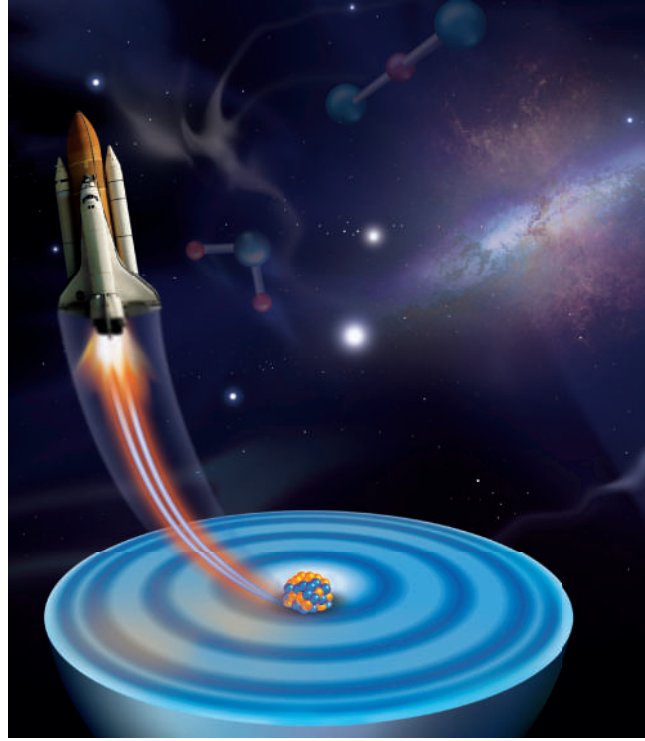


# الكيمياء

للف الثالث الثانوي - الفصل الدراسي الثاني

قسم العلوم الطبيعية



دليل المعلم

Original Title:

**Chemistry**

**Matter and Change**

By:

Dr. Thandi Buthelezi

Dr. Cheryl Wistrom

Nicholas Hainen.

Laurel Dingrando

Dinah Zike.

**الكيمياء**

أعدت النسخة العربية: شركة العبيكان للتعليم

التحرير والمراجعة والمواءمة

د. مصطفى حسن مصطفى

خليل يوسف سميرين

التعريب والتحرير اللغوي

نخبة من المتخصصين

الإشراف

د. أحمد محمد رفيع

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

 **Education**

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 © ٢٠٠٨م.

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

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 والاسترجاع، 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 المختبرية 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 تشمل 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 الزملاء 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.

ii.....	المواد المخبرية
iv.....	نموذج السلامة في المختبرات
6A.....	المخطط التنظيمي للفصل 6: تفاعلات الأكسدة والاختزال
6.....	الفصل 6
36A.....	المخطط التنظيمي للفصل 7: الكيمياء الكهربائية
36.....	الفصل 7
74A.....	المخطط التنظيمي للفصل 8: مشتقات المركبات الهيدروكربونية وتفاعلاتها
74.....	الفصل 8
116A.....	المخطط التنظيمي للفصل 9: المركبات العضوية الحيوية
116.....	الفصل 9
146.....	المصطلحات
152.....	الجدول الدوري

## قائمة المواد والأدوات

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

### المواد والأدوات غير المستهلكة

مقياس حرارة غير زئبقي	مسطرة	قمع للمسحوق	وعاء حجمه 100 mL	حقيبة (صندوق) الكرات والأعواد
ماصة بأحجام مختلفة	ميزان	طبق تفاعلات بلاستيكي ذو 24 فجوة	بوتقة	ساحة
بارومتر	أنابيب اختبار	قطعة نقود نحاسية	مثلث خزفي	مقياس حرارة (ثيرموميتر)
هاون ومدق	ساعة توقيت ذات إبرة	ملقط	قضيب تحريك	مقص
حامل أنابيب	جهاز توصيل	ماسك	سخان كهربائي	شبكة معدنية
سدادات مختلفة الأحجام، بثقب وبثقبين	وعاء زجاجي	حامل حلقة ومثبت	أكواب زجاجية وبلاستيكية	أنابيب زجاجية ومطاطية
كرات معدنية (بيلية)	وعاء معدني	لهب بنزن	ساق تحريك	ملعقة صغيرة
مخابير مدرجة، 10 mL، 25 mL، 100 mL	الدوارق المخروطية، 25 mL، 150 mL، 400 mL، 500 mL	ماسك بواتق		

## المواد والأدوات المستهلكة

مسامير حديد	فينولفثالين	ورق تباع الشمس	مناديل ورقية	سلك المواعين
ليمون	وعاء معدني بغطاء	طبق بتري	رقائق Al	مخارطة Mg
سمن نباتي	ورق ترشيح	ملح طعام	شريط ماغنسيوم	أسلاك نحاس
أوراق للوزن	برادة حديد	زيت نباتي	معجون كبد طازج	ملاقط غسيل
فول سوداني	أقلام ملونة	ماء مقطر	قطع ثلج	قطعة قماش ناعمة أو خشنة
	قطع تفاح	علبة ثقاب	لاصق	نشا

## المواد الكيميائية

حمض الهيدروكلوريك HCl	خارصين	نحاس	صودا الخبز NaHCO <sub>3</sub>
كبريتات النحاس CuSO <sub>4</sub>	كلوريد الصوديوم NaCl	عناصر كيميائية مختلفة	ألومنيوم
نترات بوتاسيوم KNO <sub>3</sub>	فوق أكسيد الهيدروجين H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	محلول لاكتوز	نترات الأمونيوم NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>
إيثانول CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	نترات الفضة AgNO <sub>3</sub>	كلوريد الكوبلت CoCl <sub>2</sub>	شريط ماغنسيوم
نترات الماغنسيوم Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	حمض الخليك CH <sub>3</sub> COOH	خلات الرصاص pb(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub>	هيدروكسيد الصوديوم NaOH
حمض السيلسليك C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>	محلول بندكت	سكر بلورات ومسحوق	برمنجنات البوتاسيوم KMnO <sub>4</sub>
حمض البيوتانويك CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COOH	حمض الكبريتيك المركز H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	ميثانول CH <sub>3</sub> OH	بروبانول CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH
	كحول البولي فينيل C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	رابع بورات الصوديوم Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	ثنائي كلوريد الإيثيلين C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub>



