  mol Zn

b.  $1.79 \times 10^1$  mol Fe

## مثال 3-5

التحويل من الكتلة إلى المول الكالسيوم Ca من أكثر العناصر توافراً في الأرض، ويوجد دائماً متحداً مع عناصر أخرى بسبب نشاطه العالي. ما عدد مولات الكالسيوم في 525 g منه؟

### 1 تحليل المسألة

عليك أن تحول كتلة الكالسيوم إلى مولات كالسيوم؛ فكتلة الكالسيوم هنا أكبر من الكتلة المولية أكثر من عشر مرات، لذلك يجب أن تكون الإجابة أكبر من 10 mol.

### المطلوب

عدد مولات Ca = ؟

### المعطيات

الكتلة = 525 g Ca

الكتلة المولية لـ Ca = 40.08 g/mol

### 2 حساب المطلوب

استخدم عامل التحويل (مقلوب الكتلة المولية) الذي يربط مولات الكالسيوم بجراماته، وعوض القيم المعروفة، وحل:

طابق عامل التحويل مولات الكالسيوم (mol) = كتلة الكالسيوم (g) ×  $\frac{1 \text{ mol من الكالسيوم}}{\text{الكتلة المولية للكالسيوم (g)}}$

$$= 525 \text{ g Ca} \times \frac{1 \text{ mol Ca}}{40.08 \text{ g Ca}} = 13.1 \text{ mol Ca}$$

عوض بالمعطيات وأوجد الحل

### 3 تقويم الجواب

الإجابة أكبر من 10 mol كما هو متوقع، والوحدة صحيحة، وهي mol.

### مسائل تدريبية

16. احسب عدد المولات في كل مما يلي:

a. 25.5 g من الفضة Ag.

b. 300.0 g من الكبريت S.

17. تحفيز حوّل كلًّا من الكتل التالية إلى مولات:

a.  $1.25 \times 10^3$  g من الخارصين Zn.

b. 1.00 Kg من الحديد Fe.

64

## دفتر الكيمياء

الكتلة، والمولات والجسيمات: اطلب إلى الطلاب كتابة عبارات تربط الكتلة بالمولات، والمولات بالكتلة، والمولات بالجسيمات، والجسيمات بالمولات. **ضم**

## مثال في الصف

السؤال السكانديوم Sc فلز يوجد في المعادن النادرة التي يتم تعدينها في البلاد الإسكندنافية. فإذا احتوت عينة معدن على 25.6 g من السكانديوم، فكم عدد ذرات السكانديوم فيها؟  
الإجابة

$$25.6 \text{ g Sc} \times \frac{1 \text{ mol Sc}}{44.96 \text{ g Sc}} = 0.569 \text{ mol Sc}$$

$$0.569 \text{ mol Sc} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من Sc}}{1 \text{ mol}}$$

$$= 3.43 \times 10^{23} \text{ ذرة من Sc}$$

**التحويل بين الكتلة والذرات** إنك لا تستطيع أن تقوم بتحويل مباشر من كتلة المادة إلى عدد الجسيمات المكونة لها؛ إذ لا بد أن تحول الكتلة إلى عدد المولات في البداية، وهذه العملية المكونة من خطوتين موضحة في المثال 4-5.

### مثال 4-5

**التحويل من الكتلة إلى الذرات الذهب Au** هو أحد فلزات العملة (الذهب، الفضة، النحاس). ما عدد ذرات الذهب في عملة ذهبية كتلتها 31.1 g؟

#### 1 تحليل المسألة

عليك أن تحسب عدد الذرات في كتلة معينة من الذهب. ولأنك لا تستطيع التحويل مباشرة من الكتلة إلى عدد الذرات، فعليك أولاً أن تحول الكتلة إلى مولات باستخدام الكتلة المولية، ثم تحول المولات إلى عدد الذرات باستخدام عدد أفوجادرو. ولأن كتلة الذهب المعطاة هي سُدس الكتلة المولية للذهب (196.97 g/mol). لذا فعدد ذرات الذهب يجب أن يكون سُدس عدد أفوجادرو تقريباً.

#### المعطيات

$$31.1 \text{ g Au} = \text{الكتلة}$$

$$196.97 \text{ g/mol} = \text{الكتلة المولية}$$

#### 2 حساب المطلوب

استخدم عامل التحويل (مقلوب الكتلة المولية) الذي يربط مولات الذهب بجراماته.

$$\frac{\text{عدد مولات الذهب (mol)}}{\text{الكتلة المولية للذهب (g)}} \times \text{كتلة الذهب (Au)} = \text{عدد مولات الذهب (mol)}$$

$$31.1 \text{ g Au} \times \frac{1 \text{ mol Au}}{196.97 \text{ g Au}} = 0.158 \text{ mol Au}$$

لتحويل المولات إلى عدد ذرات، اضرب في عدد أفوجادرو

$$\frac{\text{عدد ذرات الذهب}}{\text{عدد مولات الذهب (mol)}} \times \text{عدد مولات الذهب (mol)} = \text{عدد ذرات الذهب}$$

$$= 0.158 \text{ mol Au} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من الذهب}}{1 \text{ mol Au}}$$

$$= 9.51 \times 10^{22} \text{ ذرة من الذهب}$$

#### 3 تقويم الإجابة

الإجابة تساوي سدس عدد أفوجادرو تقريباً، كما هو متوقع. والوحدة صحيحة، وهي ذرة (atom).

65

## طرائق تدريس متنوعة

**دون المستوى** اطلب إلى الطلاب البارعين تعيين عدد مولات كل عنصر وذراته باستعمال قائمة المحتويات من علبة فيتامينات ومعادن، على سبيل المثال: النحاس، والزنك، والمغنيسيوم، والكالسيوم والسيلينيوم، الموجودة في الحبة الواحدة. فإذا ما أخذ شخص حبتين ثلاث مرات يومياً، فكم سيكون عدد المولات المأخوذة من كل عنصر؟ وما عدد الذرات المأخوذة من كل عنصر يومياً؟ **ف م**

### مثال 5-5

تحويل الذرات إلى كتلة الهيليوم He غاز نبييل، فإذا احتوى بالون على  $5.50 \times 10^{22}$  ذرة من الهيليوم، فاحسب كتلة الهيليوم فيه.

#### 1 تحليل المسألة

عدد ذرات الهيليوم معلومة لديك، وعليك إيجاد كتلة الغاز. حوّل أولاً عدد الذرات إلى مولات، ثم حول المولات إلى جرامات.

#### المعطيات

المطلوب

كتلة He = ؟

عدد ذرات الهيليوم He =  $5.50 \times 10^{22}$  ذرة

الكتلة المولية للهيليوم =  $4.00 \text{ g/mol He}$

#### 2 حساب المطلوب

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

طبق عامل التحويل

عدد مولات الهيليوم (mol) = عدد ذرات الهيليوم  $\times \frac{1 \text{ mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من الهيليوم}}$

عوض  $5.50 \times 10^{22} \text{ atoms He}$  من  $5.50 \times 10^{22} \text{ ذرة من He} \times \frac{1 \text{ mol He}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من He}} = 0.0914 \text{ mol He}$

اضرب واقسم الأرقام والوحدات

لتحويل عدد المولات إلى كتلة، اضرب في الكتلة المولية

طبق عامل التحويل

كتلة الهيليوم بالجرامات (g) = عدد مولات الهيليوم (mol)  $\times \frac{\text{الكتلة المولية للهيليوم (g)}}{1 \text{ mol He}}$

$= 0.0914 \text{ mol He} \times \frac{4.00 \text{ g He}}{1 \text{ mol He}} = 0.366 \text{ g He}$

عوض عدد مولات  $\text{He} = 0.0914 \text{ mol}$  الكتلة المولية  $\text{He} = 4.00 \text{ g/mol}$ ، وأوجد الحل

#### 3 تقييم الإجابة

عُبر عن الجواب بالوحدة الصحيحة (g).

#### مسائل تدريبية

18. ما عدد الذرات في 11.5 g من الزئبق Hg؟

19. ما كتلة  $1.50 \times 10^{15}$  ذرة من النيتروجين N؟

20. تحفيز احسب عدد الذرات في كل مما يلي:

a.  $4.56 \times 10^3 \text{ g}$  من السليكون Si.

b. 0.120 kg من التيتانيوم Ti.

66

### مثال في الصف

السؤال النيون غاز خامل موجود في مصابيح النيون، يعطي توهجاً محمراً فيها. فإذا احتوى مصباح النيون على  $2.69 \times 10^{22}$  atoms من النيون، فما كتلة النيون بالجرامات؟

#### الإجابة

$$2.69 \times 10^{22} \text{ atoms Ne} \times \frac{1 \text{ mol Ne}}{6.02 \times 10^{23} \text{ atoms Ne}} \times \frac{20.18 \text{ g Ne}}{1 \text{ mol Ne}} = 0.902 \text{ g Ne}$$

#### مسائل تدريبية

18.  $3.45 \times 10^{22}$  ذرة Hg

19.  $3.49 \times 10^{-8} \text{ g}$  ذرة N

20. a.  $9.77 \times 10^{25}$  ذرة Si

b.  $1.51 \times 10^{24}$  ذرة Ti

#### التقويم

المهارة اطلب إلى الطلاب حل المسألة الآتية: ما كتلة  $5.25 \times 10^{23}$  atoms من البوتاسيوم؟ وكم مولاً من البوتاسيوم في هذه الكمية؟

الإجابة: 0.872 mol، 34.1g **ضم**

### دفتر الكيمياء

**خريطة التحويل:** اطلب إلى الطلاب تصميم خريطة مفاهيم يمكن استعمالها في التحويل من الذرات إلى المولات، والمولات إلى الذرات، والمولات إلى الكتلة، والكتلة إلى المولات، الكتلة إلى الذرات، والذرات إلى الكتلة. **ضم**

### 3. التقويم

#### التحقق من الفهم

أعط مجموعات من الطلاب أنابيب اختبار تحتوي على كتل مختلفة من حبيبات الرصاص. واطلب إلى كل مجموعة تحديد الكتلة، والمولات، وعدد ذرات الرصاص في أنابيب الاختبار. واسأل الطلاب ما الذي سيتغير إذا احتوت أنابيب الاختبار على الكتلة نفسها من الحديد بدلاً من الرصاص؟ **بما أن الكتلة المولية للحديد 55.85g/mol، والكتلة المولية للرصاص 207.2g/mol، فإن عدد المولات في أنابيب الاختبار المحتوية على الحديد سيكون أكثر بمقدار 3.71 مرة من المولات في أنابيب الاختبار المحتوية على الكتلة نفسها من الرصاص. ض م تعلم تعاوني**

#### إعادة التدريس

استعمل قطع حلوى صغيرة الحجم لتمثل الجسيمات، واطلب إلى الطلاب العمل في مجموعات ثنائية لتحديد كتلة قطعة واحدة من الحلوى، وتعيين كتلة مول واحد من الحلوى، ثم أعطهم كيساً من قطع الحلوى واطلب إليهم أن يجدوا عدد المولات فيه (مع إهمال كتلة الكيس الفارغ)، وكذلك عدد الأكياس المطلوبة لاحتواء مول واحد، وتكلفته. **ض م تعلم تعاوني**

#### التوسع

اطلب إلى الطلاب عمل بطاقات توضح مفهوم المول، على أن تتضمن هذه البطاقات الجسيمات والكتلة والكتلة المولية وعدد أفوجادرو وعامل التحويل. وهذا المرجع المرئي يساعد الطلاب عندما يحولون بين المولات، والكتلة، وعدد الجسيمات. **ض م**



الشكل 8-5 يعد المول أساس التحويل بين الكتلة والجسيمات الممثلة (الذرات، الأيونات، الجزيئات، وحدات الصيغة). في الشكل تمثل الكتلة في الميزان والمولات في حقيبة تحتوي على الجسيمات الممثلة، والجسيمات الممثلة تنتشر من الحقيبة. تحتاج إلى خطوتين للتحويل من الكتلة إلى الجسيمات أو العكس.

الآن بعد أن أجريت تحويلاً بين الكتلة، والمولات، والجسيمات، أنت تدرك أن المول أساس الحسابات. فالكتلة دائماً تحول إلى مولات قبل تحويلها إلى ذرات، والذرات تحول إلى مولات قبل أن تحسب كتلتها.

الشكل 8-5 يبين خطوات التحويل. في الأمثلة الحسابية التي مرت بك، استعملت خطوتين في التحويل، فإما تحول الكتلة إلى مولات ثم إلى ذرات، أو تحول الذرات إلى مولات ثم إلى كتلة. ويمكنك دمج الخطوتين في خطوة واحدة. افترض أنك تريد معرفة عدد جزيئات الأكسجين في 1.00 g منه. إن عملية التحويل هذه تتطلب التحويل من كتلة إلى مولات ومن مولات إلى جزيئات، ويمكن أن تمثل ذلك في المعادلة.

$$= 1.00 \text{ g O}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{31.998 \text{ g O}_2} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 1.88 \times 10^{22} \text{ جزيء}$$

#### التقويم 5-2

##### الخلاصة

- 21. **الفكرة الرئيسية** لخص الفرق بين كميات مول واحد من مادتين مختلفتين أحاديّتي الذرات من حيث الجسيمات والكتلة؟
  - 22. اذكر معامل التحويل اللازم للتحويل بين الكتلة والمولات لذرة الفلور.
  - 23. اشرح كيف تربط الكتلة المولية كتلة الذرة بكتلة مول واحد من الذرات.
  - 24. صف الخطوات اللازمة لتحويل كتلة عنصر ما إلى ذراته.
  - 25. احسب كتلة 0.25 mol من ذرات الكربون-12.
  - 26. رتب الكميات التالية من الأصغر إلى الأكبر بحسب الكتلة: 1.0 mol Ar،  $3.0 \times 10^{24}$  ذرة من Ne، 20 g Kr.
  - 27. حدّد الكمية التي تحسب بقسمة الكتلة المولية للعنصر على عدد أفوجادرو.
  - 28. صمّم خريطة مفاهيمية توضح العوامل اللازمة للتحويل بين الكتلة، والمولات، وعدد الجسيمات.
- تسمى الكتلة بالجرامات لمول واحد من أي مادة نقية الكتلة المولية.
  - الكتلة المولية لأي عنصر تساوي عدد ذراته 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.

67

### التقويم 5-2

- 21. كل مول واحد يحتوي على  $6.02 \times 10^{23}$  جسيم، ولكن سيكون لها كتل مختلفة.
- 22. عند التحويل من الكتلة إلى المولات يستعمل معامل التحويل 18.998 g / 1 mol وللتحويل من المولات إلى الكتلة يستعمل معامل التحويل 1 mol / 18.998 g.
- 23. الكتلة المولية هي الكتلة بالجرامات لمول واحد من أي مادة نقية.
- 24. اضرب الكتلة في مقلوب الكتلة المولية، ثم اضرب الناتج في عدد أفوجادرو.
- 25. 3.0 g من C-12
- 26. 20g من Kr، 1.0 mol من Ar،  $3.0 \times 10^{24}$  ذرة من Ne
- 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. ستتوسع خرائط المفاهيم للطلاب، ولكنها يجب أن تظهر المجموعات الصحيحة من معاملات التحويل اللازمة للتحويل بين الكتلة والمولات وعدد الجسيمات.

## شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (18) الواردة في مصادر التعلم للفصول (4-5)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: **دم**

[www.obeikaneducation.com](http://www.obeikaneducation.com)

## الفكرة الرئيسية

**عدّ المركبات** أحضر إلى غرفة الصف كأسين، تحتوي الأولى على 342g من سكر المائدة، والثانية على 180g من الجلوكوز. وأخبر الطلاب بأن كلاهما من الكأسين يحتوي على مول واحد من المادة، كما تحتوي على ذرات الكربون، والهيدروجين، والأكسجين.

اسأل الطلاب: ما سبب اختلاف الكميات في الكأسين؟

**تحتوي الكأسان على مركبات مختلفة، ويتألف كل منها من ذرات الكربون، والهيدروجين، والأكسجين.**

أخبر الطلاب أن الكأس الأولى تحتوي على سكر المائدة  $C_{12}H_{22}O_{11}$  وتحتوي الكأس الثانية على سكر الجلوكوز  $C_6H_{12}O_6$ ، وناقش الطلاب حول كيفية حساب الكتلة المولية لهذه المركبات باستخدام الكتل المولية للعناصر المكونة لها.

## 2. التدريس

## الخلفية النظرية للمحتوى

الألومنيوم يتضمن المثال 6-5 من كتاب الطالب صفحة 59، أكسيد الألومنيوم، أو الألومينا، الذي يعد المصدر الرئيس لاستخراج الألومنيوم الذي أصبح فلزاً شائعاً هذه الأيام، وكان عنصرًا نادرًا باهظ الثمن. وعلى الرغم من أن البوكسايت هو الخام الرئيس المحتوي على الألومينا، إلا أنه لا يستعمل بصورة مباشرة لتحضير الألومنيوم. فهو يُحوّل إلى الألومينا أولاً بطريقة باير، التي طوّرها الكيميائي النمساوي كارل باير عام 1888م، ثم يُحوّل المسحوق الأبيض الناتج إلى عنصر الألومنيوم بعملية الصهر.

■ **إجابة سؤال الشكل 5-9**

1 mol من ذرات C =  $6.02 \times 10^{23} \text{ atm}$

2 mol من ذرات Cl =  $2 \times 6.02 \times 10^{23} \text{ atm}$

2 mol من ذرات F =  $2 \times 6.02 \times 10^{23} \text{ atm}$

## الأهداف

## Moles of Compounds مولات المركبات

**الفكرة الرئيسية** يمكن حساب الكتلة المولية للمركب من خلال صيغته الكيميائية، كما يمكن استعمال هذه الكتلة المولية للتحويل بين الكتلة والمولات للمركب نفسه.

**الربط مع الحياة** تحمّل حقيبتين فُحصتا في المطار، وتبين أن إحداهما قد تجاوزت حد الوزن المسموح به. ولأن وزن كل حقيبة يعتمد على مجموع الأشياء الموجودة داخلها فإن إعادة توزيع هذه الأشياء على الحقيبتين يغير وزن كل منهما.

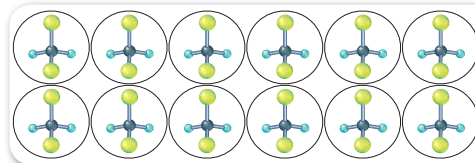
## الصيغ الكيميائية والمول

## Chemical Formulas and the Mole

تعلمت أن الأنواع المختلفة من الجسيمات تُعد باستعمال المول، وكذلك تعلمت أن الكتل المولية تستعمل للتحويل بين المولات والكتلة، وعدد الجسيمات للعنصر. ولتقوم بتحويلات مشابهة للمركبات والأيونات تحتاج إلى معرفة الكتلة المولية لها.

تذكر أن الصيغة الكيميائية للمركب تعبر عن عدد الذرات وأنواعها الموجودة في وحدة صيغة واحدة منه. خذ في الاعتبار مركب ثنائي كلورو ثنائي فلورو ميثان (غاز الفريون) المستخدم في عمليات التبريد، وصيغته  $CCl_2F_2$  حيث تدل الأرقام في صيغة المركب على أن جزيئاً واحداً من  $CCl_2F_2$  يتكون من ذرة كربون (C) وذرتي كلور (Cl) وذرتي فلور (F). وهذه الذرات مرتبطة معاً كيميائياً، بنسبة F: Cl: C هي 2:2:1.

والآن، افترض أن لديك مولاً واحداً من  $CCl_2F_2$ ، وهذا يعني أنه يحتوي على عدد أفوجادرو من الجزيئات. وستبقى النسبة 2:2:1 بين ذرات F:Cl:C في مول من المركب كما هي في جزيء واحد منه. ويوضح الشكل 9-5 درزن من جزيئات  $CCl_2F_2$ ؛ إذ تحتوي على درزن واحدة من ذرات الكربون، ودستتين من ذرات الكلور، ودستتين من ذرات الفلور. فالصيغة الكيميائية  $CCl_2F_2$  لا تمثل جزيئاً منفرداً من  $CCl_2F_2$  فقط، بل تمثل أيضاً مولاً من المركب.



## مشروع الكيمياء

**المول والصيغ الكيميائية** اطلب إلى الطلاب البحث عن الصيغ الكيميائية للمركبات التالية، واطلب إليهم كتابة العلاقة بين عدد المولات والعناصر المكوّنة للمركب على النحو التالي:

العلاقات المولية	الصيغة الكيميائية	المادة
1 mol من H : 10 mol من C : 1 mol من O	$C_4H_{10}O$	بيوتانول
2 mol من N : 4 mol من H	$N_2H_4$	هيدرازين
	HCl	حمض الهيدروكلوريك
1 mol من Cu : 1 mol من S : 4 mol من O	$CuSO_4$	كبريتات النحاس II



## توضيح المفاهيم الشائعة غير الصحيحة



يمكن أن يعرف الطلاب أن مولاً واحداً من المركب يمثل  $6.02 \times 10^{23}$  من الجسيمات، ولكنهم قد لا يدركون أن هناك علاقات أخرى يمثلها المول؛ مثل عدد مولات ذرات الفلور في مول واحد من جزيء الفريون.

## الكشف عن المفاهيم الشائعة غير الصحيحة

اسأل الطلاب عن عدد أرجل القطعة. أربع. وما عدد أرجل درزن من القلط؟ 48. وكم عدد القلط التي لها 200 رجل؟ 50. وما عدد أرجل مول واحد من القلط؟  $2.41 \times 10^{24}$ . ثم اسألهم عن عدد ذرات الفلور الموجودة في جزيء واحد من الفريون؟ 2. وأخيراً، ما عدد ذرات الفلور الموجودة في مول واحد من الفريون؟  $1.20 \times 10^{24}$

## عرض المفهوم

اصنع نموذجاً لجزيء  $\text{CH}_4$ ، ثم فككه واسأل الطلاب: ما عدد ذرات الهيدروجين في جزيء واحد من الميثان؟ ثم اسأل عن عدد ذرات الهيدروجين الموجودة في مول واحد من الميثان.

$$4(6.02 \times 10^{23}) = 2.41 \times 10^{24}$$

## تقويم المعرفة الجديدة

اطلب إلى الطلاب كتابة النسب المولية لجزيء الميثان.

ض م

### مثال في الصف

**السؤال** الهيماتيت هو معدن أكسيد الحديد (III). احسب عدد أيونات الأكسيد  $\text{O}^{2-}$  الموجودة في  $6.25 \text{ mol}$  من  $\text{Fe}_2\text{O}_3$

**الإجابة**

$$6.25 \text{ mol من } \text{Fe}_2\text{O}_3 \times \frac{3 \text{ mol O من}}{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3} =$$

$$18.8 \text{ mol من أيونات } \text{O}^{2-}$$

قد تحتاج في بعض الحسابات الكيميائية إلى التحويل بين مولات المركب ومولات إحدى الذرات المكونة له. فالنسب أو عوامل التحويل التالية يمكن كتابتها لاستعمالها في الحسابات لجزيء  $\text{CCl}_2\text{F}_2$ .

$$\frac{2 \text{ mol F}}{1 \text{ mol CCl}_2\text{F}_2} \quad \frac{2 \text{ mol Cl}}{1 \text{ mol CCl}_2\text{F}_2} \quad \frac{1 \text{ mol C}}{1 \text{ mol CCl}_2\text{F}_2}$$

لإيجاد عدد مولات ذرات الفلور في  $5.50 \text{ mol}$  من الفريون  $\text{CCl}_2\text{F}_2$  اضرب مولات الفريون في عامل التحويل الذي يربط بين مولات ذرات الفلور ومولات الفريون.

$$\text{عدد مولات F} = \text{عدد مولات } \text{CCl}_2\text{F}_2 \times \frac{2 \text{ mol F}}{1 \text{ mol CCl}_2\text{F}_2}$$

$$5.50 \text{ mol CCl}_2\text{F}_2 \times \frac{2 \text{ mol F}}{1 \text{ mol CCl}_2\text{F}_2} = 11.0 \text{ mol F}$$

يمكن استعمال عامل التحويل الذي استعمل للفلور في كتابة عوامل التحويل لسائر العناصر في المركب. وعدد مولات العنصر التي توضع في البسط تمثل الرقم الذي عن يمين رمز العنصر في الصيغة الكيميائية.