## نموذج السلامة في المختبرات

### الاحتياطات اللازمة 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 الغسلة 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، واللبس قناعاً (كمامة) 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 الشديدين.	غليان السوائل، السخانات الكهربائية، الجليد الجاف، النيتروجين السائل.	استعمال قفازات واقية.	اذهب إلى معلمك طلباً للإسعاف الأولي.
 الأجسام الحادة	استعمال الأدوات والزجاجيات التي تجرح الجلد بسهولة.	المقصات، الشفرات، السكاكين، الأدوات المدينية، 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 (النفثالين).	تأكد من وجود تهوية جيدة، ولا تشم الأبخرة مباشرة، وارتد قناعاً (كمامة).	اترك المنطقة، وأخبر معلمك فوراً.
 الكهرباء	خطر محتمل من الصعق الكهربائي أو الحرق.	تأريض غير صحيح، سواحل منسكبة، أسلاك مفرقة.	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 والفلوذا، ألياف الزجاج، برمنجنات البوتاسيوم.	ارتد قناعاً (كمامة) 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 وتلفها.	المبيضات مثل فوق أكسيد الهيدروجين، والأحماض كحمض الكبريتيك، والقواعد كالأمونيا، وهيدروكسيد الصوديوم.	ارتد نظارات واقية، وقفازات، واللبس 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، الأسيتون، 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	 نشاط إشعاعي	 سلامة الحيوانات	 سلامة العين	 وقاية الملابس
اغسل يديك بعد كل تجربة بالماء والصابون قبل نزع النظارات الواقية.	يظهر هذا الرمز عندما تستعمل مواد مشعة.	يشير هذا الرمز للتأكيد على سلامة الحيوانات.	يجب دائماً ارتداء نظارات واقية عند العمل في المختبر.	يظهر هذا الرمز على عبوات المواد التي يمكن أن تبتقع الملابس أو تحرقها.

# المخطط التنظيمي للفصل 6: تفاعلات الأكسدة والاختزال Redox Reactions

**الفكرة العامة** تعدُّ تفاعلات الأكسدة والاختزال من العمليات الكيميائية الشائعة في الطبيعة وفي الصناعة، وتتضمن انتقالاً للإلكترونات.

أهداف القسم	القسم
<ol style="list-style-type: none"><li>1. يصف عمليات الأكسدة والاختزال.</li><li>2. يحدّد العوامل المؤكسدة والمختزلة.</li><li>3. يحدّد عدد الأكسدة لعنصر في مركب.</li><li>4. يفسّر تفاعلات الأكسدة والاختزال من حيث التغير في حالة التأكسد.</li></ol>	<h2>6-1 الأكسدة والاختزال</h2> <p><b>الفكرة الرئيسية</b> يعدُّ تفاعلاً الأكسدة والاختزال تفاعلين متكاملين، إذ تتأكسد ذرة وتُختزل الأخرى.</p>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. يربط التغير في عدد التأكسد بانتقال الإلكترونات.</li><li>2. يستعمل التغير في عدد التأكسد لموازنة معادلات الأكسدة والاختزال.</li><li>3. يفسّر تركيب خلية الوقود (الهيدروجين- الأكسجين) وعملها.</li><li>4. يزن معادلة الأكسدة والاختزال الأيونية الكلية مستخدماً طريقة عدد التأكسد.</li></ol>	<h2>6-2 وزن معادلات الأكسدة والاختزال</h2> <p><b>الفكرة الرئيسية</b> تصبح معادلات الأكسدة والاختزال موزونة عندما تكون الزيادة الكلية في أعداد التأكسد مساويةً للانخفاض الكلي في أعداد التأكسد للذرات الداخلة في التفاعل.</p>

تعلم تعاوني

ف م فوق المستوى

ض م ضمن المستوى

د م دون المستوى

الزمن المقترح للتدريس - الفصل 6 / تفاعلات الأكسدة والاختزال (5 حصص)

القسم	6-1	6-2	التقويم
عدد الحصص	2	2	1

مصادر تقويم التعلم	المواد الإثرائية الداعمة	المواد والأدوات المخبرية
<p><b>متابعة التقدم</b> التقويم البنائي، صفحة 9، 10، 14 ماذا قرأت؟ صفحة 10 تقويم القسم، صفحة 16</p>	<p>كراسة الملاحظات التفاعلية <b>ض م</b> <b>مصادر الفصول</b> ورقة عمل مختبر الكيمياء <b>ض م</b> دليل مراجعة الفصل <b>ض م</b> <b>الشرائح</b> شريحة التركيز رقم 19 <b>د م</b> شريحة التعليم رقم 15 <b>ض م</b> شريحة التعليم رقم 16 <b>ض م</b></p>	<p>تجربة استهلاكية صفحة 7: سلك المواعين، مسبار حديد، 1.0 M من محلول كبريتات النحاس II (CuSO<sub>4</sub>)، أنابيب اختبار، حامل أنابيب اختبار. الزمن المقدر: 15 دقيقة. عرض سريع، صفحة 8: سلك المواعين، ملقط معدني، لُب بنزن. الزمن المقدر: 15 دقيقة. عرض توضيحي، صفحة 8: هيدروكسيد البوتاسيوم KOH، نترات الفضة AgNO<sub>3</sub>، جلوكوز، 2.3g ديكتستروز، حمض النيتريك المركز 15MHNO<sub>3</sub>، كأس زجاجية 600 mL، قطارة، وعاء معدني بغطاء، مخبار مدرج، ساق تحريك، ماء مقطر. الزمن المقدر: 20 دقيقة. تجربة صفحة 11، رقائق الألومنيوم، سلك المواعين، جسم ملطخ بملوثات صغيرة، كأس سعتها 400 mL، ماء صنبور، صودا الخبز، ملح طعام، ملاقط كؤوس، سخان كهربائي. الزمن المقدر: 20 دقيقة. مختبر الكيمياء، صفحة 26 نترات الفضة 0.1M AgNO<sub>3</sub>، حمض الهيدروكلوريك 0.1MHCl، كبريتات الخارصين 0.1M ZnSO<sub>4</sub>، محلول غير معلوم، أسلاك نحاس، حلقة Pb، برادة Fe، خراطة Mg، ملقط، قطارة عدد (4)، طبق تفاعلات بلاستيكي 24 فجوة. الزمن المقدر: 45 دقيقة.</p>
<p><b>متابعة التقدم</b> التقويم البنائي، صفحة 21، 23، 24 تقويم القسم، صفحة 26 <b>التقويم الختامي</b> مراجعة الفصل، صفحة 28</p>	<p>كراسة الملاحظات التفاعلية <b>ض م</b> <b>مصادر الفصول</b> دليل مراجعة الفصل <b>ض م</b> <b>الشرائح</b> شريحة التركيز رقم 20 <b>د م</b> شريحة التعليم رقم 17 <b>ض م</b> شريحة التعليم رقم 18 <b>ض م</b></p>	<p>عرض سريع، صفحة 21: سخان الطعام عديم اللهب (FRH). الزمن المقدر: 15 دقيقة.</p>

**الفكرة العامة** تعدُّ تفاعلات الأكسدة والاختزال من العمليات الكيميائية الشائعة في الطبيعة وفي الصناعة، وتتضمن انتقالاً للإلكترونات.

### 6-1 الأكسدة والاختزال

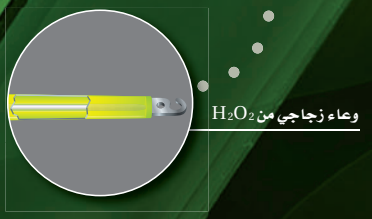
**الفكرة الرئيسة** يعدُّ تفاعل الأكسدة والاختزال تفاعلين متكاملين؛ إذ تتأكسد ذرة وتختزل أخرى.

### 6-2 وزن معادلات الأكسدة والاختزال

**الفكرة الرئيسة** تصح معادلات الأكسدة والاختزال موزونةً عندما تكون الزيادة الكلية في أعداد التأكسد مساويةً للانخفاض الكلي في أعداد التأكسد للذرات الداخلة في التفاعل.

### حقائق كيميائية

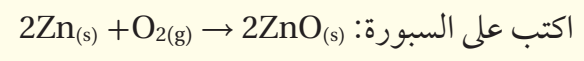
- يمكن زيادة لمعان العصا الضوئية النشطة بتسخينها، لكن البريق لن يستمر طويلاً.
- ليس بالضرورة أن يكون الضوء الناتج عن تفاعلات الأكسدة والاختزال مصحوباً بالحرارة.
- يستعمل نحو 90% تقريباً من الأحياء البحرية شكلاً من أشكال الضوء الحيوي الذي يتولد من تفاعلات الأكسدة والاختزال.



### الفكرة العامة

### المعادلات الكيميائية

أعد شرح موازنة المعادلات الكيميائية، وأسأل الطلاب: ما المعلومات التي تتضمنها المعادلة الكيميائية الموزونة؟ **تعرف المتفاعلات والنواتج والنسبة المولية، والحالة الفيزيائية.**



واسأل أيضاً: ما الجزيئات الممثلة في هذا التفاعل؟ **ذرات الزنك وجزيئات الأكسجين ووحدات صيغة من أيونات أكسيد الزنك،** ثم اسأل: كيف تتكون الأيونات من الذرات أو الجزيئات؟ **باكتساب الإلكترونات أو فقدها.** أخبر الطلاب أن الكيميائيين الأوائل أطلقوا اسم تفاعلات الأكسدة على هذا النوع من التفاعلات؛ لأن الأكسجين كان أحد المتفاعلات، وقد تبين لهم فيما بعد أن الكثير من التفاعلات تتضمن اكتساب الإلكترونات أو فقدها، حتى تلك التي لا يكون الأكسجين أحد المتفاعلات فيها؛ لذا لا يزال مفهوم الأكسدة يستعمل حتى الآن.

### الربط مع المعرفة السابقة

اطلب إلى الطلاب مراجعة المفاهيم الآتية قبل دراسة هذا الفصل: الكهروسالبية التفاعلات الكيميائية وأنواعها.

### استعمال الصورة

**العصا الضوئية** عبارة عن إنبوب مرن يحتوي فجوتين في كل منهما محلول منفصل عن الآخر، وهذين المحلولين هما أكسالات فينيل الإستر، وصبغة الفلورسنت، وهناك فجوة ثالثة صغيرة موجودة في منتصف الأنبوب تحتوي على محلول فوق أكسيد الهيدروجين  $H_2O_2$  تعمل مادة منشطة للتفاعل. وعند ثني العصا من المنتصف يحدث الامتزاج بين هذه المحاليل ويحدث التفاعل ويصاحبه انبعاث الضوء بلون مميز. يستمر الضوء لفترة زمنية أطول في درجات الحرارة الباردة مقارنة مع درجات الحرارة المرتفعة.

اطلب إلى الطلاب مناقشة الحالات التي يستعملون فيها العصي الضوئية، واسأل: كيف تعمل هذه العصي؟ **عندما تُثنى العصي الضوئية ينكسر الأنبوب الزجاجي الداخلي ويتفاعل محلولان لإنتاج الطاقة، فتعمل هذه الطاقة على إثارة الإلكترونات في المادة المحيطة، وعندما تعود الإلكترونات إلى حالة الاستقرار وتفقد الطاقة المكتسبة تشع هذه المادة ضوءاً.** اسأل أيضاً: ما مزايا العصي الضوئية في حالات الطوارئ؟ **يجب أن تتضمن الإجابة ما يأتي: تبث ضوءاً بارداً، عدم الحاجة إلى مصدر طاقة خارجي، يمكن تخزينها بسهولة للاستعمالات المستقبلية.**

## تجربة استهلاكية

الهدف يلاحظ الطلاب تفاعل الأكسدة والاختزال.

احتياطات السلامة تأكد من تعبئة الطلاب لبطاقة السلامة في المختبر قبل بدء العمل.

التخلص من النفايات يمكن سكب المحاليل في المغسلة متبوعة بكمية وافرة من الماء، ولكن يجب التخلص من كل محلول على حدة، وعدم خلط المحاليل في المغسلة، وإذا كانت مدرستك تتبع نظاماً للتخلص من الكيماويات فلا تتخلص منها في مجاري الصرف الصحي، بل راجع كيفية التخلص من هذه النفايات.

### استراتيجيات التدريس

- حضر  $\text{CuSO}_4$  قبل أن تبدأ العمل. راجع كيفية تحضير المحاليل جميعها.
- ذكّر الطلاب بأن التفاعل هو تفاعل إحلال أحادي، واطلب إليهم تفسير ذلك.

النتائج المتوقعة يحل الحديد محل أيونات النحاس في المحلول تاركاً النحاس يترسب على المسامير. ويصبح محلول كبريتات النحاس II الأزرق عديم اللون.

## تجربة استهلاكية

ماذا يحدث عندما يتفاعل الحديد وكبريتات النحاس II؟  
ينتج الصدأ عندما يتفاعل الحديد والأكسجين، ويتفاعل الحديد أيضاً مع مواد أخرى غير الأكسجين.



### خطوات العمل

1. اقرأ نموذج احتياطات السلامة في المختبر.
2. استعمل قطعة من ورق الصنفرة لتلميع مسامير الحديد.
3. أضف 3 mL تقريباً من محلول 1.0M من كبريتات النحاس II  $\text{CuSO}_4$  إلى أنبوب اختبار، وضع المسامير الذي جرى تلميعه في محلول  $\text{CuSO}_4$ ، ثم ضع أنبوب الاختبار في حامل الأنابيب، وراقبه مدة 10 دقائق، ثم سجّل ملاحظاته.

### تحليل النتائج

1. فسّر ما يحدث للون محلول كبريتات النحاس.
  2. حدّد المادة التي التصقت بالمسامير.
  3. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لهذا التفاعل.
- استقصاء ماذا يمكن أن يحدث للنحاس لو وضع في محلول كبريتات الحديد؟ صمّم تجربة لاختبار فرضيتك.

### المطويات

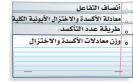
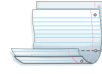
منظمات الأفكار

وزن معادلات الأكسدة والاختزال صمّم المطوية الآتية لتساعدك على تلخيص المعلومات حول الطرائق المختلفة في وزن معادلات الأكسدة والاختزال.