### مثال 6-5

**علاقات المول المرتبطة بالصيغة الكيميائية** أكسيد الألومنيوم ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) الذي يسمى غالباً ألومينا، هو المادة الخام الأساسية لإنتاج الألومنيوم (Al). توجد الألومينا في معدن الكورنديوم والبوكسيت. احسب عدد مولات أيونات الألومنيوم ( $\text{Al}^{3+}$ ) في  $1.25 \text{ mol}$  من أكسيد الألومنيوم  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

#### 1 تحليل المسألة

لقد أعطيت عدد مولات  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ، وعلينا أن نحسب عدد مولات أيونات  $\text{Al}^{3+}$ . مستعملاً عامل التحويل المبني على الصيغة الكيميائية والذي يربط بين مولات أيونات  $\text{Al}^{3+}$  ومولات  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . كل مول من  $\text{Al}_2\text{O}_3$  يحتوي على مولين من أيونات  $\text{Al}^{3+}$ ، لذا فالإجابة يجب أن تكون ضعف مولات  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

#### المعطيات

$$\text{عدد مولات } \text{Al}_2\text{O}_3 = 1.25 \text{ mol}$$

#### المطلوب

$$\text{عدد المولات } \text{Al}^{3+} = ?$$

#### 2 حساب المطلوب

استعمل العلاقة  $1 \text{ mol}$  من  $\text{Al}_2\text{O}_3$  يحتوي على  $2 \text{ mol}$  من  $\text{Al}^{3+}$ ، لكتابة عامل التحويل.

$$\frac{2 \text{ mol Al}^{3+}}{1 \text{ mol Al}_2\text{O}_3} \quad \text{Al}_2\text{O}_3 \text{ بمولات } \text{Al}^{3+}$$

لتحويل عدد مولات  $\text{Al}_2\text{O}_3$  المعروفة إلى مولات أيونات  $\text{Al}^{3+}$  اضرب في عامل التحويل.

$$\text{طبق عامل التحويل} \quad \text{mol Al}_2\text{O}_3 \times \frac{2 \text{ mol Al}^{3+}}{1 \text{ mol Al}_2\text{O}_3} = \text{mol Al}^{3+}$$

$$1.25 \text{ mol Al}_2\text{O}_3 \times \frac{2 \text{ mol Al}^{3+}}{1 \text{ mol Al}_2\text{O}_3} = 2.5 \text{ mol Al}^{3+}$$

عوض مستعملين بالمعطيات، وأوجد الحل

#### 3 تقويم الإجابة

عدد مولات أيونات  $\text{Al}^{3+}$  ضعف عدد مولات  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ، كما هو متوقع.

69

## طرائق تدريس متنوعة

**دون المستوى** اكتب على السبورة الصيغ الكيميائية لمركبات متنوعة يحتوي كل منها على ذرات الكربون، الهيدروجين، والأكسجين. واطلب إلى الطلاب إعداد جدول بأعمدة معنونة بـ: الصيغة الكيميائية، عدد ذرات الكربون، الكتلة المولية للكربون، كتلة الكربون، عدد ذرات الأكسجين، الكتلة المولية للأكسجين، كتلة الأكسجين، عدد ذرات الهيدروجين، الكتلة المولية للهيدروجين، كتلة الهيدروجين، والكتلة المولية للمركب.

ساعد الطلاب على حساب كتلة كل عنصر، وجمع كتل جميع العناصر الداخلة في المركب لحساب كتلته المولية. **د م**

## مسائل تدريبية

29. 5.00 mol Cl<sup>-</sup>

30. 7.50 mol O ؛ 15.0 mol H ؛ 7.50 mol C

31. 9.00 mol SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>

32. 25.0 mol O

33. 23.0 mol H

## التقويم

**المعرفة** أعط كل طالب صيغة كيميائية مختلفة، واطلب إليهم تحديد عدد ذرات كل عنصر في وحدة صيغة كيميائية واحدة أو جزيء منها، ثم تحديد عدد مولات ذرات كل عنصر في مول واحد من المادة نفسها. **ضم**

## مسائل تدريبية

34. a. 40.00g/mol

b. 110.98 g/mol

c. 98.14 g/mol

35. a. 46.07 g/mol

b. 27.03 g/mol

c. 153.81 g/mol

36. a. مركب أيوني؛ 211.64 g/mol

b. مركب أيوني؛ 149.10 g/mol

c. مركب جزيئي؛ 342.30 g/mol

### مسائل تدريبية

29. يستعمل كلوريد الحارصين ZnCl<sub>2</sub> بوصفه سبيكة لحام لربط فلزين معًا، احسب عدد مولات أيونات Cl<sup>-</sup> في 2.50 mol من ZnCl<sub>2</sub>.
30. تعتمد النباتات والحيوانات على سكر الجلوكوز C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> بوصفه مصدرًا للطاقة. احسب عدد مولات كل عنصر في 1.25 mol من الجلوكوز.
31. احسب عدد مولات أيونات الكبريتات الموجودة في 3.00 mol من Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>.
29. ما عدد مولات ذرات الأكسجين الموجودة في 5.00 mol من P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>؟
30. تحفيز احسب عدد مولات ذرات الهيدروجين في 1.15 × 10<sup>1</sup> mol من الماء.

### الكتلة المولية للمركبات

#### The Molar Mass of Compounds

كتلة مول واحد من المركب تساوي مجموع كتل الجسيمات التي يتكون منها المركب. افترض أنك ترغب في تعيين الكتلة المولية لمركب كرومات البوتاسيوم (K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>)، ابدأ بالبحث عن الكتل المولية لكل عنصر في K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>، ثم اضرب الكتلة المولية لكل عنصر في عدد مولات العنصر المثلثة في الصيغة الكيميائية، ثم اجمع كتل العناصر كافة لتحصل على الكتلة المولية للمركب K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>.

$$2 \text{ mol K} \times \frac{39.10 \text{ g K}}{1 \text{ mol K}} = 78.20 \text{ g}$$

$$1 \text{ mol Cr} \times \frac{52.0 \text{ g Cr}}{1 \text{ mol Cr}} = 52.0 \text{ g}$$

$$4 \text{ mol O} \times \frac{16.0 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}} = 64.0 \text{ g}$$

$$194.20 \text{ g} = \text{K}_2\text{CrO}_4 \text{ الكتلة المولية}$$

توضح الكتلة المولية للمركب قانون حفظ الكتلة؛ فالكتلة الكلية للمتفاعلات تساوي كتلة المركب المتكون. يوضح الشكل 10-5 كتلاً متكافئة لمول واحد من كرومات البوتاسيوم، وكلوريد الصوديوم، والسكروز.

### مسائل تدريبية

34. احسب الكتلة المولية لكل مركب أيوني من المركبات التالية:
- a. NaOH      b. CaCl<sub>2</sub>      c. KC<sub>2</sub>H<sub>3</sub>O<sub>2</sub>
35. احسب الكتلة المولية لكل مركب تساهمي من المركبات التالية:
- a. C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH      b. HCN      c. CCl<sub>4</sub>
36. تحفيز صنف كلاً من المركبات التالية بوصفه مركبًا جزيئيًا أو أيونيًا، ثم احسب كتلته المولية:
- a. Sr(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>      b. (NH<sub>4</sub>)<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>      c. C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>

الشكل 10-5 لأن كل مادة تحتوي على أعداد وأنواع مختلفة من الذرات، فإن كتلتها المولية مختلفة، فالكتلة المولية لكل مركب هي حاصل مجموع كتل جميع العناصر المكونة له.



كرومات البوتاسيوم (K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>)



كلوريد الصوديوم (NaCl)



السكروز (C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>)

70

## دفتر الكيمياء

**الكتل المولية:** اطلب إلى الطلاب حساب الكتلة المولية للأوكتان C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>، نترات البوتاسيوم KNO<sub>3</sub>، كلوريد الصوديوم NaCl، سكر المائدة C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>، كربونات الكالسيوم CaCO<sub>3</sub> وتسجيل النتائج في دفتر الكيمياء. **ضم**

## تحويل مولات المركب إلى كتلة

### Converting Moles of a Compound to Mass

إذا أردت إيجاد عدد مولات مركب لعمل تجربة ما، فعليك أولاً أن تحسب الكتلة المطلوبة بالجرامات من خلال عدد المولات، ثم يمكنك قياس هذه الكتلة بالميزان. ففي المثال 2-5 تعلمت كيفية تحويل عدد مولات العناصر إلى كتلة باستعمال الكتلة المولية بوصفها عامل تحويل. وتستعمل الطريقة نفسها مع المركبات، إلا أنه يتعين عليك حساب الكتلة المولية للمركب.

#### مثال 7-5

التحويل من مول إلى كتلة في المركبات تعود الرائحة المميزة للثوم إلى وجود المركب  $(C_3H_5)_2S$ . فما كتلة 2.50 mol من  $(C_3H_5)_2S$  ؟

#### 1 تحليل المسألة

لقد أعطيت عدد مولات  $(C_3H_5)_2S$ ، وعليك أن تحول المولات إلى كتلة باستعمال الكتلة المولية بوصفها عامل تحويل. والكتلة المولية هي حاصل مجموع الكتل المولية لكل العناصر في  $(C_3H_5)_2S$ .

#### المعطيات

عدد مولات  $(C_3H_5)_2S = 2.50 \text{ mol}$

#### المطلوب

الكتلة المولية  $(C_3H_5)_2S = ?$

كتلة  $(C_3H_5)_2S = ?$

#### 2 حساب المطلوب

احسب الكتلة المولية لـ  $(C_3H_5)_2S$ .

$$1 \text{ mol S} \times \frac{32.07 \text{ g S}}{1 \text{ mol S}} = 32.07 \text{ g S}$$

اضرب مولات S في الكتلة المولية لـ S

$$6 \text{ mol C} \times \frac{12.01 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} = 72.06 \text{ g C}$$

اضرب مولات C في الكتلة المولية لـ C

$$10 \text{ mol H} \times \frac{12.008 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} = 10.08 \text{ g H}$$

اضرب مولات H في الكتلة المولية لـ H

$$= 32.07 \text{ g} + 72.06 \text{ g} + 10.08 \text{ g} = 114.21 \text{ g/mol } (C_3H_5)_2S$$

حاصل جمع الكتل

استعمل عامل التحويل (الكتلة المولية) الذي يربط الجرامات بالمولات.

$$\frac{\text{الكتلة المولية } (C_3H_5)_2S}{1 \text{ mol } (C_3H_5)_2S} \times \text{عدد مولات } (C_3H_5)_2S = \text{كتلة } (C_3H_5)_2S$$

طبق عامل التحويل

$$2.5 \text{ mol } (C_3H_5)_2S \times \frac{114.21 \text{ g } (C_3H_5)_2S}{1 \text{ mol } (C_3H_5)_2S} = 286 \text{ g } (C_3H_5)_2S$$

عوض مستعيناً بالمعطيات، وحُل

#### مسائل تدريبية

37. ما كتلة 3.25 mol من حمض الكبريتيك  $H_2SO_4$  ؟

38. ما كتلة  $4.35 \times 10^{-2} \text{ mol}$  من كلوريد الخارصين  $ZnCl_2$  ؟

39. تحفيز اكتب الصيغة الكيميائية لبرمنجنات البوتاسيوم، ثم احسب كتلة 2.55 mol منه بالجرامات.

71

## التعزيز

الأرقام المعنوية لمساعدة الطلاب في التوصل إلى إجابات الكتاب نفسها، اطلب إليهم استعمال الكتل المولية للعناصر مقربة إلى منزلتين عشريتين، واطلب إليهم أيضاً تحديد الكتلة المولية لثيو كبريتات الصوديوم  $(Na_2S_2O_3)$  باستعمال الكتلة المولية للعناصر في الجدول الدوري.

وذكر الطلاب بقواعد استعمال الأرقام المعنوية عند جمع قيم الكتل المولية. **ض م**

## التقويم

المعرفة أعط الطلاب عبوات زجاجية صغيرة تحتوي على مواد كُتبت أسماؤها وصيغها الكيميائية على العبوات. واطلب إليهم تحديد كتل هذه المواد، والكتل المولية، وعدد المولات، بالإضافة إلى عدد مولات الأيونات أو الذرات المكونة لها. **ض م**

### مثال في الصف

السؤال صودا الخبز،  $NaHCO_3$  هي مركب يستعمل في الكثير من الوصفات. ما كتلة 1.25 mol من  $NaHCO_3$  ؟

#### الإجابة

أولاً: احسب الكتلة المولية لـ  $NaHCO_3$  (84.01 g/mol)

$$1.25 \text{ mol } NaHCO_3 \times \frac{84.01 \text{ g } NaHCO_3}{1 \text{ mol } NaHCO_3} = 105 \text{ g } NaHCO_3$$

#### مسائل تدريبية

37. 319 g

38. 5.9 g

39. 403 g ;  $KMnO_4$

### طرائق تدريس متنوعة

دون المستوى اطلب إلى الطلاب عمل 12 نموذجاً لجزيء  $CO_2$  باستعمال علب النماذج، أو كرات اللبان (العلكة)، أو أعواد. واطلب إليهم وضع هذه النماذج في صندوق من الورق المقوى وكتابة عدد النماذج عليه. ثم اطلب إليهم تفكيك هذه النماذج ووضع ذرات الكربون في صندوق كرتوني، وتسجيل عددها. كما يمكن أن يضع الطلاب ذرات الأكسجين بالتساوي في صندوقين من الكرتون، وتسجيل عددها، ثم اسأل الطلاب: كم درزن من ذرات الكربون وذرات الأكسجين موجود في درزن واحد من جزيئات  $CO_2$ ، وأخيراً اسألهم عن عدد مولات ذرات الكربون وذرات الأكسجين الموجودة في مول واحد من جزيئات  $CO_2$ .

د م تعلم تعاوني

## تحويل كتلة المركب إلى مولات

### Converting the Mass of a Compound to Moles

إذا نتج عن إحدى التجارب التي أجريتها في المختبر 5.55 g من مركب ما، فما عدد المولات في هذه الكتلة؟ لتحديد ذلك افترض أنك حسبت الكتلة المولية للمركب ووجدتها 185.0 g/mol، ولأن الكتلة المولية تربط الجرامات بالمولات، فإنك تحتاج في هذه الحالة إلى مقلوب الكتلة المولية بوصفه عامل تحويل.

$$5.50 \text{ g من المركب} \times \frac{1 \text{ mol من المركب}}{185 \text{ g من المركب}} = 0.0297 \text{ mol من المركب}$$

مثال 8-5

التحويل من الكتلة إلى مولات يستعمل مركب هيدروكسيد الكالسيوم  $\text{Ca(OH)}_2$  لإزالة ثاني أكسيد الكبريت من غازات العادم المنبعثة من محطات الطاقة، وفي معالجة عسر الماء لإزالة أيونات  $\text{Ca}^{2+}$  و  $\text{Mg}^{2+}$ . احسب عدد مولات هيدروكسيد الكالسيوم في 325 g منه.

#### 1 تحليل المسألة

لديك 325 g من  $\text{Ca(OH)}_2$  والمطلوب إيجاد عدد مولات  $\text{Ca(OH)}_2$ . احسب أولاً الكتلة المولية لـ  $\text{Ca(OH)}_2$ .

#### المطلوب

$$\text{الكتلة المولية لـ } \text{Ca(OH)}_2 = ?$$

$$\text{عدد المولات لـ } \text{Ca(OH)}_2 = ?$$

#### المعطيات

$$325 \text{ g} = \text{Ca(OH)}_2$$

#### 2 حساب المطلوب

احسب الكتلة المولية للمركب  $\text{Ca(OH)}_2$ .

اضرب مولات Ca في الكتلة المولية لـ Ca

$$1 \text{ mol Ca} \times \frac{40.08 \text{ g Ca}}{1 \text{ mol Ca}} = 40.08 \text{ g}$$

$$2 \text{ mol O} \times \frac{16.0 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}} = 32.0 \text{ g}$$

$$2 \text{ mol H} \times \frac{1.00 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} = 2.016 \text{ g}$$

$$= 40.08 \text{ g} + 32.00 \text{ g} + 2.016 \text{ g} = 74.10 \text{ g/mol Ca(OH)}_2$$

اضرب مولات O في الكتلة المولية لـ O

اضرب مولات H في الكتلة المولية لـ H

حاصل جمع الكتل

استعمل عامل التحويل (مقلوب الكتلة المولية) الذي يربط المولات بالجرامات.

$$= 325 \text{ g Ca(OH)}_2 \times \frac{1 \text{ mol Ca(OH)}_2}{74.10 \text{ g Ca(OH)}_2} = 4.39 \text{ mol Ca(OH)}_2$$

عوض مستعيناً بالمعطيات، وحل

#### 3 تقييم الإجابة

للتحقق من صحة الإجابة، قُرب الكتلة المولية لـ  $\text{Ca(OH)}_2$  إلى 75 g/mol، وكذلك الكتلة المعطاة من  $\text{Ca(OH)}_2$  إلى 300 g. ولأن العدد 300 أربعة أضعاف العدد 75، لذا فالإجابة مقبولة. كما أن الوحدة صحيحة، وهي المول.

#### مسائل تدريبية

40. احسب عدد المولات لكل من المركبات الآتية:

a. 22.6 g من نترات الفضة  $\text{AgNO}_3$ . b. 6.5 g من كبريتات الحارصين  $\text{ZnSO}_4$ .

41. تخفيض صنف كلاً من المركبين التاليين إلى أيوني أو جزيئي، ثم حول الكتل المعطاة إلى مولات:

a. 2.50 Kg من أكسيد الحديد III  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . b. 25.4 mg من كلوريد الرصاص IV  $\text{PbCl}_4$ .

72

## التقويم

المعرفة اطلب إلى الطلاب حساب كتلة 0.200 mol من كلوريد الصوديوم، و 0.100 mol من نترات البوتاسيوم، و 0.250 mol من كلوريد الهيدروجين.

11.7g من NaCl، 10.0g من  $\text{KNO}_3$ ، 9.12g من HCl **ضم**

### مثال في الصف

السؤال يستخدم أكسيد التيتانيوم IV  $[\text{TiO}_2]$  كصبغة بيضاء لطلاء علامات الطرق. احسب عدد مولات أكسيد التيتانيوم IV الموجودة في 43.5g منه.

الإجابة احسب كتلة 1 mol من  $\text{TiO}_2$  79.88g

$$43.5 \text{ g TiO}_2 \times \frac{1 \text{ mol TiO}_2}{79.88 \text{ g TiO}_2}$$

$$= 0.545 \text{ mol TiO}_2$$

### مسائل تدريبية

40. a. 0.133 mol

b. 0.0403 mol

41. a. أيوني؛ 15.66 mol

b. أيوني؛  $7.2 \times 10^{-4}$  mol

## دفتر الكيمياء

**تعرف مضاف الحموضة** اطلب إلى الطلاب تفحص ورقة المعلومات الموجودة على زجاجة مضاف الحموضة (اختر عينة تحتوي كربونات الكالسيوم). واطلب إليهم أن يسجلوا في دفاتر الكيمياء جميع المعلومات التي يتطلبها إيجاد كتلة كربونات الكالسيوم في القرص الواحد، ثم اطلب إليهم حساب مولات أيونات الكالسيوم ومولات أيونات الكربونات في القرص نفسه أيضاً. **ضم**

**المطويات** اطلب إلى الطلاب تضمين معلومات من هذا القسم في مطوياتهم.

## عرض سريع

### حساب كمية السكر

اعرض على الطلاب علبة مشروبات غازية وأخبرهم أن تلك العلبة تحتوي على 13% بالكتلة من السكر، وكتلتها 355g، اكتب الصيغة الجزيئية لسكر السكروز على السبورة:  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ، واطلب إلى الطلاب حساب عدد مولات السكروز في علبة المشروبات الغازية. **ضم م**

## مثال في الصف

**السؤال** يوجد ثاني أكسيد السليكون على صورة حبيبات الكوارتز. إذا كانت كتلة عينة من ثاني أكسيد السليكون 42.7 g فاحسب:

a. عدد ذرات السليكون في العينة.  
b. عدد ذرات الأكسجين في العينة.  
c. كتلة جزيء واحد من ثاني أكسيد السليكون.

## الإجابة

a. الكتلة المولية لـ  $SiO_2$  تساوي 60.09g/mol وذلك لأغراض حساب عدد مولات  $SiO_2$  [0.711 mol من  $SiO_2$ ]، ثم احسب عدد جزيئات  $SiO_2$  الموجودة في  $[4.28 \times 10^{23} \text{ molecules}]$  من  $SiO_2$ . فيكون عدد ذرات Si

$$4.28 \times 10^{23} \text{ molecules } SiO_2 \times \frac{1 \text{ atom Si}}{1 SiO_2} = 4.28 \times 10^{23} \text{ atoms Si}$$

b.

$$4.28 \times 10^{23} \text{ molecules } SiO_2 \times \frac{2 \text{ atoms O}}{1 SiO_2} = 8.56 \times 10^{23} \text{ atoms O}$$

c.

$$\left( \frac{60.09 \text{ g } SiO_2}{1 \text{ mol } SiO_2} \right) \times \left( \frac{1 \text{ mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ molecules}} \right) = 9.98 \times 10^{-23} \text{ g/molecule of } SiO_2$$

## تحويل كتلة مركب إلى عدد جسيمات

### Converting the Mass of a Compound to Number of particles

ضمن مطويتك معلومات من هذا القسم.

تعرفت كيفية إيجاد عدد المولات في كتلة معينة من المركب. الآن سوف تتعلم كيفية حساب عدد الجسيمات المثلثة - الجزيئات أو الأيونات أو الذرات أو وحدات الصيغة الكيميائية - الموجودة في كتلة معينة.

تذكر أنه لا يمكن التحويل مباشرة من كتلة المادة إلى عدد الجسيمات المكونة لها؛ إذ لا بد أن تحول الكتلة المعطاة إلى عدد المولات في البداية، وذلك بالضرب في مقلوب الكتلة المولية. ويمكنك بعد ذلك تحويل عدد المولات إلى عدد جسيمات بالضرب في عدد أفوجادرو. ولتحديد عدد الذرات أو الأيونات في المركب سوف تحتاج إلى عوامل تحويل تعطي نسبة أعداد الذرات أو الأيونات في المركب إلى مول واحد منه، وهي تعتمد على الصيغة الكيميائية. والمثال 9-5 يبين كيفية حل هذا النوع من المسائل.

## مثال 9-5

**التحويل من كتلة إلى مولات ثم إلى جسيمات** يستعمل كلوريد الألومنيوم  $AlCl_3$  لتكرير البترول وصناعة المطاط والشحوم. فإذا كان لديك عينة من كلوريد الألومنيوم كتلتها 35.6 g فأوجد:

- a. عدد أيونات الألومنيوم الموجودة فيها.  
b. عدد أيونات الكلور الموجودة فيها.  
c. الكتلة بالجرامات لوحدة صيغة واحدة من كلوريد الألومنيوم.

### 1 تحليل المسألة

لديك 35.6 g من  $AlCl_3$  وعليك أن تحسب عدد أيونات كل من  $Al^{3+}$  و  $Cl^-$  وكتلة وحدة صيغة واحدة من  $AlCl_3$  بالجرامات. علمًا بأن الكتلة المولية وعدد أفوجادرو والنسب من الصيغة الكيميائية هي عوامل التحويل المطلوبة، ولأن نسبة أيونات  $Al^{3+}$  إلى أيونات  $Cl^-$  في الصيغة هي 3:1، لذا فإن عدد الأيونات المحسوبة يجب أن تكون بالنسبة نفسها.

### المعطيات

$$35.6 \text{ g} = \text{كتلة } AlCl_3$$

### المطلوب

$$\text{عدد أيونات } Al^{3+} = ?$$

$$\text{عدد أيونات } Cl^- = ?$$

$$\text{كتلة } AlCl_3 \text{ لكل وحدة صيغة} = ?$$

### 2 حساب المطلوب

احسب الكتلة المولية للمركب  $AlCl_3$ .

اضرب عدد مولات Al في كتلته المولية

اضرب عدد مولات Cl في كتلته المولية.

حاصل جمع الكتل

استعمل عامل التحويل (مقلوب الكتلة المولية) الذي يربط المولات بالجرامات.

73

## مشروع الكيمياء

**عدد أفوجادرو** اطلب إلى الطلاب البحث في تاريخ عدد أفوجادرو وكتابة تقارير حول ذلك. لم تكن تتوفر الأدلة المؤيدة لفرضية أفوجادرو عند طرحها، وقد اشترك علماء آخرون في حساب عدد الجسيمات في المول الواحد ومنهم: روبرت بروان، جين بابتست بيرن، ألبرت آينشتاين، ر. أمليكان، وستانزلو كانيزارو. **ضم م**

## مسائل تدريبية

42. a.  $1.19 \times 10^{24}$  ذرة من C

b.  $3.58 \times 10^{24}$  ذرة من H

c.  $5.96 \times 10^{23}$  ذرة من O

43. a.  $2.163 \times 10^{22}$  أيون من  $\text{Na}^+$

b.  $1.08 \times 10^{22}$  أيون من  $\text{SO}_3^{2-}$

c.  $2.09 \times 10^{-22}$  g لكل وحدة صيغة من  $\text{Na}_2\text{SO}_3$

44. a.  $7.11 \times 10^{23}$  ذرة من C

b.  $1.42 \times 10^{24}$  ذرة من O

c.  $7.31 \times 10^{-23}$  g لكل وحدة صيغة من  $\text{CO}_2$

45. 445g من NaCl

46. a.  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$

b.  $9.36 \times 10^{22}$  أيون من  $\text{Ag}^+$

c.  $4.68 \times 10^{22}$  أيون من  $\text{CrO}_4^{2-}$

d.  $5.51 \times 10^{-22}$  g لكل وحدة صيغة من  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$

طبق عامل التحويل

$\frac{1 \text{ mol AlCl}_3}{133.33 \text{ g AlCl}_3} \times \text{مولات AlCl}_3 = \text{كتلة AlCl}_3$

$$35.6 \text{ g AlCl}_3 \times \frac{1 \text{ mol AlCl}_3}{133.33 \text{ g AlCl}_3} = 0.267 \text{ mol AlCl}_3$$

عوض كتلة  $\text{AlCl}_3$ ، ومقلوب الكتلة المولية، واحسب عدد المولات. اضرب الأعداد والوحدات واقسمها.

$$= 0.276 \text{ mol AlCl}_3 \times \frac{6.02 \times 10^{23}}{1 \text{ mol AlCl}_3}$$

$$= 1.61 \times 10^{23}$$

$$= \text{AlCl}_3 \text{ وحدة صيغة } 1.61 \times 10^{23} \times \frac{1 \text{ Al}^{3+}}{\text{AlCl}_3 \text{ وحدة صيغة } 1}$$

اضرب الأعداد والوحدات واقسمها.

$$= 1.61 \times 10^{23} \text{ Al}^{3+}$$

$$\text{AlCl}_3 \text{ وحدة صيغة } 1.61 \times 10^{23} \times \frac{3 \text{ Cl}^-}{\text{AlCl}_3 \text{ وحدة صيغة } 1} = 4.83 \times 10^{23} \text{ Cl}^-$$

$$= 4.83 \times 10^{23} \text{ Cl}^-$$

احسب كتلة  $\text{AlCl}_3$  باستعمال مقلوب عدد أفوجادرو

$$= \frac{133.33 \text{ g AlCl}_3}{1 \text{ mol}} \times \frac{1 \text{ mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ وحدة صيغة}}$$

عوض  $\text{AlCl}_3$  من 133.33 g، ثم حل.

$$= 2.21 \times 10^{-22} \text{ g لكل وحدة صيغة من } \text{Al}^{3+}$$

### 3 تقويم الإجابة

عدد أيونات  $\text{Cl}^-$  يساوي ثلاثة أضعاف عدد أيونات  $\text{Al}^{3+}$ ، كما هو متوقع. يمكن حساب كتلة وحدة صيغة كيميائية من  $\text{AlCl}_3$  بطريقة مختلفة. اقسم كتلة 35.6 g من  $\text{AlCl}_3$  على عدد وحدات الصيغة الكيميائية الموجودة في الكتلة ( $1.61 \times 10^{23}$ ) لحساب كتلة وحدة صيغة كيميائية واحدة. الإجابتان متطابقتان.

### مسائل تدريبية

42. يستعمل الإيثانول  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  مصدرًا للوقود، ويخلط أحيانًا مع الجازولين. إذا كان لديك عينة من الإيثانول كتلتها 45.6 g فأوجد:

a. عدد ذرات الكربون الموجودة فيها.

b. عدد ذرات الهيدروجين الموجودة فيها.

c. عدد ذرات الأكسجين الموجودة فيها.

43. عينة من كبريتيت الصوديوم  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  كتلتها 2.25 g. أوجد:

a. عدد أيونات  $\text{Na}^+$  الموجودة فيها.

b. عدد أيونات  $\text{SO}_3^{2-}$  الموجودة فيها.

c. الكتلة بالجرامات لوحدة صيغة واحدة من  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  في العينة.

44. عينة من ثاني أكسيد الكربون  $\text{CO}_2$  كتلتها 52.0 g. أوجد:

a. عدد ذرات الكربون الموجودة فيها.

b. عدد ذرات الأكسجين الموجودة فيها.

c. كتلة جزيء واحد من  $\text{CO}_2$  بالجرامات.

45. ما كتلة كلوريد الصوديوم  $\text{NaCl}$  التي تحتوي على  $4.59 \times 10^{24}$  وحدة صيغة؟

46. تحفيز عينة من كرومات الفضة كتلتها 25.8 g:

a. اكتب صيغة كرومات الفضة.

b. ما عدد الأيونات الموجبة فيها؟

c. ما عدد الأيونات السالبة فيها؟

d. ما مقدار الكتلة بالجرامات لوحدة صيغة واحدة منها؟

74

## دفتر الكيمياء

مولات الجازولين: اطلب إلى الطلاب التحري عن سعر جالون من

الجازولين وكتابة السعر في دفتر الكيمياء، ثم اطلب إليهم الإجابة عن

الأسئلة التالية في أثناء دراسة القسم 3-5:

(1) يحتوي جالون الجازولين على 3.78 L وكثافته 0.700 g/mL. فما كتلة

جالون الجازولين؟  $2650 \text{ g}$

(2) إذا كانت الصيغة الجزيئية للجازولين  $\text{C}_8\text{H}_{18}$ ، فما عدد مولات

الجازولين في الجالون الواحد؟  $23.2 \text{ mol}$

(3) ما عدد ذرات الكربون في جالون واحد من الجازولين؟

$1.12 \times 10^{26}$  ذرة من C.

(4) ما كلفة (سعر) مول واحد من الجازولين؟ يعتمد الجواب على سعر

الجالون.

(5) إذا اشترت جازولين بمبلغ 38.0 ريالاً، ما عدد مولات الجازولين التي

وضعتها في خزان الوقود؟ تعتمد الإجابات على سعر الجالون الواحد.

## التقويم

المعرفة أخبر الطلاب بأن كيسًا من المعكرونة والجبن يحتوي

على 0.5600g من كلوريد الصوديوم، واطلب إليهم حساب

عدد مولات كلوريد الصوديوم، وعدد وحدات صيغة

كلوريد الصوديوم، وعدد ذرات الصوديوم في العينة. **ضم**

0.009582mol من NaCl

$5.769 \times 10^{21}$  وحدة صيغة من NaCl

$5.769 \times 10^{21}$  ذرة من Na

### 3. التقويم

#### التحقق من الفهم

اطلب إلى الطلاب حساب الكتلة المولية للسكر (السكروز)  
 $342.3 \text{ g/mol}$  ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ )

ثم اطلب إليهم حساب كتلة فنجان من السكر وعدد مولات السكر فيه.  $192 \text{ g}$  تقريباً، حوالي  $0.56 \text{ mol}$  ثم أسألهم عن عدد ذرات O, H, C في فنجان من السكر.

$4.05 \times 10^{24}$  ذرة من C تقريباً.

$7.42 \times 10^{24}$  ذرة من H تقريباً

$3.71 \times 10^{24}$  ذرة من O تقريباً. **ضم**

#### إعادة التدريس

اكتب الصيغ الجزيئية  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  على السبورة. واسأل الطلاب عن عدد مولات كل ذرة أو أيون موجود في المول الواحد من كل مركب.

$\text{Cl}^-$  من  $1 \text{ mol}$ ،  $\text{Na}^+$  من  $1 \text{ mol}$

$\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  :  $1 \text{ mol}$  من  $\text{Al}^{3+}$  ،  $3 \text{ mol}$  من  $\text{NO}_3^-$

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  :  $2 \text{ mol}$  من C ،  $6 \text{ mol}$  من H ،  $1 \text{ mol}$  من O

#### التوسع

اطلب إلى الطلاب حساب عدد مولات سكر الطعام (سكروز) الموجودة في عبوة كتلتها  $2270 \text{ g}$  .  $6.63 \text{ mol}$  سكروز. واطلب إليهم أيضاً استعمال المعلومات المتوفرة على قطعة من الحلوى المفضلة لديهم لحساب عدد مولات السكر في القطعة. ستفاوت الإجابات اعتماداً على نوع الحلوى. **ضم**

$4 \text{ mol O}$  ،  $2 \text{ mol C}$  ،  $2 \text{ mol K}$  .50

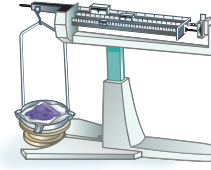
$184.113 \text{ g/mol}$  .51

$0.01 \text{ mol}$  من  $\text{Ca}^{2+}$  .52

53. يجب أن تظهر رسوم الطلاب البيانية بالأعمدة الكميات المولية التالية:

$3.2 \text{ mol O}$  ،  $6.4 \text{ mol Cl}$  ،  $6.4 \text{ mol C}$  ،  $19.2 \text{ mol C}$

الشكل 11-5 لاحظ الموقع المركزي للمول في الشكل، إذا تحركت من يمين الشكل أو يساره أو أعلاه إلى أي مكان آخر وجب أن تمر من خلال المول، وتزدننا عوامل التحويل المكتوبة على الأسهم بمعلومات عن عملية التحويل.



مول من الذرات أو الأيونات

1 mol من الذرات أو الأيونات  
 1 mol من الجسيمات المثلثة  
 1 mol من الجسيمات المثلثة

1 mol من الجسيمات المثلثة  
 $6.02 \times 10^{23}$  من الجسيمات المثلثة  
 1 mol من الجسيمات المثلثة  
 $6.02 \times 10^{23}$  من الجسيمات المثلثة

كتلة المركب

مول من المركب

الجسيمات المثلثة

يتضمن الشكل 11-5 ملخصاً للتحويل بين الكتلة والمولات وعدد الجسيمات. لاحظ أن الكتلة المولية ومقلوبها هما عاملا التحويل بين الكتلة وعدد المولات، وأن عدد أفوجادرو ومقلوبه هما عاملا التحويل بين المولات وعدد الجسيمات المثلثة. وللتحويل بين المولات وعدد مولات الذرات أو الأيونات الموجودة في المركب، استعمل نسب مولات الذرات أو الأيونات إلى مول واحد من المركب أو مقلوبه، كما هو مبين على الأسهم المتجهة إلى أعلى وإلى أسفل في الشكل 11-5، وهذه النسب تشتق من الصيغة الكيميائية.

تجربة عملية  
 النسب المولية  
 ارجع إلى دليل التجارب العملية

### التقويم 3-5

#### الخلاصة

- تدل الأرقام في الصيغ الكيميائية على عدد مولات العنصر في مول واحد من المركب.
- تُحسب الكتلة المولية للمركب من الكتل المولية لجميع العناصر فيه.
- تستعمل معاملات التحويل المبنية على الكتلة المولية للمركب للتحويل بين مولات المركب وكتلته.
- 47. الفكرة الرئيسية صف كيف تحدد الكتلة المولية للمركب؟
- 48. حدد عوامل التحويل المطلوبة للتحويل بين عدد مولات المركب وكتلته.
- 49. وضع كيف يمكنك أن تحدد عدد الذرات أو الأيونات في كتلة معينة من المركب؟
- 50. طبق ما عدد مولات ذرات كل من O, C, K في مول واحد من  $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ؟
- 51. احسب الكتلة المولية لبروميد الماغنسيوم  $\text{MgBr}_2$ .
- 52. احسب ما عدد مولات  $\text{Ca}^{2+}$  الموجودة في  $1000 \text{ mg}$  من  $\text{CaCO}_3$ ؟
- 53. صمم رسماً بيانياً بالأعمدة يظهر عدد مولات كل عنصر موجود في  $500 \text{ g}$  من الدايدوكسين ( $\text{C}_{12}\text{H}_4\text{Cl}_4\text{O}_2$ ) الشديد السمية.

75

### التقويم 3-5

47. اضرب كتلة مول واحد من كل عنصر في نسبة ذلك العنصر إلى مول واحد من المركب. واجمع الكتل الناتجة من هذه العمليات.

48.  $\frac{1 \text{ mol}}{\text{g}}$  ،  $\frac{\text{g}}{1 \text{ mol}}$

49. حوّل الكتلة إلى مولات، اضرب عدد المولات في نسبة عدد الذرات أو الأيونات إلى مول واحد، ثم اضرب في عدد أفوجادرو.

## 1. التركيز

## شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (19) الواردة في مصادر التعلم للفصول (4-5)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: **دم**

[www.obeikaneducation.com](http://www.obeikaneducation.com)

## الفكرة الرئيسية

**حساب الكميات** أحضر كيساً من رقائق البطاطس المحمصنة (الشبس) واطلب إلى الطلاب توقع عدد الرقائق في الكيس. **ستفاوت الإجابات.** اسأل الطلاب إذا كان بإمكانهم توقع عدد الرقائق لو كان لديهم كتلة مجموع الرقائق التي في الكيس وكتلة الرقيقة الواحدة. **نعم، سيكون عدد الرقائق الكلية مساوياً لكتلة الرقائق التي في الكيس مقسوماً على كتلة الرقيقة الواحدة.**

أخبرهم بأنه يمكن تمثيل الصيغة الأولية بالرقيقة الواحدة، كما يمكن تمثيل الصيغة الجزيئية بالكتلة الكلية للرقائق بالكيس.

## 2. التدريس

## التقويم

**الأداء** اطلب إلى الطلاب إيجاد كتلة كيس من الفشار قبل تسخينه في الميكروويف وبعده. تحذير: لا تدع الطلاب يفتحوا الكيس مباشرة بعد إخراجها من الفرن؛ لأنه سيكون ساخناً جداً، ثم اطلب إليهم حساب النسبة المئوية للكتلة المفقودة على صورة بخار. **ض م**

## 5-4

## الأهداف

الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية  
Empirical and Molecular Formulas

**الفكرة الرئيسية** الصيغة الجزيئية لركب ما هي مضاعف عددي لصيغته الأولية.

**الربط مع الحياة** نلاحظ أن بعض عبوات المشروبات أو وجبات الطعام تحدد كمية السعرات الحرارية في جزء منها (قطعة، ملعقة، g، ml، ...) فكيف يمكنك تحديد القيمة الكلية للسعرات الحرارية في العبوة أو الوجبة؟

## التركيب النسبي المئوي Percent Composition

غالبًا ما ينشغل الكيميائيون في تطوير المركبات للاستعمالات الصناعية والدوائية والمنزلية، كما في الشكل 12-5، فبعد أن يقوم الكيميائي الصناعي (الذي يحضر مركبات جديدة) بتحضير مركب جديد يقوم الكيميائي التحليلي بتحليل المركب ليقدم دليلاً عملياً على تركيبه وصيغته الكيميائية.

إن مهمة الكيميائي التحليلي هي تحديد العناصر التي يحوها المركب، وتحديد نسبها المئوية بالكتلة. فالتحليل الوزني والحجمية إجراءات عملية مبنية على قياس كتل المواد الصلبة وأحجام السوائل.

**التركيب النسبي المئوي من البيانات العملية** فعلى سبيل المثال، إذا أخذت عينة كتلتها 100 g من مركب يحتوي على 55 g من عنصر X و 45 g من عنصر Y، فالنسبة المئوية بالكتلة لأي عنصر في المركب يمكن حسابها بقسمة كتلة العنصر على كتلة المركب والضرب في 100.

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



**الشكل 12-5** يقوم الكيميائي الصناعي بتحضير كميات صغيرة من مركبات كيميائية جديدة كما في الصورة اليمنى، ثم يقوم الكيميائي التحليلي كما في الصورة اليسرى بتحليل المركب ليؤكد صحة تركيبه النسبي المئوي وصيغته الكيميائية.

76

## طرائق تدريس متنوعة

**دون المستوى** كتب جول س. ثومبسون، في "مجلة التربية الكيميائية"، كلمات لاستعمالها في حساب الصيغة الكيميائية الأولية، وهي احسب النسبة إلى الكتلة، والكتلة إلى المول واقسم على الأصغر ثم اضرب لتحصل على عدد صحيح.

أعط الطلاب النسب المئوية التالية: فسفور 43.6 %، أكسجين 56.4 % ثم اطلب إليهم كتابة كل عملية حساب لتحديد الصيغة الأولية.

$$\text{النسبة إلى الكتلة: } 43.6\% \text{ P} = 43.6 \text{ g P}; 56.4\% \text{ O} = 56.4 \text{ g O}$$

$$\text{الكتلة إلى المولات: } 43.6 \text{ g P} = 1.41 \text{ mol P}; 56.4 \text{ g O} = 3.52 \text{ mol O}$$

$$\text{اقسم على الأصغر: } 1.41 \text{ mol P} / 1.41 \text{ mol} = 1 \text{ P}; 3.52 \text{ mol O} / 1.41 \text{ mol} = 2.5 \text{ O}$$

$$\text{اضرب لتحصل على عدد صحيح: } 2(1 \text{ P}) = 2 \text{ P}; 2(2.5 \text{ O}) = 5 \text{ O}$$

$$\text{الصيغة الأولية: } \text{P}_2\text{O}_5 \quad \text{دم}$$



## تجربة

**الهدف:** سيقوم الطلاب بحساب النسبة المئوية لمادة سكرية صناعية في قرص العلكة لمعرفة هل السكر يشكل غطاءً للقرص أو هو جزء من التركيب العام.

**المهارات العلمية:** الملاحظة والاستنتاج، القياس.

**احتياطات السلامة:** يجب أن يدرس الطلاب تعليمات السلامة قبل البدء بالعمل. كما يجب عليهم عدم وضع العلكة في أفواههم، وعدم استعمال المقصات الحادة المدببة.

**التخلص من النفايات:** تخلص من قطع العلكة برميها في سلة النفايات.

### استراتيجيات التدريس:

- تجنب استعمال العلكة القاسية المغطاة بالسكريات.
- اسأل الطلاب هل ستختلف نسبة الكتلة المذابة بين قطعتي العلكة. نعم؛ لأن مساحة السطوح مختلفة.
- اطلب إلى الطلاب مقارنة كتل قطع العلكة جميعها واسألهم إذا كانت القطع مصنوعة بالآلات أم لا؟ ولماذا؟ تكون العلكة مصنوعة بواسطة الآلات؛ لأن القطع متساوية في الكتلة تقريباً.

**النتائج المتوقعة:** تفقد قطعة العلكة الكاملة جزءاً من كتلتها بعد وضعها في الماء؛ لأن المواد السكرية فيها تذوب في الماء. أما في حالة قطعة العلكة التي تم تقطيعها قطعاً صغيرة فتكون مساحة سطح قطع العلكة المعرضة للماء كبيرة؛ لذا يكون مقدار المواد السكرية القابلة للذوبان المعرضة للماء كبيراً أيضاً، لذا تفقد مقداراً أكبر من الكتلة.

### التحليل

1. الكتلة المذابة = الكتلة الابتدائية - الكتلة النهائية  
 $3.11 \text{ g} - 2.84 \text{ g} = 0.27 \text{ g}$
2. الكتلة المذابة = الكتلة الابتدائية - الكتلة النهائية  
 $3.11 \text{ g} - 2.75 \text{ g} = 0.36 \text{ g}$
3. القطعة كاملة:  $8.7\% = (0.27 \text{ g} / 3.11 \text{ g}) \times 100\%$
4. بسبب ذوبان كتلة أكبر عندما تكون مساحة السطح أكبر؛ فإن ذلك يعني أن المادة السكرية مخلوطة بالعلكة وليست على سطحها.

ولأن النسبة المئوية تعني الأجزاء من مئة فإن مجموع النسب المئوية بالكتلة لكل العناصر في المركب يجب أن يكون 100.

$$x \text{ من } 55\% = 100 \times \frac{55 \text{ g من العنصر X}}{100 \text{ g من المركب}}$$

$$y \text{ من } 45\% = 100 \times \frac{45 \text{ g من العنصر Y}}{100 \text{ g من المركب}}$$

ولهذا فإن المركب يتكون من 55% من X و 45% من Y. وتسمى النسب المئوية بالكتلة لكل العناصر في المركب **التركيب النسبي المولي للمركب**.

**التركيب النسبي المولي من خلال الصيغة الكيميائية** يمكن تحديد التركيب النسبي المولي لمركب أيضاً من خلال الصيغة الكيميائية. ولعمل ذلك، افترض أن لديك مولاً واحداً من المركب واستعمل الصيغة الكيميائية لحساب الكتلة المولية للمركب، ثم احسب كتلة كل عنصر في مول واحد من المركب، وأخيراً استعمل العلاقة أدناه لحساب النسبة المئوية بالكتلة لكل عنصر.

$$\text{النسبة المئوية بالكتلة من خلال الصيغة الكيميائية} = \frac{\text{كتلة العنصر في مول واحد من المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times 100$$

## تجربة

**تحليل العلكة**  
هل المحليات والنكهات تضاف إلى الطبقة الخارجية للعلك أم تكون مخلوطة به؟

- خطوات العمل**
1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
  2. أزل الغلاف عن قطعتي علك، ثم قس كتلة كل منهما بالميزان وسجلها.
  3. أضف 150 mL من ماء الصنوبر البارد إلى كأس سعته 250 mL. وضع إحدى قطعتي العلك في الكأس، وحركها بساق تحريك مدة دقيقتين.
  4. أخرج العلكة وجففها باستعمال مناشف ورقية، ثم قس كتلتها وسجلها.
  5. تحذير: كن حذراً عند استعمال المقص. استعمل مقصاً لتقطيع العلكة الثانية قطعاً صغيرة، وكرر الخطوة الثالثة مستعملاً ماءً جديداً، ولا تدع القطع تتجمع معاً.

77

## دفتر الكيمياء

**نسبة الكتلة** اطلب إلى كل طالب القيام بكتابة صيغة كيميائية لمركب ما في دفتره، وتحديد نسبة كتلة كل عنصر في ذلك المركب. ثم اطلب إلى الطلاب تبادل دفاترهم فيما بينهم وإعادة العمل مرة أخرى، والمقارنة بين نتائجهم وحل الاختلافات في إجاباتهم. **دم**

ستتفاوت الإجابات. بعض الإجابات لبعض المركبات:

NaCl: 39.3% من Na، 60.7% من Cl

H<sub>2</sub>O: 11.2% من H، 88.8% من O

CO<sub>2</sub>: 27.3% من C، 72.7% من O

NaOH: 57.5% من Na، 40.0% من O، 2.5% من H

حساب التركيب النسبي المئوي حدد التركيب النسبي المئوي لثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub>.