الخطوة 1 اجمع طبقتين من الورق، واجعل طرف الورقة العلوية على بعد 2 cm من حافة الورقة السفلية كما في الشكل.



الخطوة 2 اثن الحواف السفلية إلى أعلى لتكوّن أربعة تفرعات متساوية. ثم ثبت الشئ بالضغط عليها لتحاظ على التفرع في مكانه جيداً، كما في الشكل المجاور.



الخطوة 3 ثبت النيات وعنونها على النحو الآتي: وزن معادلات الأكسدة والاختزال، طريقة عدد الأكسدة، معادلة الأكسدة والاختزال الأيونية الكلية، أنصاف التفاعل.

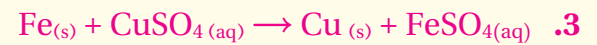
### المطويات استعمال المطوية في القسم 2-6،

ولخص ما تقرؤه حول موازنة معادلات الأكسدة والاختزال، واعرض مثلاً على كل طريقة.



## التحليل

1. يتحول لون المحلول من الأزرق إلى اللون الأخضر الفاتح.
2. النحاس.



الاستقصاء تتنوع الإجابات؛ لن يحدث تفاعل عندما يوضع النحاس في محلول كبريتات الحديد، ويجب أن يكون الاستقصاء مشابهاً للتجربة الاستهلاكية.

# 6-1

## 1. التركيز

### شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (19) الواردة في مصادر التعلم للفصول (6-9)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: **دم**

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

### الفكرة الرئيسية

إجراءات متلازمة اطلب إلى الطلاب أن يجدوا تعريفاً للمصطلح "متلازمة"، وإعطاء أمثلة على ذلك. **ستتنوع الإجابات، ولكنها يجب أن تتضمن الزوايا والألوان واستجابات وتفاعلات محددة مثل القوى، وأزواج قواعد DNA.** اشرح للطلاب أن تفاعلات الأكسدة والاختزال هما تفاعلان متلازمان؛ لأنه لا يمكن حدوث أحدهما دون حدوث التفاعل الآخر في الوقت نفسه.

## 2. التدريس

### عرض سريع



**سلك المواعين** خذ قطعة صغيرة من سلك المواعين الذي يستعمل في تنظيف الأواني، وحاول تكبيرها، على أن يصبح حجمها ضعفي حجمها الأصلي. واسأل الطلاب: هل تعتقدون أن سلك المواعين سيحترق؟ يعتقد معظم الطلاب أن سلك المواعين قد يسخن ويتوهج لكنه لن يحترق. أشعل موقد بنزن، وأمسك سلك المواعين بالملقط، وقربه إلى اللهب. سيحترق مُصدرًا ضوءًا متوهجًا. ومن الأفضل القيام بذلك فوق سطح من البورسلين، أو في إناء معدني. حاول أن تقدم نموذجًا جيدًا للممارسات الآمنة في المختبر؛ وذلك بلبس القفازين وارتداء النظارة الواقية عندما تقوم بهذا العرض. أخبر الطلاب أن هذا التفاعل مثال على تفاعل الأكسدة السريع الذي يتفاعل فيه عنصر الحديد مع الأكسجين في الهواء. ويمكن التخلص من سلك المواعين بعد أن يبرد، وذلك بإلقائه في سلة المهملات.

**إجابة سؤال الشكل 6-1**  
التفاعل هو تفاعل احتراق.

## 6-1

### الأهداف

### الأكسدة والاختزال

### Oxidation and Reduction

**الفكرة الرئيسية** يُعدّ تفاعل الأكسدة والاختزال تفاعلين متكاملين؛ إذ تتأكسد ذرة وتختزل أخرى.

**الربط مع الحياة** ينتج ضوء العصا الضوئية عن تفاعل كيميائي، فعندما تكسر الكبسولة الزجاجية داخل الإطار البلاستيكي يحدث تفاعل بين مادتين، وتنتقل الإلكترونات، فتتحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة ضوئية.

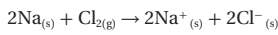
### انتقال الإلكترون وتفاعل الأكسدة والاختزال

### Electron Transfer and Redox Reactions

يمكن تصنيف التفاعلات الكيميائية في العادة إلى خمسة أنواع من التفاعلات هي: التكوين والتحلل، والاحتراق، والإحلال البسيط، والإحلال المزدوج. ومن خواص تفاعلات الاحتراق والإحلال البسيط أنها يتضمنان انتقال الإلكترونات من ذرة إلى أخرى، كما هو الحال في الكثير من تفاعلات التكوين والتحلل. ففي تفاعل التكوين على سبيل المثال، يتفاعل الصوديوم Na، والكلور Cl<sub>2</sub> لتكوين المركب الأيوني NaCl، وينتقل إلكترونان من ذرة صوديوم إلى جزيء الكلور Cl<sub>2</sub> ويتكون أيونان من الصوديوم وأيونان من الكلوريد، وتكون المعادلة الكيميائية لهذا التفاعل على النحو الآتي:



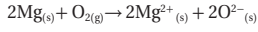
المعادلة الكيميائية الكاملة:  
المعادلة الأيونية الكلية (الأيونات في صورة بلورات):



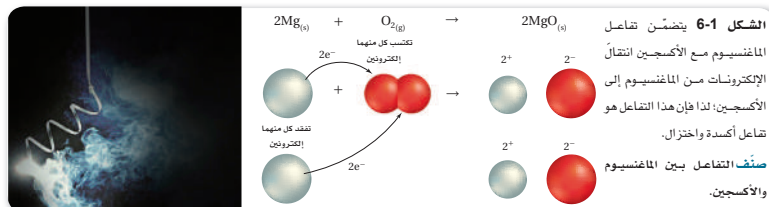
أما تفاعل الماغنسيوم في الهواء الذي يتضمن انتقال الإلكترونات فهو مثال على تفاعل الاحتراق.



المعادلة الكيميائية الكاملة:  
المعادلة الأيونية الكلية (الأيونات في صورة بلورات)



عندما يتفاعل الماغنسيوم مع الأكسجين، كما في الشكل 6-1، فإن كل ذرة ماغنسيوم تعطي إلكترونين إلى كل ذرة أكسجين، وتتحول ذرة الماغنسيوم إلى أيون Mg<sup>2+</sup>، وتتحول



8

### عرض توضيحي

### اختبار مرآة تولنز الفضية

**الهدف** يلاحظ الطلاب كيف يغير اختزال السكر أيون الفضة إلى فلز الفضة (مرآة الفضة).

### المواد والأدوات

a. AgNO<sub>3</sub> (12.8g) . b. KOH (3.4g) . c. جلوكوز C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> -D . كاس زجاجية سعتها (600 mL)، قطارة، وعاء بغطاء يُطلى بالفضة (حجم 1 L أو 2 L)، مخبار مدرج، ساق تحريك، ماء مقطر (1.5 L).

### احتياطات السلامة

**تحذير:** حمض النيتريك مادة آكلة للجلد.

التخلص من النفايات أزل Ag من داخل الإناء باستعمال 50 mL من HNO<sub>3</sub> بتركيز 1M. استرجع AgNO<sub>3</sub> بالتبخير.

### الخطوات

ضع 150 مل من (a) في كأس سعتها 600 mL، وأضف 75 mL من

## المفاهيم الشائعة غير الصحيحة



من أكثر المفاهيم غير الصحيحة شيوعاً لدى الطلاب الخلط بين تعريف الأكسدة والاختزال.

## الكشف عن المفاهيم الشائعة غير الصحيحة

يميل الطلاب إلى الاعتقاد أن تفاعل الاختزال يتضمن فقد الإلكترونات؛ لأن الطلاب يربطون بين كلمة "يفقد" وكلمة "الاختزال"؛ لذا ذكّرهم أن عدد التأكسد هو الذي يختزل عندما يكتسب العنصر الإلكترونات.

## عرض المفهوم

تأكد من ضرورة تعزيز هذا المفهوم لدى الطلاب في وقت مبكر، وذلك بإعطائهم أمثلة على أنصاف التفاعلات. واطلب إليهم تحديد أي الذرات يزيد عدد تأكسدها وأيهما يقل، سواء اكتسبت أو فقدت خلال العملية. وضع أسماء أنصاف التفاعل الصحيحة بوصفها تفاعل أكسدة أو اختزال.

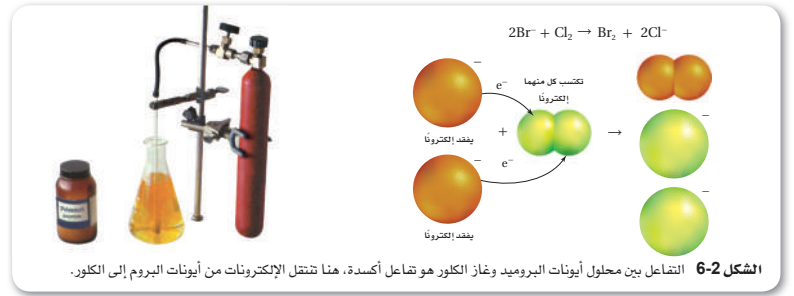
## تقويم المعرفة الجديدة

اطلب إلى مجموعات صغيرة من الطلاب اقتراح محاكاة يوضحون من خلالها المصطلحات الآتية: الأكسدة، الاختزال؛ عامل مؤكسد، عامل مختزل، ثم عرضها على الصف **ض م تعلم تعاوني**.

## التقويم



**المهارة** اطلب إلى الطلاب البحث عن الأسئلة الآتية والإجابة عنها. ما الذي يتكون عندما يتأكسد الألددهيد؟ **حمض كربوكسيل**. ماذا يسمى الاختبار الذي يكشف عن السكر المختزل؟ **اختبار تولنز**.



ذرة الأكسجين إلى الأيون  $O^{2-}$ ، ويُسمى التفاعل الذي انتقلت فيه الإلكترونات من إحدى الذرات إلى ذرة أخرى **تفاعل الأكسدة والاختزال**.

لنأخذ تفاعل الإحلال البسيط بين المحلول المائي للكلور وأيونات البروميد لتكوين محلول مائي من كلوريد البوتاسيوم الموضح في الشكل 6-2.



المعادلة الكلية:

$$2Br^{-}_{(aq)} + Cl_{2(aq)} \rightarrow Br_{2(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)}$$

يُلاحظ أن الكلور يكتسب الإلكترونات من أيونات البروميد ليكون أيونات الكلوريد، وعندما يفقد أيونا البروميد الإلكترونات تتحد ذرتا البروم برابطة تساهمية لتكوين جزيء  $Br_2$ . إن تكوين الرابطة التساهمية بمشاركة الإلكترونات هو أيضاً تفاعل أكسدة واختزال.

**الأكسدة والاختزال** أطلقت كلمة الأكسدة فيما مضى على التفاعلات التي تتضمن اتحاد المادة بالأكسجين، أما الآن فتعرّف عملية **الأكسدة** على أنها فقدان ذرة المادة للإلكترونات. تفحص مرةً أخرى معادلة تفاعل الصوديوم والكلور الكلية، تلاحظ أن الصوديوم قد تأكسد لأنه فقد إلكترونات.



وحتى يحدث تفاعل الأكسدة يجب أن تُكتسب الإلكترونات التي تفقدها المادة المتأكسدة من قبل ذرات أو أيونات مادة أخرى، وبعبارة أخرى يجب أن تكون هناك عملية مرافقة تتضمن اكتساب الإلكترونات المفقودة. أما عملية **الاختزال** فتعرّف على أنها اكتساب ذرات المادة للإلكترونات. وبالرجوع إلى مثال كلوريد الصوديوم فإن تفاعل الاختزال المرافق لتفاعل الأكسدة هو اختزال الكلور.



إذن فالأكسدة والاختزال عمليتان مترافقتان متكاملتان؛ فلا يحدث تفاعل الأكسدة إلا إذا حدث تفاعل اختزال، ومن المهم جداً التمييز بين تفاعلي الأكسدة والاختزال.

المحلول (b) إلى الكأس ببطء. ثم أضف كمية كافية من  $NH_3(aq)$  بتركيز 15M مع التحريك حتى يذوب الراسب.

نظف الوعاء المراد طلاؤه بغسله بـ 50 mL من حمض النيتريك المركز، ثم بالماء المقطر. واسكب 50 mL من المحلول (c) وجميع محتويات الكأس في الوعاء ليصبح فضياً. ثم حرك الوعاء بشكل دوري بعد إحكام إغلاقه؛ ليبقى السطح مبللاً. سوف يبدأ تكوّن مرآة فضية بعد دقيقة أو دقيقتين. استمر في تدوير الإناء وإمالته حتى تغطي المرآة السطح الداخلي كله. ثم اسكب مزيج التفاعل، واغسل الإناء من الداخل مرتين بهاء الصنبور.

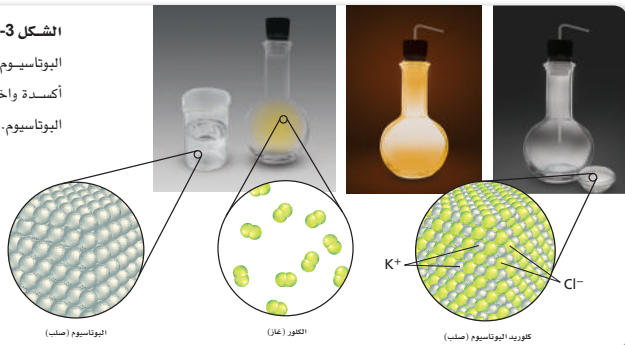
## النتائج

اختزلت أيونات  $Ag^{+}$  إلى ذرات  $Ag$  التي ترسبت داخل وعاء التفاعل.