**1 تحليل المسألة**

لقد أعطيت الصيغة الكيميائية للمركب فقط. لهذا افترض أن لديك مولاً واحداً من CO<sub>2</sub>. احسب الكتلة المولية للمركب وكتلة كل عنصر في المول الواحد لتحديد النسبة المئوية بالكتلة لكل عنصر في المركب.

**المعطيات** الصيغة = CO<sub>2</sub>  
**المطلوب** نسبة C = ؟  
نسبة O = ؟

**2 حساب المطلوب**

احسب الكتلة المولية للمركب ونسبة كل عنصر فيه.

اضرب الكتلة المولية للكربون في عدد ذراته في المركب.

اضرب الكتلة المولية للأكسجين في عدد ذراته في المركب.

اجمع كتل العناصر في المركب.

$$1 \text{ mol C} \times \frac{12.01 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} = 12.01 \text{ g C}$$

$$2 \text{ mol O} \times \frac{16.00 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}} = 32.00 \text{ g O}$$

$$= 12.61 \text{ g} + 32.00 \text{ g} = 44.01 \text{ g/mol CO}_2$$

احسب النسبة المئوية بالكتلة لكل عنصر

$$\text{C} \% = \frac{12.01 \text{ g}}{44.1 \text{ g}} \times 100\% = 27.29\%$$

$$\text{O} \% = \frac{32.00 \text{ g}}{44.1 \text{ g}} \times 100\% = 72.71\%$$

يتكون CO<sub>2</sub> من 27.29% C و 72.71% O

عوض كتلة الكربون في 1 mol من المركب = 12.01 g/mol  
والكتلة المولية لـ CO<sub>2</sub> = 44.01 g/mol، واحسب نسبة الكربون.

عوض كتلة الأكسجين في 1 mol من المركب = 32.00 g/mol  
والكتلة المولية لـ CO<sub>2</sub> = 44.01 g/mol، واحسب نسبة الأكسجين.

**3 تقويم الإجابة**

لأن جميع الكتل والكتل المولية فيها أربعة أرقام معنوية، لذا فإن النسب المئوية معطاة بصورة صحيحة. ولو أخذنا بعين الاعتبار حدوث خطأ في تدوير المنازل فإن مجموع النسب المئوية بالكتلة يساوي 100% كما هو مطلوب.

**مسائل تدريبية**

54. ما التركيب النسبي المئوي لحمض الفوسفوريك H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>؟

55. أي المركبين التاليين تكون فيه النسبة المئوية بالكتلة للكبريت أعلى: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> أم H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>؟

56. يستعمل كلوريد الكالسيوم CaCl<sub>2</sub> لمنع التجمد. احسب النسبة المئوية بالكتلة لكل عنصر في CaCl<sub>2</sub>.

57. تحفيز تستعمل كبريتات الصوديوم في صناعة المنظفات.

a. حدد العناصر المكونة لكبريتات الصوديوم، ثم اكتب الصيغة الكيميائية لهذا المركب.

b. احسب النسبة المئوية بالكتلة لكل عنصر في كبريتات الصوديوم.

**مثال في الصف**

**السؤال** حدد النسبة المئوية لكتل العناصر الداخلة في تركيب الكافيين إذا علمت أن صيغته الجزيئية هي



**الإجابة** الصيغة الجزيئية C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>N<sub>4</sub>O<sub>2</sub>: 96.08g من C، 10.08g

من H، 32.00g من O، 56.04g من N

الكتلة المولية = 194.20g/mol C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>N<sub>4</sub>O<sub>2</sub>

C 49.48%، H 5.19%، N 28.85%

O 16.48%

**مسائل تدريبية**

54. 3.08% من H، 31.61% من P، 65.31% من O

55. H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>

56. 36.11% من Ca، 63.89% من Cl

57. (a). صوديوم، كبريت، أكسجين؛ Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

(b). 32.37% من Na، 22.58% من S، 45.05% من O

**عرض توضيحي**

**الصيغ الأولية**

ودعه مشتعلًا. يجب إبقاء الغاز ملامسًا للناتج حتى يبرد تمامًا.

ثم أطفئ الموقد.

**النتائج**

سيتحول أكسيد النحاس (II) الأسود إلى عنصر النحاس البني - المحمّر اللون.

**التحليل**

(1) ما ناتج هذا التفاعل؟ **عنصر النحاس**

(2) هل يمكن معرفة الصيغة الجزيئية لأكسيد النحاس من نتائج التجربة فقط؟ ولماذا؟ **لا؛ لعدم معرفة كمية الأكسجين الناتجة.**

**الهدف** التأكيد على المعلومات المطلوبة لتحديد الصيغة الأولية.

**المواد والأدوات** أنبوب اختبار، سدادات ذات ثقبين، أنابيب

زجاجية ومطاطية، موقد بنسن، حامل حلقة، حامل أنبوب اختبار، أكسيد النحاس (II)، ملعقة صغيرة.

**احتياطات السلامة**



التخلص من النفايات النحاس الناتج يمكن إعادة استخدامه.

**خطوات العمل** ركب الجهاز كما في الشكل، وأشعل موقد بنسن

وعدّل اللهب حتى يصبح لونه أزرق باهتًا، وسخن العينة على نار هادئة ثم على نار قوية، واستمر بالتسخين مدة عشر دقائق وراقب

التغيرات. أبعده اللهب قليلاً عن أنبوب الاختبار عند انتهاء التفاعل

## ماذا قرأت؟

- 1) افترض أن الكتلة الكلية للمركب تساوي 100 g، عندها تكون النسب المئوية لكتل كل عنصر مساوية لكتلة ذلك العنصر بالجرامات.
- 2) حوّل كتلة كل عنصر إلى مولات مستعملًا الكتلة المولية بوصفها عامل تحويل.
- 3) اقسّم كل قيمة مولية على أصغر قيمة بينها.
- 4) اضرب في عدد مناسب للحصول على إجابات بأعداد صحيحة إذا تطلب الأمر ذلك.
- 5) اكتب الصيغة الأولية باستعمال أصغر نسب عددية صحيحة للعناصر.

## تطوير المفهوم

استعمال النسب أعط كل طالب، أو مجموعة طلاب، صندوقًا يحتوي أعدادًا مختلفة من كرات خشبية، صغيرة وكبيرة، مع المحافظة على ما نسبته 2 : 1 من الكرات الصغيرة إلى الكرات الكبيرة في كل صندوق.

أخبر الطلاب بأن الكرات تمثل مولات ذرات مختلفة، واطلب إليهم حساب كتل الكرات الصغيرة والكبيرة، ثم حساب الكتلة الكلية للكرات جميعها، ودعمهم يقوموا بتحديد كتلة كرة صغيرة وأخرى كبيرة ثم حساب مجموع كتل الكرتين. واطلب إليهم أيضًا تنظيم البيانات في جدول. وعلى الطلاب حساب نسبة كتل الكرات الصغيرة والكبيرة، وعندما تفحص نتائج الطلاب، أشر إلى أن نسب الكتلة في جميع الصناديق هي نفسها تقريبًا. دع الطلاب يجدوا النسبة بين أعداد الكرات الصغيرة والكبيرة اعتمادًا على نسبتها.

كرتان صغيرتان لكل كرة كبيرة. اسأل الطلاب هل تنطبق هذه النسب على صناديقهم جميعها. يتعين عليهم ملاحظة أن نسب الكرات في الصناديق جميعها كانت 2 : 1. **ضم م**

## تعلم تعاوني

## الصيغة الأولية Empirical Formula

عندما يُعرف التركيب النسبي المولي لمركب ما، فإنه يمكن حساب صيغته، وذلك بتحديد أصغر نسبة من الأعداد الصحيحة لمولات العناصر فيه. وتمثل هذه النسبة أعداد ذرات العناصر في الصيغة الأولية. **الصيغة الأولية لمركب** هي الصيغة التي تبين أصغر نسبة عددية صحيحة لمولات العناصر في المركب. وقد تكون الصيغة الأولية هي الصيغة الجزيئية نفسها أو مختلفة عنها. وإذا اختلفت الصيغتان فإن الصيغة الجزيئية ستكون دائمًا مضاعفًا بسيطًا للصيغة الأولية. فالصيغة الأولية مثلاً لثاني أكسيد الهيدروجين HO، وصيغته الجزيئية هي H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. لاحظ أن نسبة الأكسجين إلى الهيدروجين هي 1:1 في الصيغتين. ويمكن استعمال التركيب النسبي المولي أو كتل العناصر في كتلة محددة من المركب لحساب الصيغة الأولية. فمثلاً إذا أعطيت التركيب النسبي المولي للمركب، ومع افتراض أن كتلة المركب الكلية 100.00 g، وأن النسبة المئوية بالكتلة لكل عنصر تساوي كتلة العنصر بالجرامات، كما في الشكل 13-5، حيث كل 100 g من المركب تتكون من 40.05% من S و 59.95% من O، أي تحتوي على 40.05 g من S و 59.95 g من O. ثم تحول كتلة كل عنصر إلى مولات.

$$40.05 \text{ g S} \times \frac{1 \text{ mol S}}{32.07 \text{ g S}} = 1.249 \text{ mol S}$$

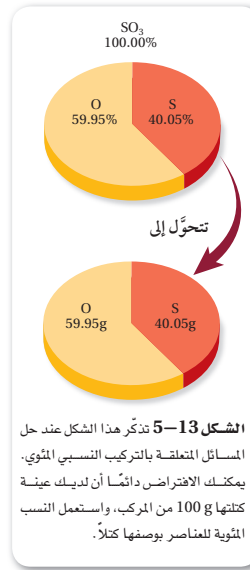
$$59.95 \text{ g O} \times \frac{1 \text{ mol O}}{16.00 \text{ g O}} = 3.747 \text{ mol O}$$

لذا فإن نسبة ذرات S إلى ذرات O في المركب هي 1.249 : 3.747. وعندما لا تكون القيم في النسبة المولية أعدادًا صحيحة فلا يمكن استعمالها في الصيغة الكيميائية، لذا يجب تحويلها إلى أعداد صحيحة، وجعل القيمة المولية أعدادًا صحيحة، اقسّم القيمتين الموليتين على أصغر قيمة مولية، وهي للكبريت (1.249)، وهذا لا يغير النسبة المولية بين العنصرين لأن كليهما سيقسّم على الرقم نفسه.

$$\frac{1.249 \text{ mol S}}{1.249} = 1 \text{ mol S} \quad \frac{3.747 \text{ mol O}}{1.249} = 3 \text{ mol O}$$

أي أن أبسط نسبة عددية صحيحة لمولات S إلى O هي 1 : 3. ولذا فإن الصيغة الأولية هي SO<sub>3</sub>. وفي بعض الأحيان، قد لا تؤدي القسمة على أصغر قيمة مولية إلى أعداد صحيحة. وفي مثل هذه الحالات يجب ضرب كل قيمة مولية في أصغر رقم يجعلها عددًا صحيحًا، كما في المثال 11-5.

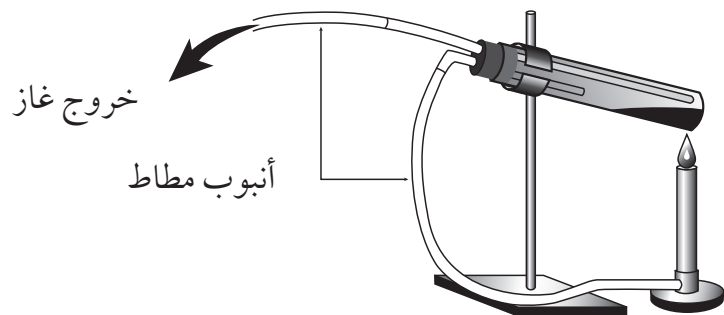
**ماذا قرأت؟** عدد الخطوات المطلوبة لحساب الصيغة الأولية من التركيب النسبي المولي.



الشكل 13-5 تذكر هذا الشكل عند حل المسائل المتعلقة بالتركيب النسبي المولي. يمكنك الافتراض دائمًا أن لديك عينة كتلتها 100 g من المركب، واستعمل النسب المئوية للعناصر بوصفها كتلاً.

## التقويم

**الأداء** اطلب إلى الطلاب تصميم تجربة لإيجاد الصيغة الأولية لأكسيد النحاس. احسب كتلة أكسيد النحاس قبل التسخين، ثم كتلة النواتج، مستعملًا هذه البيانات لإيجاد الصيغة الأولية لأكسيد النحاس. **ضم م**



السؤال تحتوي القرفة على مادة سينالدهايد التي تتكون من:

81.79% من C ، 6.10% من H ، 12.11% من O .

احسب الصيغة الأولية لهذا الجزيء؟

الإجابة

6.05 mol C, 0.757 mol H, 6.81 mol C,

C: 6.81 mol C/0.757 mol = 9

H: 6.05 mol H/0.757 mol = 8

O: 0.757 mol O/0.757 mol = 1

فتكون الصيغة الأولية هي  $C_9H_8O$

## تطوير المفهوم

النسب والنسب المئوية. ذكر الطلاب في النشاط المذكور في صفحة 79 ، وأعط الطلاب صندوقاً آخر يمثل مركباً جديداً مختلفاً، على أن يحتوي الصندوق الجديد على النسب نفسها ولكن لمواد مختلفة، وذلك بوضع كرتين خشبيتين وواحدة من الزجاج.

ثم اطلب إلى الطلاب حساب نسب الكتلة لكل جزء، وإيجاد أبسط قيمة عددية صحيحة. ثم اسألهم هل تمثل الصناديق المركب نفسه أم لا؟ يتعين على الطالب ملاحظة أنه على الرغم من كون الصيغة الأولية واحدة في كلتا الحالتين، إلا أن نسب الكتلة مختلفة؛ لذا فإن الصناديق تحتوي على مركبات مختلفة. **ض م**

### مثال 11-5

الصيغة الأولية من التركيب النسبي المئوي حدد الصيغة الأولية لمركب يتكون من 48.64% كربون، و 8.16% هيدروجين، و 43.20% أكسجين.

#### 1 تحليل المسألة

لقد أعطيت التركيب النسبي المئوي لمركب، والمطلوب تحديد صيغته الأولية، ولأنه يمكن افتراض أن النسب المئوية تمثل كتل العناصر في عينة مقدارها 100g، لذا يمكن أن نحل الوحدة (g) محل رمز النسبة، ثم نحول الجرامات إلى مولات، وأوجد أصغر نسبة عديدة صحيحة لمولات العناصر.

#### المطلوب

الصيغة الأولية = ؟

#### المعطيات

النسبة المئوية بالكتلة لـ C = 48.64%

النسبة المئوية بالكتلة لـ H = 8.16%

النسبة المئوية بالكتلة لـ O = 43.20%

#### 2 حساب المطلوب

حوّل كل كتلة إلى مولات باستعمال معامل التحويل (مقلوب الكتلة المولية) الذي يربط المولات بالجرامات:

$$48.64 \text{ g C} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12.01 \text{ g C}} = 4.050 \text{ mol C}$$

احسب مولات الكربون بالتعويض عن قيمة كتلة الكربون مضروبة في مقلوب الكتلة المولية

$$8.16 \text{ g H} \times \frac{1 \text{ mol H}}{1.008 \text{ g H}} = 8.10 \text{ mol H}$$

احسب مولات الهيدروجين بالتعويض عن قيمة كتلة الهيدروجين مضروبة في مقلوب الكتلة المولية

$$43.20 \text{ g O} \times \frac{1 \text{ mol O}}{16.00 \text{ g O}} = 2.70 \text{ mol O}$$

احسب مولات الأكسجين بالتعويض عن قيمة كتلة الأكسجين مضروبة في مقلوب الكتلة المولية

إذن، فالنسب المولية للمركب هي: (4.05 mol C) : (8.10 mol H) : (2.70 mol O)، ثم احسب أبسط نسبة مولية للعناصر في المركب بالقسمة على أصغر قيمة مولية (2.700).

$$\frac{4.050 \text{ mol C}}{2.700} = 1.5 \text{ mol C}$$

اقسم مولات C على 2.700

$$\frac{8.10 \text{ mol H}}{2.700} = 3 \text{ mol H}$$

اقسم مولات H على 2.700

$$\frac{2.700 \text{ mol O}}{2.700} = 1 \text{ mol O}$$

اقسم مولات O على 2.700

أبسط نسبة مولات هي (1.5 mol C) : (3 mol H) : (1 mol O). وأخيراً اضرب كل عدد لتشمل عليه النسبة في أصغر رقم - وهو في هذه الحالة الرقم 2- يؤدي إلى نسبة عددية صحيحة.

$$2 \times 1.5 \text{ mol C} = 3 \text{ mol C}$$

اضرب مولات C في 2 للحصول على عدد صحيح.

$$2 \times 3 \text{ mol H} = 6 \text{ mol H}$$

اضرب مولات H في 2 للحصول على عدد صحيح.

$$2 \times 1 \text{ mol O} = 2 \text{ mol O}$$

اضرب مولات O في 2 للحصول على عدد صحيح.

أبسط نسبة عديدة صحيحة للمولات هي (3 C) : (6 H) : (2 O). وهكذا فإن الصيغة الأولية للمركب هي  $C_3H_6O_2$ .

#### 3 تقويم الإجابة

للتحقق من صحة الإجابة احسب التركيب النسبي المئوي الممثل بالصيغة، للوقوف على مدى اتفاهه مع معطيات المثال.

80

## عرض سريع



التفاعلات التي تؤثر في الكتلة أحضر قطعة من البرونز وقس كتلتها، ثم أخذشها لإظهار عنصر الخارصين بداخلها، وضعها في محلول 6.0M من HCl واطلب إلى الطلاب مشاهدة تفاعل الخارصين مع حمض الهيدروكلوريك HCl .

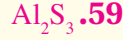
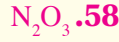
تحذير: تؤثر أبخرة 6.0M من HCl في الأغشية المخاطية للأنف كما تسبب حروقاً للجلد؛ لذا تجنب استنشاقها. وإذا انسكب الحمض على الجلد فاغسل المنطقة المصابة بالماء والصابون، واعمل على معادلة الحمض باستعمال معجون صودا الخبز.

وعندما يتوقف التفاعل، أخرج القطعة بملقط بلاستيكي واغسلها عدة مرات بالماء ثم بالكحول، ودعها حتى تجف، ثم قس كتلتها، واطلب إلى الطلاب حساب الخارصين الموجودة في القطعة (الجزء الذائب)، وحساب كتلة الجزء المتبقي. ثم اطلب إليهم حساب النسبة المئوية لكتلة الخارصين. التخلص من النفايات: خفف محلول الحمض بكمية وافرة من الماء، ثم اسكب المحلول المخفف في المغسلة.

ستختلف الإجابات حسب القطعة المستخدمة

ض م تعلم تعاوني

## مسائل تدريبية



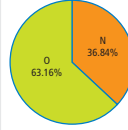
## التعزيز

الأسيتلين يوجد في الحالة الغازية، وهو يختلف عن سائل البنزين المستعمل كمدب. ويتكون كلا المركبين من 92.25% من C، و 7.75% من H؛ لذا، فإن الصيغة الأولية لهما واحدة (CH). ثم اسأل الطلاب عن الاختلافات بينهما عدا الخصائص الفيزيائية والكيميائية. الصيغة الجزيئية (الكيميائية).

هل تتساوى كتلها المولية إذا كانت صيغتهما مختلفة؟ لا، يجب أن تكون الكتل المولية مختلفة. اسأل عن عدد وحدات (CH) الموجودة في جزيء بنزين. (6) اطلب إلى الطلاب حساب الكتلة المولية للبنزين. 78.12 g/mol ثم اطلب إليهم حساب كتلة الصيغة الأولية. 13.02 g/mol وقسمة كتلة مول بنزين على كتلة CH. (6). **ضم**

## مسائل تدريبية

58. يمثل الرسم البياني الدائري المجاور التركيب النسبي المولي لمادة صلبة زرقاء. فما الصيغة الأولية لهذه المادة؟
59. ما الصيغة الأولية لمركب يحتوي على 35.98% ألومنيوم و 64.02% كبريت.
60. البروبان هو أحد الهيدروكربونات، وهي مركبات تحتوي فقط على الكربون والهيدروجين. فإذا كان البروبان يتكون من 81.82% كربون و 18.18% هيدروجين، فما صيغته الأولية؟
61. تحفيز الأسبرين يعد من أكثر الأدوية استعمالاً في العالم، ويتكون من 60.00% كربون، و 4.44% هيدروجين، و 35.56% أكسجين. فما صيغته الأولية؟



## الصيغة الجزيئية Molecular Formula

قد تندersh إذا علمت أن مواد لها خواص مختلفة تمامًا قد يكون لها التركيب النسبي المولي والصيغة الأولية نفسها! كيف يكون ذلك؟ تذكر أن الصيغة الأولية تعطي أبسط نسبة لذرات العناصر في المركب، ولكن هذه النسبة لا تمثل دائمًا العدد الفعلي لذراته. ويلجأ العلماء إلى ما يعرف **بالصيغة الجزيئية** لتحديد أي مركب، وهذه الصيغة تعطي العدد الفعلي للذرات من كل عنصر في جزيء واحد من المادة، وبين الشكل 14-5 أحد استخدامات غاز الأسيتلين المهمة في الصناعة. فغاز الأسيتلين وسائل البنزين مثلًا لها التركيب النسبي المولي والصيغة الأولية (CH) نفسها، ولكنها يختلفان تمامًا في الخواص.

ولتحديد الصيغة الجزيئية لمركب يجب تحديد الكتلة المولية لهذا المركب من خلال التجارب العملية، ومقارنتها بالكتلة المولية للصيغة الأولية. فالكتلة المولية للأسيتلين مثلاً هي 26.04 g/mol، وكتلة صيغته الأولية (CH) هي 13.02 g/mol. إن قسمة الكتلة المولية الفعلية على كتلة الصيغة الأولية تبين أن الكتلة المولية للأسيتلين ضعف كتلة الصيغة الأولية.

$$2.00 = \frac{26.04 \text{ g/mol}}{13.02 \text{ g/mol}} = \frac{\text{الكتلة المولية للأسيتلين}}{\text{كتلة الصيغة الأولية (CH)}}$$

ولأن الكتلة المولية للأسيتلين ضعف كتلة الصيغة الأولية فإن الصيغة الجزيئية له يجب أن تحتوي على ضعف عدد ذرات الكربون والهيدروجين الموجودة في الصيغة الأولية.

وكذلك عند مقارنة الكتلة المولية المحددة تجريبياً للبنزين (78.12 g/mol) بكتلة الصيغة الأولية ستجد أن الكتلة المولية تساوي ستة أضعاف كتلة الصيغة الأولية.

$$6.00 = \frac{78.12 \text{ g/mol}}{13.02 \text{ g/mol}} = \frac{\text{الكتلة المولية للبنزين}}{\text{كتلة الصيغة الأولية (CH)}}$$

لذا فإن الصيغة الجزيئية للبنزين يجب أن تمثل ستة أمثال عدد ذرات الكربون والهيدروجين في الصيغة الأولية. ويمكن أن تستنتج أن الصيغة الجزيئية للأسيتلين

الشكل 14-5 يستخدم غاز الأسيتلين في لحام المعادن بسبب درجة الحرارة العالية التي تصاحب احتراقه في وجود الأكسجين.



81

## التنوع الثقافي

**هل هو حار؟** يستعمل الطهاة في بلدان المكسيك وأسبانيا وتايلاند وأمريكا الجنوبية والهند والصين الفلفل الحار في وصفات الطعام. تتمتع هذه البلدان جميعها بمناخ حار ويجعلك طعامها تتسبب عرقاً. وعندما يتبخر العرق يأخذ الحرارة من الجسم مما يجعلك تشعر بالبرودة. وتقوم مركبات الكابسينويد Capsaicinoids، الموجودة في الأنسجة البيضاء داخل الفلفل، بإعطاء الشعور بالحرارة عند تناول الطعام المضاف إليه الفلفل. يستعمل الكيميائيون جهاز الكروماتوغرافي الغازي لقياس تركيز هذه المادة المستخلصة من الفلفل. وتعطى النتائج بوحدات سكوفيل المستعملة في قياس حرارة الفلفل. تتراوح قيم مقياس سكوفيل ما بين صفر للفلفل الحلو إلى 300000 للفلفل الحار.

## تطوير المفهوم

الحسابات اطلب إلى الطلاب الرجوع إلى نتائج نشاطات الصفحتين 79، 80 وأخبرهم أن كل صندوق يمثل جزيئاً مختلفاً، ثم اسألهم بمَ تتشابه الجزيئات جميعها؟ **النسبة بين الكرات الصغيرة والكبيرة (الذرات) هي 2:1** وبمَ تختلف الصناديق؟ **الكتلة الإجمالية**. اطلب إلى الطلاب استعمال كتلة كرتين صغيرتين وواحدة كبيرة لحساب نسبة 1:2 في صناديقهم. **تفاوت الإجابات اعتماداً على عدد الكرات في كل صندوق**. واطلب إليهم ضرب النسبة 1:2 في عدد الكرات الموجودة في صناديقهم واسألهم هل حصلوا على أعداد الكرات نفسها الموجودة في صناديقهم؟ **يجب أن يتساوى العددين ض م**

## التوسع

**كروماتوغرافيا الغاز** اطلب إلى الطلاب البحث في كيفية عمل الجهاز، وكتابة تقرير حول ذلك. **ض م**

■ **إجابة سؤال الشكل 13 – 5**

**العدد الصحيح (ن) الذي يضرب في قيمة الصيغة الأولية للحصول على الصيغة الجزيئية.**

هي  $C_2H_2$  وأن الصيغة الجزيئية للبنزين هي  $C_6H_6$ .

ويمكن تمثيل الصيغة الجزيئية بوصفها صيغة أولية مضروبة في عدد صحيح (ن).

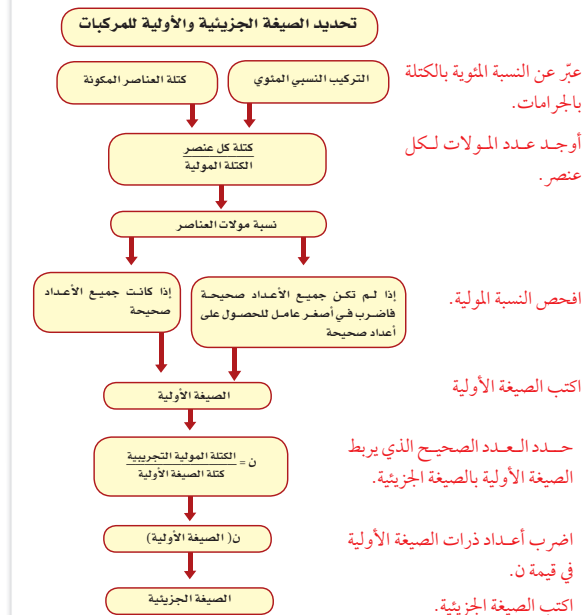
الصيغة الجزيئية = ن (الصيغة الأولية)

حيث (ن) تمثل العامل (6 في مثال البنزين) الذي تضرب فيه الأرقام في الصيغة الأولية للحصول على الصيغة الجزيئية.

يبين الشكل 15-5 خطوات تحديد الصيغ الأولية والجزيئية للمركب بدءاً بالتركيب النسبي المولي أو بيانات الكتلة.

**الشكل 15-5** استعن بهذا المخطط الذي يساعدك على تحديد الصيغ الأولية والجزيئية للمركبات.

**صف** كيف يرتبط العدد الصحيح (ن) بالصيغ الأولية والجزيئية.



تحديد الصيغة الجزيئية يشير التحليل الكيميائي لحمض ثنائي الكربوكسيل مثل حمض السكسينيك (بيوتان داويك) إلى أنه يتكون من 40.68% كربون، و5.08% هيدروجين، و54.24% أكسجين، وله كتلة مولية 118.1 g/mol. حدد الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية لهذا الحمض.

## 1 تحليل المسألة

لقد أعطيت التركيب النسبي المولي لحمض السكسينيك. افترض أن كل نسبة مئوية كتلية تمثل كتلة العنصر بـ 100 g من العينة، لذا يمكنك مقارنة الكتلة المولية المعطاة (118.1 g/mol) بالكتلة التي تمثل الصيغة الأولية لإيجاد العدد الصحيح ن.

## المعطيات

النسبة المئوية بالكتلة لـ C = 40.68%

النسبة المئوية بالكتلة لـ H = 5.08%

النسبة المئوية بالكتلة لـ O = 54.24%

الكتلة المولية = 118.1 g/mol حمض السكسينيك

## 2 حساب المطلوب

$$40.68 \text{ g C} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12.01 \text{ g C}} = 3.387 \text{ mol C}$$

عوض كتلة C، ومقلوب الكتلة المولية، وأوجد عدد المولات.

$$5.08 \text{ g H} \times \frac{1 \text{ mol H}}{1.008 \text{ g H}} = 5.04 \text{ mol H}$$

عوض كتلة H، ومقلوب الكتلة المولية، وأوجد عدد المولات.

$$54.24 \text{ g O} \times \frac{1 \text{ mol O}}{16.00 \text{ g O}} = 3.39 \text{ mol O}$$

عوض كتلة O، ومقلوب الكتلة المولية، وأوجد عدد المولات.

نسبة المولات في حمض السكسينيك هي (3.387 mol C) : (5.04 mol H) : (3.39 mol O). احسب أبسط نسبة لمولات العناصر بقسمة مولات كل عنصر على أصغر قيمة في النسبة المولية المحسوبة.

$$\frac{3.387 \text{ mol C}}{3.387} = 1 \text{ mol C}$$

اقسم مولات C على 3.387

$$\frac{5.04 \text{ mol H}}{3.387} = 1.5 \text{ mol H}$$

اقسم مولات H على 3.387

$$\frac{3.39 \text{ mol O}}{3.387} = 1 \text{ mol O}$$

اقسم مولات O على 3.387

أبسط نسبة مولية هي 1 : 1.5 : 2، اضرب جميع القيم المولية في 2 للحصول على أعداد صحيحة.

$$2 \times 1 \text{ mol C} = 2 \text{ mol C}$$

اضرب مولات C في 2.

$$2 \times 1.5 \text{ mol H} = 3 \text{ mol H}$$

اضرب مولات H في 2.

$$2 \times 1 \text{ mol O} = 2 \text{ mol O}$$

اضرب مولات O في 2.

أبسط نسبة عددية صحيحة للمولات هي 2 : 3 : 2، إذن الصيغة الأولية هي  $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$ .

احسب كتلة الصيغة الأولية باستعمال الكتلة المولية لكل عنصر.

$$2 \text{ mol C} \times \frac{12.01 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} = 24.02 \text{ g C}$$

اضرب الكتلة المولية للكربون في عدد مولات ذراته.

## مثال في الصف

السؤال حدد الصيغتين الأولية والجزيئية لمادة النيكوتين إذا علمت أنها تحتوي على

وكتلتها المولية تساوي 162.2g/mol

## الإجابة

6.16 mol من C

8.58 mol من H

$$\text{C: } 6.16 \text{ mol C} / 1.24 \text{ mol} = 5$$

$$\text{H: } 8.58 \text{ mol H} / 1.24 \text{ mol} = 7$$

$$\text{N: } 1.24 \text{ mol N} / 1.24 \text{ mol} = 1$$

لذا تكون الصيغة الأولية  $\text{C}_5\text{H}_7\text{N}$

وبما أن كتلة الصيغة الأولية = 162.26 g/mol

فإن (ن) = (الكتلة الجزيئية للنيكوتين) / (كتلة الصيغة الأولية)

$$= (162.26 \text{ g/mol}) / (81.12 \text{ g/mol}) = 2$$

فتكون الصيغة الجزيئية  $2 \times (\text{C}_5\text{H}_7\text{N})$

$$\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2 =$$

## التقويم

المعرفة اطلب إلى الطلاب تحديد الصيغة الأولية والصيغة

الجزيئية لمركب يتكون من

26.7% من P، 12.1% من N، 61.2% من Cl

وكتلته الجزيئية تساوي 695 g/mol :  $\text{PNCl}_2$ ؛  $\text{P}_6\text{N}_6\text{Cl}_{12}$  **ضم م**

## تطوير المفهوم

حساب التركيب المولي للمركبات اطلب إلى الطلاب الرجوع

إلى البيانات التي حصلوا عليها من صناديق الكرات الخشبية،

الموجودة في نشاطات الصفحات 82، 80، 79، ثم استعمال كتل

مجموعتين مختلفتين من الكرات، بالإضافة إلى الكتل الكلية؛

لتحديد التركيب النسبي المولي لمركبين مختلفين.

## مشروع الكيمياء

أدوية من النباتات هناك الكثير من الأدوية المستعملة مثل

الديجوكسين digoxin، والكوينين quinine، والديجيتاليس

digitalis، والإفيدرين ephedrine مشتقة من النباتات. اطلب إلى

الطلاب البحث عن إحدى هذه المواد وكتابة مقالة بمشاركة أفراد

الصف جميعاً. **ضم م**

### 3. التقويم

#### التحقق من الفهم

اطلب إلى الطلاب حساب النسب المئوية والكتل المولية لمركبات محددة لكل منهم، على أن يتبادل كل طالبين البيانات لتحديد الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية، وأن يتوصلوا إلى حل الاختلافات في حساباتهم. **ض م** **تعلم تعاوني**

#### إعادة التدريس

اطلب إلى الطلاب تلخيص خطوات حساب الصيغة الأولية للمركبات. **ض م**

#### التوسع

حفز الطلاب لإيجاد الصيغ الجزيئية لمجموعة مركبات لها الصيغة الأولية نفسها. **ف م**

#### مثال في الصف

**السؤال.** يبين التحليل الكيميائي أن تركيب المركب الأكثر شيوعاً في قصر الألوان يتركب من 13.79g من Na، 21.27g Cl، 9.6g O.

احسب الصيغة الأولية لهذا المركب.

#### الإجابة

$$\text{Na: } 0.600 \text{ mol Na} / 0.600 \text{ mol} = 1$$

$$\text{Cl: } 0.600 \text{ mol Cl} / 0.600 \text{ mol} = 1$$

$$\text{O: } 0.600 \text{ mol O} / 0.600 \text{ mol} = 1$$

إذن الصيغة الأولية هي NaClO.

$$3 \text{ mol H} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} = 3.024 \text{ g H}$$

اضرب الكتلة المولية للهيدروجين في عدد مولات ذراته.

$$2 \text{ mol O} \times \frac{16.00 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}} = 32.00 \text{ g O}$$

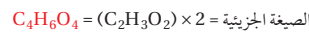
اضرب الكتلة المولية للأوكسجين في عدد مولات ذراته.

$$\text{اجمع كتل العناصر. } \text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2 \text{ لـ } = 32.0 \text{ g} + 3.024 \text{ g} + 24.02 \text{ g} = 59.04 \text{ g/mol}$$

لتحديد قيمة ن اقسم الكتلة المولية لحمض السكسينك على كتلة الصيغة الأولية.

$$2.000 = \frac{118.1 \text{ g/mol}}{59.04 \text{ g/mol}} = \frac{\text{الكتلة المولية لحمض السكسينك}}{\text{الكتلة المولية لـ } \text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2} = \text{ن}$$

اضرب الأرقام في الصيغة الأولية في 2 لتحصل على الصيغة الجزيئية.



#### 3 تقويم الإجابة

الكتلة المولية للصيغة الجزيئية التي تم التوصل إليها هي الكتلة المولية نفسها المحددة تجريبياً للمركب.

#### مثال 13-5

**حساب الصيغة الأولية من خلال الكتلة** يُعدّ معدن الإنليت أحد الخامات الرئيسية لاستخراج التيتانيوم. وعند تحليل عينة منه وجد أنها تحتوي على 5.41 g من الحديد، و4.64 g من التيتانيوم، و4.65 g من الأوكسجين. حدد الصيغة الأولية لهذا المعدن.

#### 1 تحليل المسألة

لديك كتل العناصر التالية في كتلة معينة من المعدن، والمطلوب حساب الصيغة الأولية له. لذا حوّل العناصر كلها إلى مولات، ثم أوجد أبسط نسبة صحيحة لمولات هذه العناصر.

#### المعطيات

$$5.41 \text{ g} = \text{Fe}$$

$$4.64 \text{ g} = \text{Ti}$$

$$4.65 \text{ g} = \text{O}$$

#### المطلوب

الصيغة الأولية = ؟

#### 2 حساب المطلوب

حول الكتل المعروفة إلى مولات بالضرب في معامل التحويل الذي يربط المولات بالجرامات - مقلوب الكتلة المولية.

$$5.41 \text{ g Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{55.85 \text{ g Fe}} = 0.0969 \text{ mol Fe}$$

عوض كتلة الحديد، ومقلوب الكتلة المولية، وأوجد عدد المولات.

$$4.64 \text{ g Ti} \times \frac{1 \text{ mol Ti}}{47.88 \text{ g Ti}} = 0.0969 \text{ mol Ti}$$

عوض كتلة التيتانيوم، ومقلوب الكتلة المولية، وأوجد عدد المولات.

$$4.65 \text{ g O} \times \frac{1 \text{ mol O}}{16.00 \text{ g O}} = 0.291 \text{ mol O}$$

عوض كتلة الأوكسجين، ومقلوب الكتلة المولية، وأوجد عدد المولات.

إذا كانت النسبة المولية لمعدن الإنليت هي: (0.0969 mol Fe) : (0.0969 mol Ti) : (0.291 mol O) فاقسم كل

قيمة مولية على أصغر قيمة في النسبة (0.0969) لتحصل على أبسط نسبة مولية.

أبسط نسبة مولية هي (1 mol Fe) : (1 mol Ti) : (3 mol O). ولأن جميع القيم المولية أعداد صحيحة، إذن الصيغة الأولية للإنليت هي  $\text{FeTiO}_3$ .

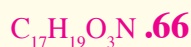
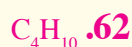
84

### مشروع الكيمياء

**ما جهاز مطياف الكتلة؟** اطلب إلى الطلاب المهتمين بالبحث عن جهاز مطياف الكتلة المستعمل في عمليات التحليل، وكتابة تقرير حوله، وحول المعلومات التي تحصل عليها من استعماله، على أن يتشارك بقية أفراد الصف في المعلومات التي يحصلون عليها. **ض م**



## مسائل تدريبيه



## التقويم

المعرفة يتفاعل الماغنسيوم عند تسخينه في جو من النيتروجين النقي مكوناً النيتريد. فإذا كانت لديك المعطيات التالية، فهل تستطيع حساب الصيغة الأولية للمركب الناتج؟

كتلة الجفنة فارغة = 15.05g

كتلة الجفنة + شريط Mg = 17.45g

كتلة الجفنة + الناتج = 18.37g



## 3 تقويم الإجابة

كتلة الحديد أكبر قليلاً من كتلة التيتانيوم، والكتلة المولية للحديد أكبر قليلاً من الكتلة المولية للتيتانيوم أيضاً. ولهذا من المنطقي أن يكون عدد مولات الحديد مساوياً لعدد مولات التيتانيوم. كما أن كتلة التيتانيوم مساوية تقريباً لكتلة الأكسجين، ولكن الكتلة المولية للأكسجين هي نحو ثلث الكتلة المولية للتيتانيوم. لذا فإن النسبة 3 إلى 1 أكسجين إلى تيتانيوم معقولة.

## مسائل تدريبيه

62. وجد أن مركباً يحتوي على 49.98 g C و 10.47 g H. فإذا كانت الكتلة المولية للمركب 58.12 g/mol، فما صيغته الجزيئية؟

63. سائل عديم اللون يتكون من 46.68% نيتروجين و 53.32% أكسجين، وكتلته المولية 60.01 g/mol، فما صيغته الجزيئية؟

64. عند تحليل أكسيد البوتاسيوم، نتج 19.55 g K و 4.00 g O، فما الصيغة الأولية للأكسيد؟

65. تحفيز عند تحليل مادة كيميائية تستعمل في سائل تظهر الأفلام الفوتوجرافية تم التوصل إلى بيانات التركيب النسبي المئوي الموضحة في الشكل المجاور. فإذا كانت الكتلة المولية للمركب 110.0 g/mol، فما الصيغة الجزيئية له؟

66. تحفيز عند تحليل مسكّن الألم المعروف (المورفين) تم التوصل إلى البيانات المبينة في الجدول أدناه. فما الصيغة الأولية للمورفين؟

المركب	الكتلة (g)
نيتروجين	1.228
أكسجين	4.225
هيدروجين	1.680
كربون	17.900

## التقويم 4-5

### الخلاصة

- النسبة المئوية بالكتلة للعنصر تساوي نسبة كتلة العنصر إلى الكتلة الكلية للمركب.
  - تمثل الأرقام في الصيغة الأولية أصغر نسبة عددية صحيحة لمولات العناصر في المركب.
  - تمثل الصيغة الجزيئية العدد الفعلي للذرات من كل عنصر في جزيء من المادة.
  - الصيغة الجزيئية هي مضاعف صحيح للصيغة الأولية.
67. **المفكرة** **الرنسمة** قوّم إذا أخبرك أحد زملائك أن النتائج التجريبية تبين أن الصيغة الجزيئية لمركب تساوي صيغته الأولية 2.5 مرة، فهل إجابته صحيحة؟ فسر ذلك.
68. احسب نتج عن تحليل مركب يتكون من الحديد والأكسجين، 174.86 g Fe و 75.14 g O، فما الصيغة الأولية لهذا المركب؟
69. احسب يحتوي أكسيد الألومنيوم على 0.545 g Al و 0.485 g O، ما الصيغة الأولية للأكسيد؟
70. وضح كيف ترتبط بيانات التركيب النسبي المئوي لمركب بكتل العناصر في ذلك المركب؟
71. وضح كيف نجد النسبة المولية في مركب كيميائي؟
72. طبق الكتلة المولية لمركب هي ضعف صيغته الأولية، فكيف ترتبط صيغته الجزيئية بصيغته الأولية؟
73. حلل الهيماتيت ( $Fe_2O_3$ ) والماجنيتيت ( $Fe_3O_4$ ) خامان يستخرج منهما الحديد. فأيهما يعطي نسبة أعلى من الحديد لكل كيلو جرام؟

85

## التقويم 4-5

بينها. وقد يكون من الضروري أحياناً الضرب في عدد صحيح لتحصل على جواب بقيمة عددية صحيحة.

72. الصيغة الجزيئية تساوي ضعف الصيغة الأولية.

73. يتكون الهيماتيت 69.94% من Fe، والماجنيتيت 72.3% من Fe؛ لذا يحتوي الماجنيتيت على نسبة مئوية أعلى من الحديد في كل كيلو جرام واحد.

67. لا، الإجابة غير صحيحة؛ لأنه يجب أن تكون الصيغة الجزيئية أعداداً صحيحة.



70. التركيب النسبي المئوي يساوي كتلة كل عنصر بالجرام في 100g من العينة.

71. تُحسب النسبة المولية عن طريق حساب مولات كل عنصر في المركب، ثم قسمة كل عدد من المولات على أصغر عدد من

## 1. التركيز

## شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (20) الواردة في مصادر التعلم للفصول (4-5)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: **دم**

[www.obeikaneducation.com](http://www.obeikaneducation.com)

## الفكرة الرئيسية

**الأملاح المائية والتميه اعرض على الطلاب شرائح من فواكه طازجة وأخرى مجففة واسألهم: ما الفرق بينهما؟ تحتوي الفواكه الطازجة على الماء، أما الفواكه المجففة فلا تحتوي على الماء، اسأل الطلاب: كيف تعرف كمية الماء المفقود من الفواكه عند تجفيفها؟**

**قس كتلة شرائح من الفاكهة الطازجة، ثم ضعها في فرن حتى تجف، ثم قس كتلتها بعدما جفت تمامًا. عندئذ يكون مقدار الماء المفقود مساويًا للفرق بين الكتلتين الأولى والثانية.**

أخبر الطلاب بأن الكثير من المركبات تحتوي ماءً في بلوراتها يُسمى ماء التميّه، يمكن التخلص منه عند تسخين المادة. **ضم**

## 2. التدريس

## التعلم البصري

الشكل 5-15 يطلق على أحجار الأوبال ذات اللون البرتقالي الأحمر الأوبال النارية. وتزداد الصفة النارية في الحجر كلما زادت كمية المياه فيه. فقد تحتوي بعض عينات الأوبال ما مقداره 10% من وزنها ماءً. اسأل الطلاب لماذا يحفظ حجر الأوبال فوق قطعة من القطن الرطب؟ للمحافظة على المحتوى المائي له. يتشقق حجر الأوبال إذا تم تسخينه، اطلب إلى الطلاب إعطاء تفسير لذلك. عند تسخين الأوبال يتحول الماء بداخله إلى بخار مما يتسبب في تشققه. **دم**

## Formulas of Hydrates صيغ الأملاح المائية

## الأهداف

توضيح المقصود بالملح المائي وتربط اسمه بتركيبه. **الفكرة الرئيسية** الأملاح المائية مركبات أيونية صلبة فيها جزيئات ماء محتجزة. **الربط مع الحياة** تُعبأ بعض المنتجات - ومنها المعدات الإلكترونية - في صناديق مع أكياس صغيرة مكتوب عليها "مجفف". وتضبط هذه الأكياس الرطوبة بامتصاص الماء. ويحتوي بعضها على مركبات أيونية تسمى الأملاح المائية.

## تسمية الأملاح المائية Naming Hydrates

هل راقبت يومًا بلورات تتكون ببطء من محلول مائي؟ تلتصق جزيئات الماء أحيانًا بالأيونات خلال تكون المادة الصلبة. وتسمى جزيئات الماء التي تصحح جزءًا من البلورة ماء التبلور. وتُسمى المواد الأيونية الصلبة التي تُحتجز فيها جزيئات ماء أملاحًا مائية. **نالمح المائي** مركب يحتوي على عدد معين من جزيئات الماء المرتبطة بذراته. وبين الشكل 16-5 الحجر الكريم الجميل المعروف بالأوبال، وهو ثاني أكسيد السليكون المائي (SiO<sub>2</sub>) الذي يحتوي على ماء. والألوان الفريدة ناتجة عن وجود الماء في المعدن.

يكتب في صيغة الملح المائي عدد جزيئات الماء المرتبطة بوحدة الصيغة للمركب تاليًا لنقطة، مثل 6H<sub>2</sub>O. CoCl<sub>2</sub>. ويُسمى هذا المركب كلوريد الكوبلت (II) سداسي الماء (أي يحتوي على 6 جزيئات ماء). وتدخل كتلة جزيئات الماء المرتبطة بوحدة الصيغة في حساب الكتلة المولية. ويختلف عدد جزيئات ماء التبلور من ملح إلى آخر، ويبين الجدول 5-1 بعض الأملاح المائية الشائعة.

الاسم	الصيغة	عدد جزيئات الماء	المتقطع
إكسالات الأمونيوم أحادية الماء.	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O	1	أحادي
كلوريد الكالسيوم ثنائي الماء.	CaCl <sub>2</sub> . 2H <sub>2</sub> O	2	ثنائي
أسيئات الصوديوم ثلاثية الماء	NaC <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> . 3H <sub>2</sub> O	3	ثلاثي
فوسفات الحديد (III) رباعية الماء.	FePO <sub>4</sub> . 4H <sub>2</sub> O	4	رباعي
كبريتات النحاس (II) خماسية الماء	CuSO <sub>4</sub> . 5H <sub>2</sub> O	5	خماسي
كلوريد الكوبلت سداسي الماء	CoCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	6	سداسي
كبريتات الماغنسيوم سباعية الماء.	MgSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O	7	سباعي
هيدروكسيد الباريوم ثماني الماء.	Ba (OH) <sub>2</sub> . 8H <sub>2</sub> O	8	ثماني
كربونات الصوديوم عشارية الماء	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> .10H <sub>2</sub> O	10	عشاري

الشكل 16-5 إن وجود الماء وشوائب المعادن المختلفة يفسران التنوع الكبير لأحجار الأوبال الكريمة. وتحدث تغييرات أخرى في اللون عندما يجف.