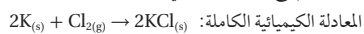
## التحليل

ما تفاعل التأكسد المكمل للتفاعل؟ تتأكسد مجموعة الألددهايد من سكر العنب (ديكستروز) إلى حمض كربوكسيل.

**الشكل 3-6** يتفاعل كل من فلز البوتاسيوم وغاز الكلور تفاعل أكسدة واختزال لتكوين كلوريد البوتاسيوم.



**التغيير في عدد التأكسد** تذكر أن عدد التأكسد لذرة في المركب الأيوني هو عدد الإلكترونات التي فقدتها أو اكتسبتها الذرة عندما كوّنت الأيونات، وأن تفاعل البوتاسيوم مع الكلور، الموضح في الشكل 3-6، هو تفاعل أكسدة واختزال، ومعادلة تفاعل فلز البوتاسيوم مع بخار الكلور هي على النحو الآتي:



المعادلة الكيميائية الكاملة:  $2K_{(s)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2K^+_{(s)} + 2Cl^-_{(s)}$

يوجد البوتاسيوم ضمن عناصر المجموعة الأولى في الجدول الدوري، التي تميل إلى فقد إلكترون واحد في التفاعل؛ بسبب انخفاض كهروسالبيتها، وعدد تأكسدها +1. ومن ناحية أخرى يوجد الكلور ضمن عناصر المجموعة 17 التي تميل إلى اكتساب الإلكترونات؛ لأن لها كهروسالبية عالية، وعدد تأكسدها -1. ففي مفهوم الأكسدة والاختزال يمكنك القول إن ذرات البوتاسيوم قد تأكسدت من حالة الصفر إلى حالة +1؛ لأن كل ذرة فقدت إلكترونًا، واختزلت ذرات الكلور من الصفر إلى الحالة -1، فكل ذرة أو أيون عند اختزاله يقل عدد تأكسده. وعلى العكس من ذلك عندما تتأكسد ذرة أو أيون يزيد عدد تأكسدها. ويعدّ عدد التأكسد أداة يستعملها العلماء لكتابة المعادلة الكيميائية لمساعدتهم على الاحتفاظ بمسار حركة الإلكترونات في تفاعل الأكسدة. ويكتب عدد التأكسد مع الإشارة السالبة أو الموجبة قبل العدد (+2، +3)، في حين تُكتب إشارة الشحنة الأيونية بعد العدد (+2، +3).

عدد التأكسد: +3 الشحنة الأيونية: 3+

**ماذا قرأت؟** حدد أي العناصر أكثر قابلية لاكتساب الإلكترونات: البوتاسيوم أم الكلور؟

#### مهن في الكيمياء

**صانع الفخار** فنان يصنع الفخار، ويستعمل مواد تحتوي على أيونات فلزية لإضفاء الألوان المختلفة على الفخار عند حرقه. وتظهر المواد الزجاجية، التي تحتوي على أيونات النحاس، باللون الأخضر المائل إلى الزرقة عند تأكسدها، وتعطي اللون الأحمر عند حرقها في الفرن.

## التقويم

**الأداء** على الطلاب اختيار فلز لتقصّي خواصه، لذا اطلب إليهم البحث عن خاماته الأولية وكيفية استخراجها وتنقيتها. كما يجب تعريف العوامل المؤكسدة والمختزلة في كل تفاعل ويمكنهم عرض تقرير شفوي على الصف بأعمالهم. **ض م**

**ماذا قرأت؟ الكلور**

## التقويم

**المعرفة** استعمل ما تعلمته في استقصاء كيفية تنظيف الأشياء والأجسام الأخرى غير المصنوعة من الفضة، من خلال تفاعلات الأكسدة والاختزال. **ض م**

### طرائق تدريس متنوعة

**دون المستوى** اشرح كيف يكون استعمال الاختصارات أداة نافعة لتذكّر المفاهيم الصعبة الجديدة، وأشر إلى ذلك في النص. وشارك الطلاب في الطريقة الآتية لمساعدتهم على تذكر ما يحدث خلال تفاعلات الأكسدة والاختزال، فالاختصاران OIL و RIGI مثلاً يذكّران الطلاب أن الأكسدة يعني فقدان الإلكترونات، وأن الاختزال يعني اكتسابها. وشجعهم أيضًا على ابتكار وسائل أخرى تساعدهم على التذكر. **د م**



## تجربة

الهدف يستعمل الطلاب تفاعلات الأكسدة والاختزال لتنظيف الملاعق الفضية من الملوثات، أو تنظيف أشياء أخرى مصنوعة من الفضة.

المهارات العملية تطبيق المفاهيم، المقارنة، الملاحظة والاستدلال.

احتياطات السلامة تأكد من تعبئة الطلاب لبطاقة السلامة في المختبر قبل بدء العمل. وكن حذرًا عند غليان الماء، ولا تتركه يغلي، وأضف الماء عند الحاجة.

التخلص من النفايات يمكن التخلص من رقائق الألومنيوم في سلة النفايات العادية، وذلك إذا لم تكن مدرستك مشتركة في برنامج إعادة التدوير.

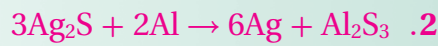
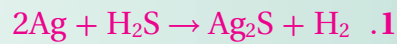
### استراتيجيات التدريس

• إذا لم يتوافر لديك شيء ملوث ومصنوع من الفضة فيمكنك عندئذٍ وضع القليل من المايونيز أو الخردل، على الفضة أو السطوح الفضية؛ حيث تحتوي كلتا المادتين على الكبريتيد، واطركها ليلة واحدة ثم اغسلها بالماء، وامسح بقايا المايونيز والخل.

• اشرح للطلاب أن المركب المسؤول عن التلوث بشكل رئيسي في البيئة هو غالبًا كبريتيد الهيدروجين الذي يتكون عند تحلل المخلفات الحيوانية والنباتية، وكذلك من العمليات الصناعية.

النتائج المتوقعة يُزال التلوث من على الجسم كاملاً وليس من على الجزء المتصل بالألومنيوم فقط.

### التحليل

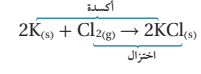


3. للألومنيوم أعلى جهد تأكسد؛ لأنه يتأكسد في التفاعل.

4. يمكن أن تتلف أوعية الألومنيوم.

## العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة Oxidizing and Reducing Agents

يمكن وصف تفاعل البوتاسيوم - الكلور في الشكل 3-6 بأن البوتاسيوم قد تأكسد بواسطة الكلور. المادة التي يحدث لها اختزال (تكتسب إلكترونات) تُسمى عاملًا مؤكسدًا، أما المادة التي يحدث لها أكسدة (تفقد إلكترونات) تُسمى عاملًا مختزلًا؛ لذا فالعامل المختزل في تفاعل البوتاسيوم - الكلور هو البوتاسيوم؛ أي المادة التي تأكسدت.