## طرائق تدريس متنوعة

**الطلاب المتفوقون** اطلب إلى الطلاب قياس كتلة كمية من الجبس وتسجيلها. أضف إلى العينة كمية من الماء، واطلب إليهم صناعة شكل معين منها، ثم دع الشكل يجف، وبعد ذلك قس كتلته مرة أخرى. واسأل الطلاب: ما كمية الماء التي امتصتها كبريتات الكالسيوم؟ واطلب إليهم حساب الصيغة الجزيئية للمركب الناتج ومقارنتها بالصيغة الجزيئية للجبص. **يحتوي الجبس على جزيء واحد ماء لكل جزيئين من CaSO<sub>4</sub>، في حين يحتوي الجبس على جزيئين من الماء لكل جزيء من CaSO<sub>4</sub>.**

## عرض سريع

**قياس المحتوى المائي** ضع 5 mL من زيت الطبخ في دورق زجاجي نظيف، وغطّ فوهته بورق الألومنيوم المثقب. ثم ضع 20 حبة ذرة، بعد قياس كتلتها، في الدورق، وغطه مرة أخرى ثم قس كتلة الوعاء ومحتوياته. وبعد ذلك، ضع الدورق فوق لهب بنسن، أو سخان كهربائي، حتى تتفرقع حبات الذرة جميعها.

**تحذير:** احرص على عدم لمس الدورق؛ لأنه ساخن. أعد قياس كتلة الدورق ومحتوياته بعد أن يبرد تمامًا. واطلب إلى الطلاب حساب النسبة المئوية للماء في حبات الذرة. **إجابات مختلفة.** أشر إلى أنه يمكن استعمال مثل هذا النوع من التجارب لقياس كمية الماء في الأملاح المائية. **ضم**

### مختبر الكيمياء

يمكنك تنفيذ مختبر الكيمياء الموجود في نهاية الفصل في هذه المرحلة من الدرس.

### تطوير المفهوم

**حساب ماء التبلور (التميه)** ناقش كيفية حساب الكتلة المولية للملح مائي، وذكر الطلاب بأن النقطة التي تفصل بين جزيئات الماء والمركب في الصيغة الكيميائية تعني أن الماء أضيف إلى المركب، ولكنها لا تشبه النقطة في الرياضيات التي تعني عملية الضرب. لذا، فالصيغة  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  تعني وجود جزيء واحد من كبريتات الكالسيوم وجزيئين من الماء. والكتلة المولية للمركب تساوي 172.18 g/mol

**سؤال النص** كلوريد الباريوم الثنائي الماء  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

**ماذا قرأت؟** تشير النقطة الموجودة بين المركب وجزيئات الماء إلى أن جزيئات الماء قد احتجزت داخل المركب ولكنها لم ترتبط به كيميائيًا.



الشكل 17-5 يمكن إزالة ماء التبلور بتسخين الملح المائي، لتكوين ملح لا مائي قد يبدو مختلفًا جدًا عن الملح المائي.

### تحليل الأملاح المائية Analyzing a Hydrates

عند تسخين ملح مائي، تُطرد جزيئات الماء تاركة وراءها الملح اللامائي. انظر الشكل 17-5؛ حيث توضح سلسلة الصور أنه عند تسخين كلوريد الكوبلت (II) السداسي الماء الزهري اللون، ينتج كلوريد الكوبلت (II) اللامائي الأزرق اللون.

كيف يمكنك تحديد صيغة ملح مائي؟ يجب أن تحسب عدد مولات الماء المرتبطة بمول واحد من الملح المائي. افترض أن لديك عينة مكونة من 5.00 g من كلوريد الباريوم المائي. ولأنك تعرف أن صيغة الملح هي  $\text{BaCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ، فإنه يجب أن تحدد قيمة  $x$ ، وهي معامل  $\text{H}_2\text{O}$  في صيغة الملح المائي، والتي تشير إلى عدد مولات جزيئات الماء المرتبطة بمول واحد من  $\text{BaCl}_2$ . وحتى تجد قيمة  $x$ ، يجب أن تسخن العينة للتخلص من ماء التبلور. وافترض أنك بعد تسخينها وجدت أن كتلة الملح اللامائي  $\text{BaCl}_2$  هي 4.26 g.

إذن كتلة ماء التبلور تساوي الفرق بين كتلة الملح المائي (5.00 g) وكتلة الملح اللامائي (4.26 g).  
 $5.00 \text{ g} - 4.26 \text{ g} = 0.74 \text{ g H}_2\text{O}$

وبعد أن عرفت كتلة كل من  $\text{BaCl}_2$  و  $\text{H}_2\text{O}$  في العينة، يمكنك تحويل هذه الكتل إلى مولات باستعمال الكتل المولية. الكتلة المولية لـ  $\text{BaCl}_2$  هي 208.23 g/mol، وللماء 18.02 g/mol.

$$4.26 \text{ g BaCl}_2 \times \frac{1 \text{ mol BaCl}_2}{208.23 \text{ g BaCl}_2} = 0.0205 \text{ mol BaCl}_2$$

$$0.74 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18.02 \text{ g H}_2\text{O}} = 0.041 \text{ mol H}_2\text{O}$$

$$x = \frac{\text{mol H}_2\text{O}}{\text{mol BaCl}_2} = \frac{0.041 \text{ mol H}_2\text{O}}{0.0205 \text{ mol BaCl}_2} = \frac{2.0 \text{ mol H}_2\text{O}}{1.00 \text{ mol BaCl}_2} = \frac{2}{1}$$

إذن نسبة مولات  $\text{H}_2\text{O}$  إلى مولات  $\text{BaCl}_2$  هي 2 إلى 1، لذا فإن 2 mol  $\text{H}_2\text{O}$  ترتبط بـ 1 mol  $\text{BaCl}_2$ .

أي أن قيمة المعامل  $x$  هي 2، وصيغة الملح المائي هي  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . ما اسم هذا الملح؟

**ماذا قرأت؟** هسر لماذا تستعمل النقطة في صيغة الملح المائي؟

### دفتر الكيمياء

**المركبات المائية** دع الطلاب يختاروا أحد الأملاح المائية من الجدول 5-1، واطلب إليهم حساب كتلته المولية والنسب المئوية لتركيبه (نسبة المركب ونسبة الماء المئوية)، يستطيع الطلاب تسجيل حساباتهم في دفاتر الكيمياء. **ضم**

**السؤال.** كلوريد النيكل (II) المائي أخضر اللون. فإذا كان لديك عينة منه وزن 5.00 g وفقدت 2.27 g من الماء عند تسخينها، فما الصيغة الجزيئية للمركب المائي؟ وسمّه.

**الاجابة**

$$\text{كتلة المركب المائي} = 5.00\text{g}$$

$$\text{كتلة الماء المفقود} = 2.27\text{g}$$

$$\text{كتلة المركب اللامائي} = 2.73\text{g}$$

$$\text{عدد مولات } \text{NiCl}_2 \text{ تساوي } 0.0211\text{mol}$$

$$\text{عدد مولات } \text{H}_2\text{O} \text{ تساوي } 0.126\text{mol}$$

$$0.126\text{ mol H}_2\text{O}/0.0211\text{ mol NiCl}_2 = 6$$

لذا؛ فإن الصيغة الجزيئية هي:  $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

واسم المركب هو: كلوريد النيكل (II) سداسي الماء.

## تطبيقات في الكيمياء

**الجبس، الحرارة، الماء** تعرف كبريتات الكالسيوم ثنائية الماء ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) بالجبص. وعند تسخين الجص وطحنه حتى يصبح مسحوقاً ناعماً ينتج الجبس

و عند إضافة الماء إلى الجبس يتحول إلى معجونة من الجص يمكن تشكيلها أشكالاً مختلفة حسب الرغبة. وإذا تركت الأشكال حتى تجف يتبخّر منها الماء الزائد ويصبح الجص صلباً. اسأل الطلاب عما يحدث للجبس عند إضافة الماء إليه؟ **يتصلب ويعود مرة أخرى إلى صورة الجص.**

تُسمى كبريتات الكالسيوم التي لا تحتوي ماء بالأملح اللامائية، وتعني دون ماء. وعلى الرغم من وجود كميات هائلة منها في الطبيعة، إلا أن فائدتها قليلة؛ لذا تجرى التجارب العديدة، وبصورة مستمرة لتحويل هذا المخزون إلى الجص. اسأل الطلاب: ما المهمة التي يتعين على العلماء القيام بها؟ **تحويل الكبريتات اللامائية إلى كبريتات مائية.**

**ض م**

تحديد صيغة الملح المائي وضعت عينة من كبريتات النحاس المائية، وكبريتات النحاس اللامائية البيضاء  $\text{CuSO}_4$ . ما صيغة الملح المائي؟ وما اسمه؟

### 1 تحليل المسألة

لقد أعطيت كتلة كبريتات النحاس المائية، وكبريتات النحاس اللامائية. كما أنك تعرف صيغة المركب ما عدا قيمة x، وهي معامل  $\text{H}_2\text{O}$  في صيغة الملح المائي، والتي تشير إلى عدد مولات ماء البلور.

### المعطيات

$$2.50\text{ g} = \text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$$

$$1.59\text{ g} = \text{CuSO}_4$$

$$18.02\text{ g/mol} = \text{H}_2\text{O}$$

$$159.6\text{ g/mol} = \text{CuSO}_4$$

### 2 حساب المطلوب

حدد كتلة الماء المفقود

$$\text{كتلة الماء المفقود} = \text{كتلة الملح المائي} - \text{كتلة الملح اللامائي}$$

$$2.50\text{g} - 1.59\text{g} = 0.91\text{g}$$

حوّل الكتلة المعلومة للـ  $\text{CuSO}_4$  والماء المائي إلى مولات مستعملاً معامل التحويل الذي يربط المولات بالكتلة - مقلوب الكتلة المولية.

$$1.59\text{ g CuSO}_4 \times \frac{1\text{ mol CuSO}_4}{159.6\text{ g CuSO}_4} = 0.00996\text{ mol CuSO}_4$$

احسب عدد مولات  $\text{CuSO}_4$  بالتعويض بقيمة كتلة  $\text{CuSO}_4$  مضروباً في مقلوب الكتلة المولية.

$$0.91\text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1\text{ mol H}_2\text{O}}{18.02\text{ g H}_2\text{O}} = 0.05\text{ mol H}_2\text{O}$$

احسب عدد مولات  $\text{H}_2\text{O}$  بالتعويض بقيمة كتلة  $\text{H}_2\text{O}$  مضروباً في مقلوب الكتلة المولية.

$$x = \frac{\text{mol H}_2\text{O}}{\text{mol CuSO}_4}$$

$$x = \frac{0.050\text{ mol H}_2\text{O}}{0.00996\text{ mol CuSO}_4} \approx \frac{5\text{ mol H}_2\text{O}}{1\text{ mol CuSO}_4} = 5$$

احسب أبسط نسبة عددية بالتعويض بعدد مولات  $\text{H}_2\text{O}$  وعدد مولات  $\text{CuSO}_4$ .

إذن، فصيغة الملح المائي هي  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ، واسمه كبريتات النحاس (II) الخماسية الماء.

### 3 تقويم الإجابة

كبريتات النحاس (II) الخماسية الماء، ملح شائع، ومدون في الجدول 1-5.

## مشروع الكيمياء

**تحليل المركبات المائية.** أظهرت عينات التربة، التي أحضرتها NASA من على المريخ، وجود كبريتات الماغنسيوم سباعية الماء، وكبريتات الكالسيوم ثنائية الماء بالإضافة إلى كبريتات الليثيوم أحادية الماء. وقد تكون هذه المركبات المائية مفيدة لرحلات استكشاف المريخ في المستقبل؛ لأنها تمثل مخزون المياه التي يمكن استخراجها من الصخور على سطح الكوكب. لذا اطلب إلى الطلاب حساب كتلة الماء الموجودة في مول واحد من المركبات المذكورة أعلاه، ووصف كيفية استخراج المياه وتخزينها، مستعملين الرسوم والأشكال لدعم إجاباتهم. **ض م**

### 3. التقويم

#### التحقق من الفهم

أسأل الطلاب: لماذا يجب تسخين مادة التجفيف  $\text{CaCl}_2$  من حين إلى آخر؟ **للتخلص من الماء الذي تم امتصاصه.**

#### إعادة التدريس

اغمر ورقتي ترشيح في محلول مركز من كلوريد الكوبالت؛ ثم دعهما حتى تجففا، تحذير، يجب لبس القفازات؛ لأن كلوريد الكوبالت مادة ذات سمية متوسطة إذا أخذت عن طريق الفم.

ضع إحدى الورقتين في بيئة رطبة، يتحول لونها إلى اللون الزهري، وضع الأخرى في ورق وسخنها يتحول لونها إلى اللون الأزرق، ثم اطلب إلى الطلاب تفسير ما شاهدوه. يتكوّن ملح كلوريد الكوبالت المائي عندما يمتص الرطوبة فيصبح زهري اللون، أما عند تسخين المركب المائي فإنه يفقد الماء ويصبح أزرق اللون. **ض م**

#### التوسع

أخبر الطلاب بأن كتل العدد نفسه من مولات هيدروكسيد الباريوم اللامائي والمائي هي على التوالي: 21.4g ، 39.4g واطلب إليهم استعمال هذه البيانات لحساب الصيغة الجزيئية للمركب المائي  $\text{Ba(OH)}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$

### التقويم

الأداء أعط كل طالب صيغة مركب مائي من المركبات الموجودة في الجدول 1-5، واطلب إليهم تحديد النسبة المئوية لكل من المركب اللامائي والماء فيه. ثم اطلب إلى كل طالب كتابة مسألة تشتمل بيانات كافية لحساب الصيغة الجزيئية للمركب فيها. يستطيع الطلاب تبادل مسائلهم. **ض م تعلم تعاوني**

عددية صحيحة لمولات المركب إلى الماء مما ينتج عنه صيغة المركب المائي.

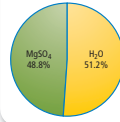
79.  $\text{XY} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  حيث تمثل XY المركب الأيوني.

80. كتلة ماء التبلور = 0.45 g

81.  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} < \text{Ba(OH)}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} < \text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

82. يصبح المركب المائي زهرياً في الهواء الرطب.

#### مسائل تدريبية



74. يظهر في الشكل المجاور تركيب أحد الأملاح المائية. فما صيغة هذا الملح المائي؟ وما اسمه؟  
75. تحفيز سخنت عينة كتلتها 11.75 g من ملح مائي شائع لكلوريد الكوبالت II. وبقي بعد التسخين 0.0712 mol من كلوريد الكوبالت اللامائي. ما صيغة هذا الملح المائي؟ وما اسمه؟

#### استعمالات الأملاح المائية Uses of Hydrates



الشكل 18-5 يصف كلوريد الكالسيوم الهوائي من جزيئات الماء. كما يستعمل في المختبر في حفظ المواد الكيميائية من رطوبة الجو.

للأملاح المائية استعمالات مهمة في مختبر الكيمياء. فكلوريد الكالسيوم يتكوّن ثلاثة أملاح مائية: أحادي الماء، وثنائي الماء، وسداسي الماء. ويوضع كلوريد الكالسيوم اللامائي في قعر أوعية محكمة الإغلاق تُسمى المحقّفات، كما في الشكل 18-5؛ حيث يقوم بامتصاص الرطوبة من الهواء في داخل المحقّف، ويصنع جواً جافاً مناسباً لحفظ المواد. وتضاف كبريتات الكالسيوم أحياناً إلى المذيبات العضوية كالإيثانول والإثيل إثير للحفاظ عليها خالية من الماء.

إن قدرة الملح اللامائي على امتصاص الماء له أيضاً بعض التطبيقات التجارية. فالمعدات الإلكترونية والبصرية، وبخاصة تلك التي تُسحق عبر البحار، غالباً ما تُعبأ مع أكياس من المحقّفات التي تمنع تأثير الرطوبة في الدوائر الإلكترونية الدقيقة. وتستعمل بعض الأملاح المائية مثل كبريتات الصوديوم المائية  $(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O})$  لخن الطاقة الشمسية. فعندما تُسخّن الشمس الملح المائي إلى أكثر من  $32^\circ\text{C}$  تذوب  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  في مولات ماء التبلور العشرة، وخلال ذلك يمتص الملح المائي الطاقة، وهذه الطاقة تنطلق عندما تنخفض درجة الحرارة ويتبلور الملح المائي ثانية.

#### التقويم 5-5

##### الخلاصة

76. **الفكرة الرئيسة** وضع تركيب الملح المائي.  
77. سمّ المركب الذي صيغته  $\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .  
78. صف الخطوات العملية لتحديد صيغة الملح المائي معللاً كل خطوة.  
79. طبق يحتوي ملح مائي على 0.050 mol من الماء لكل 0.00998 mol من المركب الأيوني. اكتب صيغة عامة للملح المائي.  
80. احسب كتلة ماء التبلور إذا فقد ملح مائي 0.025 mol من الماء عند تسخينه.  
81. رقب الأملاح المائية التالية تصاعدياً بحسب تزايد النسبة المئوية للماء فيها:  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ،  $\text{Ba(OH)}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ،  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$   
82. طبق فتر كيف يمكن استعمال الملح المائي في الشكل 17-5 بوصفه طريقة تقريبية لتحديد احتمال سقوط المطر؟
- تتكون صيغة الملح المائي من صيغة المركب الأيوني وعدد جزيئات ماء التبلور المرتبطة بوحدة الصيغة.  
يتكون اسم الملح المائي من اسم المركب متبوعاً بمقطع يدل على عدد جزيئات الماء المرتبطة بمول واحد من المركب.  
يتكون الملح اللامائي عند تسخين الملح المائي.

89

#### مسائل تدريبية

74.  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ؛ كبريتات الماغنسيوم سباعية الماء.  
75.  $\text{CoCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ؛ كلوريد الكوبالت (II) ثنائي الماء.

#### التقويم 5-5

76. المركب المائي هو مركب أيوني احتجز جزيئات من الماء بداخله.  
77. كلوريد الإسترانشيوم سداسي الماء.  
78. سجل كتلة جفنة فارغة، أضف إليها مركباً مائياً ثم أعد قياس كتلتها، وسخن الجفنة لإخراج الماء من المركب. ثم برّد الجفنة وأعد قياس كتلتها. واحسب مولات الملح اللامائي، ثم اترح كتلة الجفنة بعد التسخين من كتلتها قبل التسخين فيكون الفرق هو كتلة الماء المفقود. ثم احسب مولات الماء، واحسب أصغر نسبة

## الكيمياء والحياة

### الهدف

يتعرف الطلاب أن استعمال عدد أفوجادرو والحسابات المولية تؤدي إلى بعض الاستنتاجات.

### الخلفية العلمية

يمكن النظر إلى عدد أفوجادرو على أنه حلقة وصل بين عالم الذرات والجزيئات المجهرية (غير المرئي)، وعالم المراتب من مشابك الورق، والملاعق، وكؤوس الماء. ومن المثير للاهتمام معرفة أن مولاً واحداً من أي جسم كبير (أو صغير بحجم البكتيريا) يكون من الكبر إلى درجة يصعب التعامل معه على أسس عملية. فمثلاً، يزن مول واحد من البكتيريا عدة ملايين من الأطنان المترية.

### استراتيجيات التدريس

- يستعمل العلماء الترميز العلمي للتعبير عن الأعداد الكبيرة جداً، ولمساعدة الطلاب على فهم حاجة العلماء؛ لذا اكتب بعض الأعداد التي نوقشت في إحدى المقالات (عدد الجزيئات في كأس من الماء) مرة بالترميز العلمي ومرة أخرى دون ترميز.
- استعمل الحسابات التقريبية في الصف لحساب كمية الزيت التي يمكن تغييرها في المرآب خلال عام واحد، أو عدد مولات الأكسجين التي تتنفسها في اليوم، أو كمية الجرافيت المستعمل في الاختبارات المقننة جميعها خلال عام دراسي واحد.

### الكتابة في الكيمياء

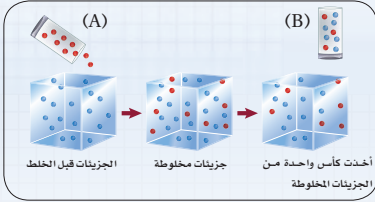
**التقدير** افترض أن عدد طلاب مدرسة ما هو 500 طالب، ومعدل كتلة كل منهم يساوي 60 kg عندئذ يتم حساب الكتلة الإجمالية للطلاب على النحو التالي:

$$30000 \text{ Kg} = \text{طالب} / 60 \text{ kg} \times 500 \text{ طالب}$$

## 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 تناوها من قبل المتنبئ مثلاً، أو أينشتاين، أو جان دارك...! كيف يمكن لكأسين من الماء في زمنين مختلفين أن تحوي بعض الجزيئات نفسها؟ يروي لنا القصة عدد أفوجادرو والحسابات المولية.



**المحيطات والمولات** الكتلة الكلية للماء في المحيطات وغيرها تقارب  $1.4 \times 10^{24}$  g. أما الكأس فتحتوي على 230 g من الماء. وباستخدام هذه البيانات يمكنك حساب العدد الكلي لكؤوس الماء المتوافرة للشرب على الأرض، والعدد الكلي لجزيئات الماء في هذه الكؤوس.

**الشكل 1** جزيئات الماء من الكأس (A) الحمراء تصب في حاوية تتسع لكل جزيئات الماء على الأرض (الزرقاء). والكأس (B) المأخوذة من الوعاء تحتوي على عدد صغير من جزيئات الماء التي كانت في الكأس الأولى.

**الحاوية العملاقة** افترض أن الماء كله الذي على الأرض تُحزن 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 ليلتلتظ الماء تماماً، ثم ملأت الكأس مرة أخرى، فهل ستكون جزيئات الماء في الكأس الأولى موجودة في الكأس الثانية؟

كما يمكنك حساب عدد كؤوس الماء المتوافرة للشرب على النحو التالي:  $1.4 \times 10^{24} \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ كأس ماء}}{230 \text{ g H}_2\text{O}} = 6 \times 10^{21}$  كأس ماء. إذن يوجد  $8 \times 10^{24}$  جزيء في كأس واحدة من الماء،

$$\frac{230 \text{ g H}_2\text{O}}{\text{كأس}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} = 13 \text{ mol H}_2\text{O} \text{ لكل كأس}$$

ثم تحويل هذه المولات إلى جزيئات باستخدام عدد أفوجادرو.

$$\frac{13 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ كأس}} \times \frac{6 \times 10^{23} \text{ جزيء ماء}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 8 \times 10^{24} \text{ جزيء ماء لكل كأس}$$

### الكتابة في الكيمياء

قدّر يمكن استخدام طريقة التقدير المتبعة في هذه المقالة في إجراء أنواع أخرى من الحسابات. لذا استخدم هذه الطريقة لتقدير الكتلة الكلية للطلاب في مدرستك.

90

**قوة الأرقام الكبيرة** فكّر في كمية الماء التي مرت في جسم المتنبئ أو أينشتاين أو جان دارك، خلال حياتهم - وهي أكبر كثيراً من كأس واحدة - مفترضاً أن جزيئات الماء اختلطت بالتساوي في حجم الماء كاملاً على الأرض. يمكنك أن تستوعب لماذا يجب أن تحتوي كأس الماء على بعض هذه الجزيئات.

# مختبر الكيمياء

## تحديد صيغة الأملاح المائية

الزمن المخصص حصة صفية واحدة.

المهارات العلمية الحصول على المعلومات وتحليلها، وتفسير البيانات، ووضع الفرضيات، واستخدام الأرقام.

### احتياطات السلامة

• اطلب إلى الطلاب الاطلاع على نماذج السلامة في المختبر قبل بدء العمل.

• حذر الطلاب من التعامل مع لهب بنزن، والبوتقة حتى إذا كانت تبدو باردة.

• قد يسبب ملح إبسوم حساسية للجلد والعين والجهاز التنفسي. ومن المواد البديلة كلوريد الباريوم، وهو سام جداً، وكبريتات النحاس سامة وتسبب الحساسية للجلد والجهاز التنفسي.

التخلص من النفايات يمكن وضع محلول ملح إبسوم المائي في وعاء النفايات، ويمكن استرجاع أملاح إبسوم من خلال السماح لبلورات الملح بالتميه لاستخدامها مرة أخرى.

المواد البديلة يمكن استخدام صفيحة تسخين وطبق تبخير بدلاً من لهب بنزن والبوتقة، إلا أن هذه الطريقة لن تتخلص من الماء في ملح إبسوم. ويمكن كذلك استخدام محاليل مائية أخرى مثل:  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ،  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ،  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  بدلاً عن  $\text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ . لا تنتج أملاح إبسوم لهباً عند تسخينها.

### خطوات العمل

- سخن البوتقة بلهب بنزن، ثم زد اللهب تدريجياً.
- لا يتطلب تسخين أملاح إبسوم أن تصل البوتقة إلى درجة الاحمرار، ولكن تسخن بدرجة كافية للتخلص من الماء.
- سيتمكن الطلاب من مشاهدة غليان الماء من ملح إبسوم، وسيعرفون وقت انتهاء التفاعل عند انتهاء غليان الماء.

### حلل واستنتج

## مختبر الكيمياء

### تحديد صيغة الأملاح المائية

الخلقية النسبة بين عدد مولات الماء وعدد مولات المركب في الأملاح المائية عدد صحيح صغير. ويمكن تحديد هذه النسبة بتسخين المحلول المائي لإزالة الماء.

سؤال كيف يمكنك تحديد عدد مولات الماء في مول واحد من الملح المائي؟



10. قس كتلة البوتقة والغطاء وكبريتات الماغنسيوم.
11. دوّن ملاحظاتك حول ملح كبريتات الماغنسيوم اللامائي.
12. التنظيف والتخلص من النفايات تخلص من ملح كبريتات الماغنسيوم اللامائي كما يطلب إليك معلمك، ثم أعد أدوات المختبر جميعها إلى أماكنها المناسبة، ونظف مكان العمل جيداً.

### حل واستنتج

1. احسب استعمال البيانات التجريبية لحساب صيغة ملح كبريتات الماغنسيوم المائي.
2. لاحظ واستنتج قارن بين مظهر بلورات كبريتات الماغنسيوم المائية واللامائية؟
3. استنتج لماذا قد تكون الطريقة المستخدمة في المختبر غير مناسبة لتحديد ماء البلور في الأملاح المائية؟
4. تحليل الخطأ إذا كانت صيغة الملح المائي  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ، فما نسبة الخطأ في الصيغة الكيميائية  $\text{MgSO}_4$ ؟ ما مصادر الخطأ المحتملة؟ ما خطوات العمل التي من الممكن تعديلها للتقليل من الخطأ؟
5. توقع ما الذي يمكن أن يحدث للملح اللامائي إذا ترك دون غطاء طوال الليل؟

### التوسع في الاستقصاء

صمم تجربة لاختبار ما إذا كان مركباً مائياً (يحتوي على ماء تبلور) أو لامائياً.

91

1.  $\text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

2. بلورات كبريتات الماغنسيوم المتميه لامعة وشفافة، بينما بلورات كبريتات الماغنسيوم غير المتميه غير شفافة وذات لون أبيض ساطع.

3. بعض المركبات المتميه تتحلل بالتسخين.

4. ستختلف الإجابات.

$$100 = 0.57\% \left( \frac{7.00 - 6.96}{7.00} \right)$$

5. بلورات كبريتات الماغنسيوم المتميه قد تمتص الماء.

### التوسع في الاستقصاء

قد تختلف الإجابات، ولكن يجب أن تتضمن تجارب الطلاب قياس الكتلة الابتدائية للمركب، والتسخين، ثم قياس الكتلة مرة أخرى بعد التسخين. تقبل جميع الإجابات المعقولة.

الفكرة العامة المول يمثل عددًا كبيرًا من الجسيمات المتناهية في الصغر.

## 5-1 قياس المادة

## المفاهيم الرئيسية

- المول وحدة تستخدم لعدّ جسيمات المادة بشكل غير مباشر. المول الواحد من المادة النقية يحتوي على عدد أفوجادرو من الجسيمات.
- الجسيمات المثلثة تشمل الذرات، والأيونات، والجزيئات، ووحدات الصيغ الكيميائية، والإلكترونات، وجسيمات أخرى مشابهة.
- المول الواحد من ذرات C-12 له كتلة مقدارها 12 g تمامًا.
- يمكن استخدام عوامل التحويل المكتوبة من علاقة عدد أفوجادرو للتحويل بين المولات وعدد الجسيمات.

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

## المضردات

- المول
- عدد أفوجادرو

## 5-2 الكتلة والمول

## المفاهيم الرئيسية

- تسمى كتلة المول الواحد بالجرامات من أي مادة نقيه الكتلة المولية.
- الكتلة المولية لأي عنصر تساوي عددًا كتلته الذرية.
- الكتلة المولية لأي مادة هي كتلة عدد أفوجادرو من الجسيمات لهذه المادة.
- تستعمل الكتلة المولية للتحويل من المولات إلى الكتلة، ويستعمل مقلوب الكتلة المولية للتحويل من الكتلة إلى المولات.

الفكرة الرئيسية يحتوي المول على العدد نفسه من الجسيمات دائمًا، غير أن مولات المواد المختلفة لها كتل مختلفة.

## المضردات

- الكتلة المولية

## 5-3 مولات المركبات

## المفاهيم الرئيسية

- تدل الأرقام في الصيغ الكيميائية على عدد مولات كل عنصر في مول واحد من المركب.
- تحسب الكتلة المولية للمركب بحساب الكتل المولية لجميع العناصر في المركب.
- عوامل التحويل المبينة على الكتلة المولية للمركب تستعمل للتحويل بين مولات المركب وكتلته.

الفكرة الرئيسية يمكن حساب الكتلة المولية للمركب من خلال صيغته الكيميائية، كما يمكن استعمال هذه الكتلة المولية للتحويل بين الكتلة والمولات للمركب نفسه.

## دليل مراجعة الفصل

## استعمال المفردات

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

## استراتيجيات المراجعة

- اطلب إلى الطلاب إعطاء مثال على كل نوع من تحويلات المول. **ض م**
- اطلب إلى الطلاب تلخيص كيف يحسبون عدد ذرات العنصر في كتلة معلومة. **ض م**





- يستطيع الطلاب زيارة الموقع الإلكتروني [www.obeikaneducation.com](http://www.obeikaneducation.com) بهدف:
- دراسة الفصل كاملاً على الموقع الإلكتروني.
- الحصول على المزيد من المعلومات والمشاريع والأنشطة.
- التقدم لاختبار الفصل والاختبار المقنن.

### 4-5 الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية

#### المفاهيم الرئيسية

- النسبة المئوية بالكتلة للعنصر تساوي نسبة كتلة العنصر إلى الكتلة الكلية للمركب.
- تمثل الأرقام في الصيغة الأولية أصغر نسبة عددية صحيحة لمولات العناصر في المركب.
- تمثل الصيغة الجزيئية العدد الفعلي للذرات من كل عنصر في جزيء من المادة.
- الصيغة الجزيئية هي مضاعف صحيح للصيغة الأولية.

#### الفكرة الرئيسية

ما هي مضاعف عددي صحيح لصيغته الأولية.

#### المفردات

- التركيب النسبي المولي
- الصيغة الأولية
- الصيغة الجزيئية

### 5-5 صيغ الأملاح المائية

#### المفاهيم الرئيسية

- تتكون صيغة الملح المائي من صيغة المركب الأيوني وعدد جزيئات ماء التبلور المرتبطة بوحدة الصيغة.
- يتكون اسم الملح المائي من اسم المركب متبوعاً بمقطع يدل على عدد جزيئات الماء المرتبطة بمول واحد من المركب.
- يتكون الملح اللامائي عند تسخين الملح المائي.

#### الفكرة الرئيسية

أيونية صلبة فيها جزيئات ماء محتجزة.

#### المفردات

- الملح المائي

### 5-1

#### إتقان المفاهيم

91. إذا استطعت عدّ ذرتين في كل ثانية، فكم سنة تحتاج لعدّ مول واحد من الذرات؟

### 5-2

#### إتقان المفاهيم

92. وضح الفرق بين الكتلة الذرية والكتلة المولية.  
93. أيهما يحوي ذرات أكثر: مول واحد من الفضة، أم مول واحد من الذهب؟ فُسر إجابتك.  
94. أيها أكبر كتلة: مول واحد من الصوديوم أم مول واحد من البوتاسيوم؟ فُسر إجابتك.  
95. وضح كيف تحول عدد ذرات عنصر إلى كتلة؟  
96. ناقش العلاقات بين المول، والكتلة المولية، وعدد أفوجادرو.

#### إتقان حل المسائل

97. احسب كتلة كل مما يلي:  
a. 5.22 mol He  
b. 2.22 mol Ti  
c. 0.0455 mol Ni  
98. أجر التحويلات الآتية:  
a. 3.5 mol Li إلى جرامات.  
b. 7.65 g Co إلى مولات.  
c. 5.65 g Kr إلى مولات.  
99. ما كتلة العنصر بالجرامات في كل مما يأتي؟  
a.  $1.33 \times 10^{22}$  mol Sb  
b.  $4.75 \times 10^{14}$  mol Pt  
c.  $1.22 \times 10^{23}$  mol Ag  
d.  $9.85 \times 10^{24}$  mol Cr

83. ما القيمة العددية لعدد أفوجادرو؟

84. كم ذرة في مول واحد من البوتاسيوم؟

85. ما أهمية وحدة المول للكميائي؟

86. وضح كيف يستخدم عدد أفوجادرو عامل تحويل؟

#### إتقان حل المسائل

87. احسب عدد الجسيمات في كل من:  
a. 0.25 mol Ag  
b.  $8.56 \times 10^{-3}$  mol NaCl  
c. 35.3 mol CO<sub>2</sub>  
d. 0.425 mol N<sub>2</sub>

88. ما عدد الجزيئات في كل من المركبات الآتية؟

a. 1.35 mol CS<sub>2</sub>  
b. 0.254 mol As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
c. 1.25 mol H<sub>2</sub>O  
d. 150.0 mol HCl

89. احسب عدد المولات في كل مما يلي:

a.  $3.25 \times 10^{20}$  ذرة من الرصاص.  
b.  $4.96 \times 10^{24}$  جزيء من الجلوكوز.

90. أجر التحويلات الآتية:

a.  $1.51 \times 10^{15}$  ذرة من Si إلى مولات.  
b.  $4.25 \times 10^{-2}$  mol H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> إلى جزيئات.  
c.  $8.95 \times 10^{25}$  جزيء من CCl<sub>4</sub> إلى مولات.  
d. 5.90 mol Ca إلى ذرات.

### 5-1

#### إتقان المفاهيم

83.  $6.02 \times 10^{23}$

84.  $6.02 \times 10^{23}$  ذرة

85. يسمح المول للكميائي أن يحسب بدقة عدد الذرات، أو الجزيئات، أو وحدات الصيغ الكيميائية في المادة بدقة.  
86. عدد أفوجادرو هو عدد الجسيمات في مول واحد من المادة. ويمكن استعماله في تحويل الجسيمات إلى مولات والمولات إلى جسيمات والجسيمات إلى جرامات والجرامات إلى جسيمات.

#### إتقان حل المسائل

87. a.  $1.51 \times 10^{23}$  ذرة  
c.  $2.130 \times 10^{25}$  جزيء

b.  $5.15 \times 10^{21}$  وحدة صيغة  
d.  $2.56 \times 10^{23}$  جزيء

88. a.  $8.13 \times 10^{23}$  جزيء  
c.  $7.530 \times 10^{23}$  جزيء

b.  $1.53 \times 10^{23}$  جزيء  
d.  $9.0300 \times 10^{25}$  جزيء

89. a.  $5.39 \times 10^{-4}$  mol  
b. 8.24 mol

c.  $1.49 \times 10^2$  mol  
a.  $2.51 \times 10^{-9}$  mol

b.  $2.56 \times 10^{22}$  جزيء  
d.  $3.550 \times 10^{24}$  ذرة

91.  $9.5 \times 10^{15}$  yr

### 5-2

#### إتقان المفاهيم

96. الكتلة المولية هي الكتلة بالجرامات لمول واحد من أية مادة نقية. أمّا عدد أفوجادرو فهو عدد الجسيمات في مول واحد. في حين أن كتلة  $6.02 \times 10^{23}$  جسيم من المادة هي الكتلة المولية لها.

#### إتقان حل المسائل

97. a. 20.9 g  
b. 106 g  
c. 2.67 g

98. a. 24.3 g  
b. 0.130 mol  
c. 0.0671 mol

99. a.  $1.62 \times 10^{24}$  g

b.  $9.27 \times 10^{16}$  g

c.  $1.32 \times 10^{25}$  g

d.  $5.12 \times 10^{26}$  g

92. الكتلة الذرية (amu) هي كتلة جسيم واحد (ذرة أو جزيء)، أما الكتلة المولية (g) فهي كتلة 1 mol من الجسيمات.

93. كلاهما سيحتوي على العدد نفسه من الذرات؛ لأن المول الواحد من أي شيء يحوي  $6.02 \times 10^{23}$  جسيم.

94. الكتلة المولية للبوتاسيوم تساوي 39.098 g/mol، وللصوديوم تساوي 22.990 g/mol؛ ولهذا فإن مولاً واحداً من البوتاسيوم له كتلة أكبر.

95. حوّل عدد الذرات إلى مولات بالقسمة على عدد أفوجادرو، ثم اضرب عدد المولات في الكتلة المولية للعنصر.

## 5 تقويم الفصل

100. أكمل الجدول 5-2:

الجدول 5-2 بيانات الكتلة، والمول، والذرات		
الذرات	المولات	الكتلة
	3.65 mol Mg	
		29.54 g Cr
P ذرة من $3.54 \times 10^{25}$		
	0.568 mol As	

101. حول عدد الذرات فيما يلي إلى جرامات:

- a.  $8.65 \times 10^{25}$  ذرة من H.  
b.  $1.25 \times 10^{22}$  ذرة من O.

102. احسب عدد الذرات في كل عنصر مما يلي:

- a. 0.034 g Zn  
b. 0.124 g Mg

103. رتب تصاعدياً بحسب عدد المولات:

- $4.25 \text{ mol Ar}$  ،  $3.00 \times 10^{24}$  ذرة من Ne ،  
 $2.69 \times 10^{24}$  ذرة من Kr, Xe ، 65.96 g

104. أيهما يحتوي ذرات أكثر: 10.0 g C ، أم 10.0 g Ca ؟  
وكم ذرة يحوي كل عنصر منهما؟

105. أيهما يحتوي على أكبر عدد من الذرات 10.0 mol C ، أم 10.0 mol Ca ؟

106. خليط مكون من 0.250 mol Fe و 1.20 mol C ، ما عدد الذرات الكلي في هذا الخليط؟

### 5-3

إتقان المفاهيم

107. ما المعلومات التي يمكنك الحصول عليها من صيغة كرومات البوتاسيوم  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  ؟

104.  $5.01 \times 10^{23}$  ذرة من C ،  $1.50 \times 10^{23}$  ذرة من Ca

10.0g من C تحتوي على ذرات أكثر.

105. يحتوي كلاهما على  $6.02 \times 10^{24}$  ذرة

106.  $8.73 \times 10^{23}$  ذرة

### 5-3

107. 1 mol من  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  يحتوي على 2 mol من أيونات  $\text{K}^+$

و 1 mol من أيونات  $\text{CrO}_4^{2-}$

108. 3 mol Na ، 1 mol P ، 4 mol O

109. الكتلة المولية هي كتلة مول واحد من المركب، ويمكن

استعمالها في تحويل مولات المركب إلى كتلة أو تحويل كتلة المركب إلى مولات.

$$110. \frac{1 \text{ mol}}{\text{g}} ؛ \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ جسيم}}{1 \text{ mol}} ؛ \frac{\text{g}}{1 \text{ mol}}$$

$$\frac{1 \text{ mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ جسيم}}$$

111. الثنالين ( $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_3$ )؛ لأنه يحتوي على 8 ذرات من C.

إتقان حل المسائل

112. a. 10.0 mol

b. 91.8 mol

c. 0.113 mol

113.  $1.81 \times 10^{24}$  جزيء من  $\text{CCl}_4$  ،  $1.81 \times 10^{24}$  ذرة من C

$7.24 \times 10^{24}$  ذرة من Cl ، وعدد الذرات الكلي هو:

$9.05 \times 10^{24}$

411. a. 63.02 g/mol

b. 81.39 g/mol

115. 3.21 mol

116.  $9.26 \times 10^2 \text{ g}$

117. 1650 g

118.  $6.14 \times 10^{23}$  جزيء

119. 1296 mol

108. ما عدد مولات كل من الصوديوم والفسفور

والأكسجين في صيغة فوسفات الصوديوم  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  ؟

109. لماذا يمكن استعمال الكتلة المولية عامل تحويل ؟

110. اكتب ثلاثة عوامل تحويل تستعمل في التحويلات المولية.

111. أي المركبات التالية يحتوي على العدد الأكبر من

مولات الكربون لكل مول من المركب: حمض

الأسكوربيك  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$  ، أم الجلوسرين  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$  ،

أم الثنالين  $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_3$  ؟ فسر إجابتك.

إتقان حل المسائل

112. كم مولاً من الأكسجين في كل مركب مما يلي؟

a. 2.5 mol  $\text{KMnO}_4$

b. 45.9 mol  $\text{CO}_2$

c.  $1.25 \times 10^2 \text{ mol}$  من  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

113. كم جزيء  $\text{CCl}_4$  ، وكم ذرة C ، وكم ذرة Cl ، في

$3 \text{ mol CCl}_4$  ؟ وما عدد الذرات الكلي؟

114. احسب الكتلة المولية لكل مركب مما يلي:

a. حمض النيتريك  $\text{HNO}_3$ .

b. أكسيد الزنك  $\text{ZnO}$ .

115. كم مولاً في 100 g من  $\text{CH}_3\text{OH}$  ؟

116. ما كتلة  $1.25 \times 10^2 \text{ mol}$  من  $\text{Ca(OH)}_2$  ؟

117. الحفر على الزجاج يستعمل حمض الهيدروفلوريك HF

للحفر على الزجاج. ما كتلة  $4.95 \times 10^{25}$  جزيء

من HF ؟

118. احسب عدد الجزيئات في 47.0 g من  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ .

119. كم مولاً من الحديد يمكن استخراجه من

100.0 kg من الماجنتيت  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  ؟

95

100. أكمل الجدول 5-2

الجدول 5-2 بيانات الكتلة، والمولات والذرات		
الذرات	المولات	الكتلة
	Mg من 3.65 mol	Mg من 88.7 g
	Cr من 0.5681 mol	Cr من 29.54 g
	P من 58.8 mol	P من 1820 g
	As من 0.568 mol	As من 42.6 g

101. a. 144 g من H

b. 0.332 g من O

102. a.  $3.13 \times 10^{20}$  ذرة

b.  $3.07 \times 10^{21}$  ذرة

103. Kr, Ar, Xe, Ne

يقلل عدد المولات

## 5 تقويم الفصل

131. ما الصيغة الأولية للمركب الذي يحتوي على 5.10 g N و 4.38 g C و 10.52 g Ni

### 5-5

#### إتقان المفاهيم

132. ما الملح المائي؟ وضع إجابتك بمثال.  
133. وضع كيف تسمى الأملاح المائية؟  
134. المجففات لماذا توضع المجففات مع الأجهزة الإلكترونية في صناديق حفظها؟  
135. اكتب صيغة كل ملح من الأملاح المائية التالية:  
a. كلوريد النيكل (II) سداسي الماء.  
b. كربونات الماغنسيوم خماسية الماء.

#### إتقان حل المسائل

136. يحتوي الجدول 3-5 على بيانات تجريبية لتحديد صيغة كلوريد الباريوم المائي. أكمل الجدول وحدد صيغته واسمه.

الجدول 3-5 بيانات BaCl <sub>2</sub> ·xH <sub>2</sub> O	
21.30 g	كتلة البوتقة الفارغة
31.35 g	كتلة الملح المائي + البوتقة
	كتلة الملح المائي
29.87 g	كتلة الملح + البوتقة بعد التسخين مدة 5 دقائق
	كتلة الملح اللامائي

137. تكوّن نترات الكروم (III) ملحًا مائيًا يحتوي على 40.50% من كتلته ماء. ما الصيغة الكيميائية للمركب؟  
138. حدّد التركيب النسبي المئوي لـ MgCO<sub>3</sub>·5H<sub>2</sub>O، ومثّل التركيب النسبي برسم بياني دائري.  
139. سخنت عينة كتلتها 1.628 g من ملح يوديد الماغنسيوم المائي حتى تبخر الماء منها تمامًا، فأصبحت كتلتها 1.072 g بعد التسخين. ما صيغة الملح المائي؟

120. الطبخ يحتوي الخل المستعمل في الطبخ على 5% من حمض الخل CH<sub>3</sub>COOH. فكّمْ جزئيًا من الحمض يوجد في 25.0 g من الخل؟

121. احسب عدد ذرات الأكسجين في 25.0 g من CO<sub>2</sub>.

### 5-4

#### إتقان المفاهيم

122. ما المقصود بالتركيب النسبي المئوي؟  
123. ما المعلومات التي يجب أن يحصل عليها الكيميائي لتحديد الصيغة الأولية لمركب ما؟  
124. ما المعلومات التي يجب توافرها للكيميائي ليحدد الصيغة الجزيئية لمركب؟  
125. ما الفرق بين الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية؟ أعط أمثلة على ذلك.  
126. متى تكون الصيغة الأولية هي الصيغة الجزيئية نفسها؟  
127. هل كل العينات النقية لمركب معين لها التركيب النسبي المئوي نفسه؟ فسر إجابتك.

#### إتقان حل المسائل

128. الحديد هناك ثلاثة مركبات طبيعية للحديد، هي: البايريت FeS<sub>2</sub>، والهيماتيت Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>، والسيديرايت FeCO<sub>3</sub>. أيها يحتوي على أعلى نسبة من الحديد؟  
129. احسب التركيب النسبي المئوي لكل مركب مما يلي:  
a. السكروز C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>  
b. الماجنتيت Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>  
130. حدد الصيغة الأولية لكل مركب مما يلي:  
a. الإيثيلين C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>  
b. حمض الأسكوربيك C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>6</sub>  
c. النفتالين C<sub>10</sub>H<sub>8</sub>

96

120.  $1.3 \times 10^{22}$  جزيء.

121.  $6.84 \times 10^{23}$  ذرة.

### 5-4

#### إتقان المفاهيم

122. النسبة المئوية بالكتلة لكل عنصر في المركب.  
123. التركيب النسبي المئوي للمركب.  
124. التركيب النسبي المئوي للمركب والكتلة المولية.  
125. الصيغة الأولية هي أصغر نسبة عددية صحيحة للعناصر المكونة للمركب (CH)، أما الصيغة الجزيئية فتبين العدد الفعلي لذرات كل عنصر في جزيء من المادة (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)  
126. عندما تتساوى الأرقام السفلية لكل عنصر في الصيغتين.  
127. نعم، فكل عينة نقية تحتوي على نسبة كتل لكل عنصر.