العامل المختزل: K  
العامل المؤكسد: Cl<sub>2</sub>

ومن التطبيقات الشائعة على تفاعلات الأكسدة والاختزال إزالة الشوائب من الفلزات. وتعدُّ العوامل المؤكسدة والمختزلة الأخرى مفيدة في الحياة اليومية. فعلى سبيل المثال عند إضافة مبيض الغسيل إلى الملابس لتبييضها، فإنك تستعمل محلولاً من هيبوكلوريت الصوديوم NaClO؛ وهو عامل مؤكسد يؤدي إلى أكسدة البقع والأصباغ ومواد أخرى. ويلخص الجدول 1-6 الطرائق المختلفة لوصف تفاعلات الأكسدة والاختزال.

## تجربة

### ملاحظة تفاعل الأكسدة والاختزال

كيف يمكن إزالة الشوائب من الفضة؟

### الخطوات

1. اقرأ نموذج الأمان في المختبر.
2. جِّع قطعة من رقائق الألومنيوم برفق مستعملًا الصوف لإزالة أي طبقة مؤكسدة تغطيها.
3. لف قطعة صغيرة متأكسدة من معدن الفضة برقائق الألومنيوم، وتأكد من التصاق المنطقة المتأكسدة تمامًا برقائق الألومنيوم.
4. ضع القطعة الملفوفة في كأس سعتها 400 mL، وأضف كمية محددة من ماء الصنبور حتى تغطيها تمامًا.
5. أضف مقدار ملعقة من صودا الخبز، ومقدار ملعقة من ملح المائدة إلى الكأس.

الجدول 6-1 ملخص تفاعلات الأكسدة والاختزال	العملية
	<p><b>الأكسدة</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>المادة المتفاعلة تفقد إلكترونًا.</li> <li>يتأكسد العامل المختزل.</li> <li>يزيد عدد التأكسد للتأكسد.</li> </ul>
	<p><b>الاختزال</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>المادة المتفاعلة الأخرى تكتسب إلكترونًا.</li> <li>يختزل العامل المؤكسد.</li> <li>يقل عدد التأكسد للتأكسد.</li> </ul>

6. أمسك الكأس بالماسك وضعها على السخان، وسخّن محتوياتها حتى درجة الغليان، مع الحفاظ على الحرارة لمدة 15 دقيقة تقريبًا حتى تزول الشوائب.
- التحليل**
1. اكتب معادلة تفاعل الفضة مع كبريتيد الهيدروجين، التي تنتج كبريتيد الفضة والهيدروجين.
  2. اكتب معادلة تفاعل كبريتيد الفضة (الشوائب) مع رقائق الألومنيوم والتي تنتج كبريتيد الألومنيوم والفضة.
  3. حدّد أي الفلزات أكثر نشاطًا: الألومنيوم أم الفضة؟ وكيف تعرف ذلك من النتائج؟
  4. هسر لماذا يجب ألا تستعمل أواني الألومنيوم عند تنظيف مواد مصنوعة من الفضة؟

## مشروع الكيمياء

**منظف أنابيب المغاسل** يتكون منظف أنابيب المغاسل من بلورات هيدروكسيد الصوديوم، بالإضافة إلى الألومنيوم. وعند إضافتهما إلى الماء يتفاعل الألومنيوم مع الماء في الوسط القاعدي ويتأكسد. اطلب إلى الطلاب اكتشاف محتويات منظف أنابيب المغاسل السائل، واطلب إليهم أيضًا اكتشاف ما يتكون منه منظف الرغوة الحديث وآلية عمله. **ض م**

## تطوير المفهوم

المعرفة السابقة راجع مع الطلاب مفهوم الكهروسالبية الذي دُرِس سابقاً، واختر مجموعة من الأيونات المتعددة الذرات والمألوفة لدى الطلاب، واطلب إليهم إيجاد قيم الكهروسالبية، وذكرهم بأن الذرة التي تكون قيمة الكهروسالبية لها أعلى ستكون العنصر الأكثر كهروسالبية عند تعيين عدد التأكسد.

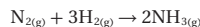
ضم

■ إجابة سؤال الشكل 4-6: F أقوى عامل مؤكسد.

Cs: أقوى عامل مختزل.

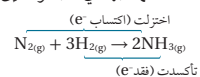
## تفاعلات الأكسدة والاختزال والكهروسالبية Redox and Electronegativity

لا تقتصر تفاعلات الأكسدة والاختزال على تحول ذرات العناصر إلى أيونات أو العكس، بل تتضمن بعض تفاعلات الأكسدة والاختزال تغيرات في الجزيئات أو الأيونات الذرية التي تحدث فيها الذرات تساهمياً بذرات أخرى. فعلى سبيل المثال، تمثل المعادلة الآتية تفاعل الأكسدة والاختزال المستعمل في صناعة الأمونيا  $NH_3$ :



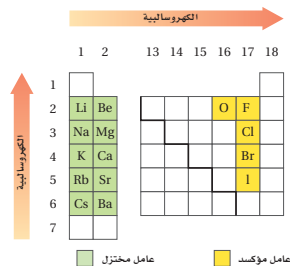
وهذه العملية لا تتضمن أيونات ولا انتقالاً للإلكترونات. فالتفاعلات والناتج جميعها مركبات جزيئية، ومع ذلك يعد تفاعل تأكسد واختزال؛ إذ يعدّ النيتروجين عاملاً مؤكسداً، والهيدروجين عاملاً مختزلاً.

في وضع مثل الأمونيا حيث تتشارك ذرتان في الإلكترونات، كيف يمكننا القول إن إحدى الذرات فقدت الإلكترونات وتأكسدت، في حين اكتسبت الذرة الأخرى الإلكترونات واختزلت؟ للإجابة عن ذلك تحتاج إلى معرفة الذرة التي تجذب الإلكترونات بقوة أكبر، أو بعبارة أخرى معرفة أي الذرات لها كهروسالبية أكبر. يوضح الشكل 4-6 تزايد الكهروسالبية من اليسار إلى اليمين عبر الدورة، وتقل بصورة عامة كلما اتجهنا في المجموعة إلى أسفل.



وتعدّ عناصر المجموعتين 1 و2 ذات الكهروسالبية المنخفضة عوامل مختزلة قوية، وعناصر المجموعة 17 والأكسجين في المجموعة 16 ذات الكهروسالبية العالية عوامل مؤكسدة قوية.

وتساوي كهروسالبية الهيدروجين 2.20 تقريباً، في حين تبلغ كهروسالبية النيتروجين 3.04 تقريباً. ويهدف دراسة تفاعلات الأكسدة والاختزال فإنه كلما زادت كهروسالبية الذرة، مثل النيتروجين في هذه الحالة، يُعامل كما لو اختزل باكتسابه الإلكترونات من الذرة الأخرى وهي الهيدروجين في هذه الحالة. وعلى العكس، فإنّ الذرة الأقل كهروسالبية وهي الهيدروجين قد تأكسدت بفقدانها الإلكترونات لصالح الذرة الأخرى وهي النيتروجين.