#### إتقان حل المسائل

128. الهيماتيت  
129. a. 51.42% من O، 6.480% من H، 42.10% من C  
b. 72.36% من Fe، 27.64% من O  
130. a. CH<sub>2</sub>  
b. C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>O<sub>3</sub>  
c. C<sub>5</sub>H<sub>4</sub>  
131. Ni(CN)<sub>2</sub>

### مراجعة عامة

140. الكالسيوم

141. 85.7% من C، 14.3% من H، C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>:CH<sub>2</sub>

142. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

### التفكير الناقد

143. الجالكوبايريت (CuFeS<sub>2</sub>) يحوي 34.6% من كتلته نحاسًا (تحسب من التركيب النسبي المئوي)، والجالكوسيت يحوي 79.9% من كتلته نحاسًا. ولهذا فإن الجالكوسيت سينتج كمية أكبر من النحاس؛ لأن نسبة النحاس فيه أعلى.

144. قس كتلة جفنة فارغة وسجلها. ثم أضف حوالي 2g من الملح المائي، وقس كتلة الجفنة والملح وسجلها. سخن الجفنة بهدوء لمدة 5 دقائق، ثم سخنها بشدة لمدة 5 دقائق أخرى لتبخير الماء جميعه. دع الجفنة تبرد، وقس الكتلة وسجلها. احسب كتلة الملح اللامائي وكتلة الماء المفقود. ثم احسب عدد مولات الملح اللامائي وعدد مولات الماء. وأخيرًا حدد نسبة مولات الماء إلى الملح اللامائي، واستعمل النسبة العددية الصحيحة للمولات كمعامل للماء في الصيغة.

132. الملح المائي هو ملح يرتبط بذراته عدد محدد من جزيئات الماء، مثل 10H<sub>2</sub>O و Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>·5H<sub>2</sub>O و CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O

133. سمّ المركب أولاً، ثم أضف مقطوعًا (أحاديًا، ثنائيًا، ثلاثيًا) يدل على عدد جزيئات الماء المرتبطة بمول من المركب.

134. المجففات أملاح لا مائية تمتص الماء من الهواء وتبعده عن الأجهزة الإلكترونية.

135. a. NiCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O

b. MgCO<sub>3</sub>·5H<sub>2</sub>O

#### إتقان حل المسائل

136. كتلة الملح المائي 10.05 g، كتلة الملح اللامائي 8.57 g، وصيغته هي: واسمه: BaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O؛ كلوريد الباريوم ثنائي الماء.

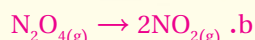
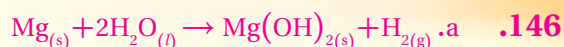
137. Cr(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>·9H<sub>2</sub>O

138. يجب أن يبين الرسم البياني الدائري النسب التالية:

14% من Mg، 7% من C، 28% من O، 51% من H<sub>2</sub>O

139. MgI<sub>2</sub>·8H<sub>2</sub>O

مراجعة تراكمية



تقويم إضافي

الكتابة في الكيمياء

147. ستتنوع الإجابات. احرص على أن تشتمل النشرات على معلومات، مثل: أن هيدرات الغاز الطبيعي مواد بلورية صلبة يكون الماء أساساً في تركيبها وتشبه القطع الثلجية تتسبب في حبس جزيئات الهيدروكربونات الخفيفة. وتتكون في الطبيعة في المناطق القطبية كما وتم العثور عليها منجسة بكميات في قيعان البحار والمحيطات. ستصبح هيدرات الغاز الطبيعي مصدرًا مهمًا للطاقة، وعلى الرغم من أنها تعد مصدرًا نظيفًا إلا أنها تتسبب في إطلاق كميات كبيرة من غاز الميثان الذي يتسبب في رفع درجة حرارة الجو.

أسئلة المستندات

148

المادة	الصيغة الجزيئية	الكتلة (Kg)	عدد المولات	عدد الجزيئات
الهيدروجين	H <sub>2</sub>	1.04 × 10 <sup>8</sup>	5.14 × 10 <sup>7</sup>	3.09 × 10 <sup>31</sup>
الأكسجين	O <sub>2</sub>	6.18 × 10 <sup>8</sup>	1.93 × 10 <sup>7</sup>	1.16 × 10 <sup>31</sup>
أحادي ميثيل الهيدرازين	CH <sub>3</sub> NH NH <sub>2</sub>	4909	1.07 × 10 <sup>2</sup>	6.44 × 10 <sup>25</sup>
رابع أكسيد النيتروجين	N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	7.95 × 10 <sup>6</sup>	8.64 × 10 <sup>4</sup>	5.2 × 10 <sup>28</sup>

تقويم إضافي

الكتابة في الكيمياء

147. الغاز الطبيعي هيدرات الغاز الطبيعي هي مركبات كيميائية متبلورة (Clathrate hydrate). ابحث في هذه المركبات وأعد نشرة تعليمية عنها للمستهلكين. يجب أن تناقش هذه النشرة تركيب هذه المركبات، ومكان وجودها، وأهميتها للمستهلكين، والآثار البيئية لاستخدامها.

أسئلة المستندات

148. يشتمل الجدول 4-5 على بيانات عن وقود مكوك فضاء؛ إذ لا بد من توافر 3, 164, 445 L من الأكسجين، والهيدروجين، وأحادي ميثيل الهيدرازين (الكتلة المولية = 46.07g/mol)، ورابع أكسيد ثنائي النيتروجين (الكتلة المولية = 92.00g/mol)، في خزانات الوقود لحظة الإقلاع. كتلتها الكلية في الجدول بحسب عدد المولات، والكتلة بالكيلوجرام، وعدد الجزيئات.

الجدول 4-5 بيانات وقود مكوك فضائي

المادة	الصيغة الجزيئية	الكتلة (Kg)	عدد المولات	عدد الجزيئات
الهيدروجين	H <sub>2</sub>	5.14 × 10 <sup>7</sup>		
الأكسجين	O <sub>2</sub>			1.16 × 10 <sup>31</sup>
أحادي ميثيل الهيدرازين	CH <sub>3</sub> NH NH <sub>2</sub>	4909		
رابع أكسيد النيتروجين	N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	8.64 × 10 <sup>4</sup>		

97

مراجعة عامة

140. إذا كانت كتلة ذرة واحدة من عنصر ما تساوي  $6.66 \times 10^{-23}$  g، فما العنصر؟

141. يحتوي مركب على 6.0 g كربون، و 1.0 g هيدروجين. وكتلته المولية 42.0 g/mol. ما التركيب النسبي المئوي للمركب؟ وما صيغته الأولية؟ وما صيغته الجزيئية؟

142. أي المركبات التالية يحتوي على أعلى نسبة مئوية بالكتلة من الأكسجين؟  $TiO_2$ ،  $Al_2O_3$ ،  $Fe_2O_3$

التفكير الناقد

143. طبق المفاهيم لدى شركة تعدين مصدران محتلمان لاستخراج النحاس: جالكوبيريت ( $CuFeS_2$ )، وجالكوسيت ( $Cu_2S$ ). فإذا كانت ظروف استخراج النحاس من الخامين متشابهة تمامًا، فأيهما ينتج عنه كمية أكبر من النحاس؟ فسر إجابتك.

144. صمم تجربة يمكن استعمالها لتحديد كمية الماء في مركب الشب البوتاسي  $X \cdot H_2O$ .  $KAl(SO_4)_2$ .

مسألة تحفيز

145. مركبان كيميائيان يتكونان من العنصرين X و Y وصيغتهما  $X_2Y_3$ ،  $XY$ . إذا علمت أن 0.25 mol من المركب XY تساوي 17.96g، و 0.25 mol من المركب  $X_2Y_3$  تساوي 39.92g.

a. في الكتلة الذرية لكل من X و Y؟  
b. اكتب الصيغة الكيميائية لكل من المركبين.

مراجعة تراكمية

146. اكتب معادلات كيميائية موزونة لكل تفاعل مما يلي:

a. تفاعل فلز الماغنسيوم مع الماء لتكوين هيدروكسيد الماغنسيوم الصلب وغاز الهيدروجين.

b. تفكك غاز رباعي أكسيد ثنائي النيتروجين إلى غاز ثاني أكسيد النيتروجين.

c. تفاعل الإحلال المزدوج بين المحاليل المائية لكل من حمض الكبريتيك وهيدروكسيد البوتاسيوم.

مسألة تحفيز

145

$XY: 17.96 \text{ g} / 0.25 \text{ mol} = 71.84 \text{ g/mol}$

$71.84 \text{ g/mol} = X + Y$

$Y = 71.84 \text{ g/mol} - X$

$X_2Y_3: 39.92 \text{ g} / 0.25 \text{ mol} = 159.68 \text{ g/mol}$

$159.68 \text{ g/mol} = 2X + 3Y$

بالتعويض بدلاً من Y:

$159.68 \text{ g/mol} = 2X + 3(71.84 \text{ g/mol} - X)$

$159.68 \text{ g/mol} = 2X + 215.52 \text{ g/mol} - 3X$

$-55.85 \text{ g/mol} = -X$

$X = 55.85 \text{ g/mol}$

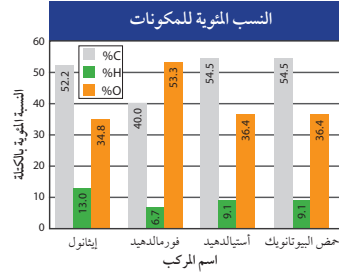
$X + Y = 71.84 \text{ g/mol}$

$55.85 \text{ g/mol} + Y = 71.84 \text{ g/mol}$

$Y = 16 \text{ g/mol}$

X عبارة عن عنصر الحديد (Fe)، و Y عبارة عن عنصر الأكسجين (O). إذن صيغ المركبات هي:  $FeO$ ،  $Fe_2O_3$

استعن بالرسم البياني أدناه للإجابة عن الأسئلة من 1 إلى 4.



1. يتشابه الأسيتالدهيد وحمض البيوتانويك في:

- الصيغة الجزيئية.
- الصيغة الأولية.
- الكتلة المولية.
- الخواص الكيميائية.

2. إذا كانت الكتلة المولية لحمض البيوتانويك 88.1g/mol، فما صيغته الجزيئية؟

- $C_3H_4O_3$
- $C_2H_4O$
- $C_5H_{12}O$
- $C_4H_8O_2$

3. ما الصيغة الأولية للإيثانول؟

- $C_4HO_3$
- $C_2H_6O_2$
- $C_2H_6O$
- $C_4H_{13}O_2$

4. الصيغة الأولية للفورمالدهيد هي صيغته الجزيئية نفسها. فكم جراماً يوجد في 2.00 mol من الفورمالدهيد؟

- 30.00 g
- 60.06 g
- 182.0 g
- 200.0 g

## اختبار مقنن

### أسئلة الاختيار من متعدد

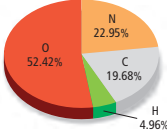
- b
- d
- c
- b
- a
- c
- d
- b
- a
- a.10

5. أي مما يلي لا يُعدّ وصفاً للمول؟

- وحدة تستعمل للعد المباشر للجسيمات.
- عدد أفوجادرو من جزيئات مركب.
- عدد الذرات في 12 g بالضبط من  $C-12$  النقي.
- وحدة النظام العالمي لكمية المادة.

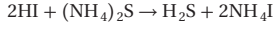
استعن بالرسم البياني أدناه للإجابة عن السؤال السادس

6. ما الصيغة الأولية لهذا المركب؟



- $C_6H_2N_6O_3$
- $C_4HN_5O_{10}$
- $CH_3NO_2$
- $CH_5NO_3$

7. ما نوع التفاعل الموضح أدناه؟



- تكوين.
- تفكك.
- إحلال بسيط.
- إحلال مزدوج.

8. ما كتلة جزيء واحد من الجلوكوز  $C_6H_{12}O_6$ ؟ (الكتلة المولية = 180 g/mol)

- $6.02 \times 10^{-23}$
- $2.99 \times 10^{-22}$
- $2.16 \times 10^{-25}$
- $3.34 \times 10^{-21}$

9. ما عدد ذرات الأكسجين في 18.94 g من  $Zn(NO_3)_2$ ؟ (الكتلة المولية = 189 g/mol)

- $3.62 \times 10^{23}$
- $1.81 \times 10^{23}$
- $6.02 \times 10^{25}$
- $1.14 \times 10^{25}$

10. إذا علمت أن الكتلة المولية هييدروكسيد الصوديوم

- NaOH هي 40.0g/mol. فما عدد المولات في 20.00 g منه؟
- 0.50 mol
  - 1.00 mol
  - 2.00 mol
  - 4.00 mol

## اختبار مقنن

14. كم مركبًا يمكن أن يتكوّن من النحاس والكبريت والأكسجين؟ اكتب أسماءها وصيغها.

### أسئلة الإجابات المفتوحة

استعن بالشكل أدناه للإجابة عن السؤال 15.

Li		
Rb		
K		
Ca		
Na		
Mg		
Al		
Zn		
Fe		
Pb		
H		
Cu		
Ag		

طُلب إليك تحديد ما إذا كانت عينة من الفلز تتكون من الخارصين، أو الرصاص، أو الليثيوم. ولديك المحاليل الآتية: كلوريد البوتاسيوم KCl، كلوريد الألومنيوم  $AlCl_3$  III، كلوريد الحديد  $FeCl_3$  III، كلوريد النحاس (II).

15. وضح كيف تستخدم المحاليل في معرفة نوع الفلز الذي تتكون منه العينة؟

11. كم ذرة في 116.14 g من Ge؟

(الكتلة المولية = 72.64 g/mol).

- a.  $2.73 \times 10^{25}$  ذرة.  
b.  $6.99 \times 10^{25}$  ذرة.  
c.  $3.76 \times 10^{23}$  ذرة.  
d.  $9.63 \times 10^{23}$  ذرة.

12. ما كتلة جزيء واحد من (BaSiF<sub>6</sub>) علمًا أنّ كتلته المولية = 279.415 g/mol.

- a.  $1.68 \times 10^{26}$  g  
b.  $2.16 \times 10^{21}$  g  
c.  $4.64 \times 10^{-22}$  g  
d.  $6.02 \times 10^{-23}$  g

13. 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

### أسئلة الإجابات القصيرة

استعن بالجدول أدناه للإجابة عن السؤال 14.

شحنات بعض الأيونات	
الصيغة	الأيون
$S^{2-}$	الكبريتيد
$SO_3^{2-}$	الكبريتيت
$SO_4^{2-}$	الكبريتات
$S_2O_3^{2-}$	ثيوكبريتات
Cu <sup>+</sup>	نحاس I
Cu <sup>2+</sup>	نحاس II

d.11

c.12

d.13

### أسئلة الإجابات القصيرة

14. ثيوكبريتات النحاس (I)  $Cu_2S_2O_3$

ثيوكبريتات النحاس (II)  $CuS_2O_3$

كبريتات النحاس (I)  $Cu_2SO_4$

كبريتات النحاس (II)  $CuSO_4$

كبريتيت النحاس (I)  $Cu_2SO_3$

كبريتيت النحاس (II)  $CuSO_3$

### أسئلة الإجابات المفتوحة

15. ستحتاج لتفاعل كمية من العينة نفسها مع كافة المحاليل.

إذا كانت العينة ليثيوم ستكون نشيطة كيميائيًا وستظهر تفاعلًا كيميائيًا عند وضعها في أي محلول. الرصاص أقل نشاطًا من كافة المحاليل باستثناء النحاس؛ لذا إذا أظهر الفلز تفاعلًا مع النحاس فقط تكون العينة من الرصاص. الخارصين أكثر نشاطًا من الحديد والنحاس وأقل نشاطًا من البوتاسيوم والألومنيوم؛ فالخارصين يتفاعل مع محاليل الحديد والنحاس ولكن لا يتفاعل مع محاليل البوتاسيوم والألومنيوم.

## (أ)

**الأيون المتفرج Spectator Ion** الأيون الذي لا يشارك في التفاعل.

## (ب)

**البروتون Proton** جسيم من مكونات نواة الذرة، وشحنته موجبة (+1).

## (ت)

**التركيب النسبي المئوي Percent Composition** النسبة المئوية الكتلية لكل عنصر في المركب.

**تفاعل الاحتراق Combustion Reaction** تفاعل مادة مع الأكسجين، وينتج عنه طاقة في صورة ضوء وحرارة.

**تفاعل الإحلال البسيط Single - Replacment Reaction** تفاعل كيميائي ينتج عندما تحل ذرات أحد العناصر محل ذرات عنصر آخر في مركب.

**تفاعل الإحلال المزدوج Double - Replacment Reaction** تفاعل كيميائي ينتج عن تبادل أيونات مادتين، وينشأ عنه غاز، أو راسب، أو ماء.

**تفاعل التفكك Decomposition Reaction** تفاعل يحدث نتيجة تفكك أحد المركبات إلى عنصرين أو أكثر أو إلى مركبات جديدة.

**تفاعل التكوين Synthesis Reaction** تفاعل مادتين أو أكثر لإنتاج مادة واحدة.

**التفاعل النووي Nuclear Reaction** تفاعل يتضمن التغير في نواة الذرة.

## (ج)

**الجدول الدوري Periodic Table** جدول ينظم كل العناصر المعروفة مرتبة تصاعدياً بحسب العدد الذري في شبكة من الصفوف الأفقية (دورات) والصفوف العمودية (مجموعات من العائلات).

## (د)

**الراسب Precipitate** مادة صلبة تتكون خلال التفاعل الكيميائي.



## (ص)

**الصيغة الأولية Empirical Formula** صيغة تبين أصغر نسبة عددية صحيحة لمولات العناصر في المركب.

**الصيغة الجزيئية Molecular Formula** صيغة تعطي العدد الفعلي للذرات من كل عنصر في جزيء واحد من المادة.

## (ع)

**عدد أفوجادرو Avogadro's Number** هو  $6.0221367 \times 10^{23}$ ، وهو عدد الجسيمات في مول واحد، ويمكن تقريب هذه القيمة إلى ثلاثة منازل  $6.02 \times 10^{23}$ .

## (ك)

**الكتلة المولية Molar Mass** الكتلة بالجرامات لواحد مول من أي مادة نقية.

## (م)

**المتفاعلات Reactants** مواد يبدأ بها التفاعل الكيميائي.

**المحلول المائي Aqueous Solution** محلول يحتوي على مادة أو أكثر مذابة في الماء.

**المذاب Solute** مادة أو أكثر مذابة في محلول.

**المذيب Solvent** مادة تذيب المذاب وتحتويه.

**المعادلة الأيونية الكاملة Complete Ionic Equation** معادلة أيونية تظهر كافة الأيونات في المحلول بصورتها الواقعية.

**المعادلة الأيونية النهائية Net Ionic Equation** معادلة أيونية تشمل فقط على الجسيمات المشاركة في التفاعل.

**المعادلة الكيميائية Chemical Equation** جملة تستعمل فيها الصيغ الكيميائية لتحديد المواد المشاركة في التفاعل وكميات المواد المتفاعلة والنتيجة.

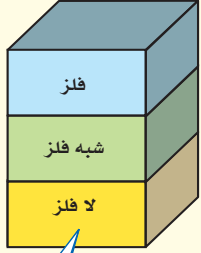
**الملح المائي Hydrates** مادة أيونية صلبة يرتبط بذراتها عدد محدد من جزيئات الماء.

**المول Mole** وحدة نظام عالمي تستعمل في قياس كمية المادة، وهو عبارة عن عدد ذرات الكربون الموجودة في 12 g من الكربون، والمول الواحد كمية من المادة النقية تحتوي على  $6.02 \times 10^{23}$  من الجسيمات.

## (ن)

**النواتج Products** مواد تتكون خلال التفاعل الكيميائي.

# الجدول الدوري للعناصر



يدل لون صندوق كل عنصر على كونه فلزاً أو شبه فلز أو لافلز.

			13	14	15	16	17	18
			Boron 5 <b>B</b> 10.811	Carbon 6 <b>C</b> 12.011	Nitrogen 7 <b>N</b> 14.007	Oxygen 8 <b>O</b> 15.999	Fluorine 9 <b>F</b> 18.998	Helium 2 <b>He</b> 4.003
			Aluminum 13 <b>Al</b> 26.982	Silicon 14 <b>Si</b> 28.086	Phosphorus 15 <b>P</b> 30.974	Sulfur 16 <b>S</b> 32.065	Chlorine 17 <b>Cl</b> 35.453	Neon 10 <b>Ne</b> 20.180
10	11	12	Gallium 31 <b>Ga</b> 69.723	Germanium 32 <b>Ge</b> 72.64	Arsenic 33 <b>As</b> 74.922	Selenium 34 <b>Se</b> 78.96	Bromine 35 <b>Br</b> 79.904	Argon 18 <b>Ar</b> 39.948
Nickel 28 <b>Ni</b> 58.693	Copper 29 <b>Cu</b> 63.546	Zinc 30 <b>Zn</b> 65.409	Indium 49 <b>In</b> 114.818	Tin 50 <b>Sn</b> 118.710	Antimony 51 <b>Sb</b> 121.760	Tellurium 52 <b>Te</b> 127.60	Iodine 53 <b>I</b> 126.904	Krypton 36 <b>Kr</b> 83.798
Palladium 46 <b>Pd</b> 106.42	Silver 47 <b>Ag</b> 107.868	Cadmium 48 <b>Cd</b> 112.411	Thallium 81 <b>Tl</b> 204.383	Lead 82 <b>Pb</b> 207.2	Bismuth 83 <b>Bi</b> 208.980	Polonium 84 <b>Po</b> (209)	Astatine 85 <b>At</b> (210)	Xenon 54 <b>Xe</b> 131.293
Platinum 78 <b>Pt</b> 195.078	Gold 79 <b>Au</b> 196.967	Mercury 80 <b>Hg</b> 200.59	Ununtrium * 113 <b>Uut</b> (284)	Ununquadium * 114 <b>Uuq</b> (289)	Ununpentium * 115 <b>Uup</b> (288)	Ununhexium * 116 <b>Uuh</b> (291)		Radon 86 <b>Rn</b> (222)
Darmstadtium 110 <b>Ds</b> (281)	Roentgenium 111 <b>Rg</b> (272)	Ununbium * 112 <b>Uub</b> (285)	Ununseptium * 117 <b>Uus</b> (286)	Ununoctium * 118 <b>Uuo</b> (294)				

\* أسماء رموز العناصر 112، 113، 114، 115، 116، 118 مؤقتة، سيتم اختيار أسماء نهائية لها عند التأكد من اكتشافها.

Europium 63 <b>Eu</b> 151.964	Gadolinium 64 <b>Gd</b> 157.25	Terbium 65 <b>Tb</b> 158.925	Dysprosium 66 <b>Dy</b> 162.500	Holmium 67 <b>Ho</b> 164.930	Erbium 68 <b>Er</b> 167.259	Thulium 69 <b>Tm</b> 168.934	Ytterbium 70 <b>Yb</b> 173.04	Lutetium 71 <b>Lu</b> 174.967
Americium 95 <b>Am</b> (243)	Curium 96 <b>Cm</b> (247)	Berkelium 97 <b>Bk</b> (247)	Californium 98 <b>Cf</b> (251)	Einsteinium 99 <b>Es</b> (252)	Fermium 100 <b>Fm</b> (257)	Mendelevium 101 <b>Md</b> (258)	Nobelium 102 <b>No</b> (259)	Lawrencium 103 <b>Lr</b> (262)

# جداول مرجعية

العناصر في كل عمود تسمى مجموعة، ولها خواص كيميائية متشابهة.



1	Hydrogen 1 H 1.008	2							
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)

العنصر  
العدد الذري  
الرمز  
الكتلة الذرية المتوسطة

حالة المادة

الرموز الثلاثة العليا تدل على حالة العنصر في درجة حرارة الغرفة، بينما يدل الرمز الرابع على العناصر المكونة.

الرقم المحاط بقوسين هو العدد الكتلي للنظير الأطول عمراً للعنصر.

صفوف العناصر الأفقية تسمى دورات. يزداد العدد الذري من اليسار إلى اليمين في كل دورة.

يدل السهم على المكان الذي يجب أن توضع فيه هذه العناصر في الجدول. وقد تم نقلها إلى أسفل الجدول توفيراً للمكان.

عناصر اللانثانيدات

عناصر الأكتينيدات

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)