**الشكل 4-6** تزداد كهروسالبية العناصر من اليسار إلى اليمين عبر الجدول الدوري، وتقل في الاتجاه نحو أسفل عبر المجموعة الواحدة. وتعدّ العناصر ذات الكهروسالبية المنخفضة عوامل مختزلة قوية، والعناصر ذات الكهروسالبية المرتفعة عوامل مؤكسدة قوية. توقع أي العناصر يمكن أن تكون أقوى بوصفها عوامل مؤكسدة، وأيها أقوى بوصفها عوامل مختزلة؟

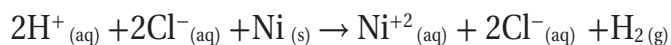
12

## دفتر الكيمياء

**الكيمياء والرسوم المتحركة** اطلب إلى الطلاب أن يرسموا صورة ساخرة (كاريكاتيرية)، أو يكتبوا قصة كوميدية قصيرة لذرة تفقد إلكترونًا لصالح ذرة أخرى، على أن يضمّنوا قصتهم شرحًا يصف أي الذرات تتأكسد وأيها يُختزل. **ضم**

## مثال في الصف

**سؤال** ما العنصر الذي تأكسد، وما العنصر الذي اختزل في المعادلة الآتية؟



حدّد العامل المؤكسد والعامل المختزل في هذه المعادلة.

### الإجابة



الاختزال



التأكسد

يكتسب كل أيون  $\text{H}^+$  إلكترونًا واحدًا ويختزل؛ لذا يعد أيون  $\text{H}^+$  هو العامل المؤكسد.

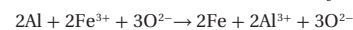
وتفقد كل ذرة  $\text{Ni}$  إلكترونين وتتأكسد، لذا تعد ذرات  $\text{Ni}$  هي العامل المختزل.

### مسائل تدريبية

1. a. اختزال  
b. تأكسد  
c. تأكسد  
d. اختزال
2. a. يتأكسد Br، ويختزل Cl  
b. يتأكسد Ce، ويختزل  $\text{Cu}^{2+}$   
c. يتأكسد Zn، ويختزل  $\text{O}_2$   
d. يتأكسد Na، ويختزل  $\text{H}^+$
3.  $\text{Ag}^+$  هو العامل المؤكسد، و Fe هو العامل المختزل؛ لذا يُختزل أيونات  $\text{Ag}^+$ ، وتتأكسد ذرات Fe.
4. a.  $\text{I}_2$  هو العامل المؤكسد، و Mg هو العامل المختزل.  
b.  $\text{Cl}_2$  هو العامل المؤكسد، و  $\text{H}_2\text{S}$  هو العامل المختزل.

### مثال 6-1

**تفاعلات الأكسدة والاختزال** تمثل المعادلة الآتية تفاعل أكسدة واختزال الألمنيوم والحديد.



حدّد المادة التي تأكسدت والمادة التي اختزلت في هذا التفاعل. حدّد العامل المؤكسد والعامل المختزل.

#### 1 تحليل المسألة

لقد أُعطيت المتفاعلات والنواتج في التفاعل، لذا عليك تحديد انتقال الإلكترونات الحاصل، ثم يمكنك تطبيق تعريف العامل المؤكسد والعامل المختزل للإجابة عن السؤال.

#### 2 حساب المطلوب

حدّد عمليتي التأكسد والاختزال.

فقد الألمنيوم 3 إلكترونات (فقدان الإلكترونات - أكسدة)  $\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3\text{e}^-$   
وأصبح أيون الألمنيوم.

اكتسب الحديد 3 إلكترونات (اكتساب الإلكترونات - اختزال)  $\text{Fe}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$   
فقدتها الألمنيوم.

لأن الألمنيوم تأكسد لذا فهو العامل المختزل، ولأن الحديد اختزل لذا فهو العامل المؤكسد.

#### 3 تقويم الإجابة

تأكسد الألمنيوم في هذه العملية بفقدته الإلكترونات، في حين اختزل الحديد واكتسب الإلكترونات، ومن ثم يتفق تعريف كل من الأكسدة والاختزال والعامل المؤكسد والعامل المختزل مع ما تقدم. لاحظ أن عدد تأكسد الأكسجين لم يتغير في هذا التفاعل؛ لذا لا يعدّ الأكسجين عاملاً مفتاحياً لحل المسألة.

#### مسائل تدريبية

1. حدّد التغيرات، في كل مما يلي سواء أكانت أكسدة أم اختزالاً؟ وتذكر أن  $\text{e}^-$  هو رمز الإلكترون:  
a.  $\text{I}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{I}^-$  . a  
b.  $\text{K} \rightarrow \text{K}^+ + \text{e}^-$  . b  
c.  $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{e}^-$  . c  
d.  $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$  . d
2. حدّد العناصر التي تأكسدت والعناصر التي اختزلت في العمليات الآتية:  
a.  $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$  . a  
b.  $2\text{Ce} + 3\text{Cu}^{2+} \rightarrow 3\text{Cu} + 2\text{Ce}^{3+}$  . b  
c.  $2\text{Zn} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{ZnO}$  . c  
d.  $2\text{Na} + 2\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Na}^+ + \text{H}_2$  . d
3. حدّد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل الآتي:  
 $\text{Fe}(\text{s}) + 2\text{Ag}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Ag}(\text{s})$
4. تحفيز حدّد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل الآتي:  
a.  $\text{Mg}(\text{s}) + \text{I}_2(\text{s}) \rightarrow \text{MgI}_2(\text{s})$  . a  
b.  $\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{S}(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{g})$  . b

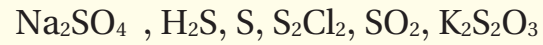
13

### دفتر الكيمياء

**صناعة المعادن** اطلب إلى الطلاب كتابة قائمة بأسماء ثلاثة أشياء مصنوعة من المعادن تُستخدم في حياتهم اليومية، واطلب إليهم البحث في كيفية صناعة هذه المعادن، وأن يكتبوا في دفاترهم تفسيراً لعمليات التأكسد والاختزال التي تتضمنها صناعة المعادن. **ضم**

## التعزيز

عدد التأكسد اكتب مركبات الكبريت الآتية على السبورة:



وأخبر الطلاب أن للكبريت في كل مركب عدد تأكسد مختلفاً، واطلب إليهم أن يرتبوا هذه المواد تبعاً لزيادة عدد تأكسد الكبريت فيها.



## التقويم

المهارة زود الطلاب بعشرة مركبات موضوعة في عبوات شفافة محكمة الإغلاق، على أن تكون الصيغة الجزيئية للمركب مكتوبة على العبوة. ثم اطلب إليهم تحديد عدد تأكسد كل عنصر في كل مركب. وحاول أن تتضمن هذه المركبات مركبات صلبة ملونة، منها:  $\text{CuSO}_4, \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7, \text{NaNO}_3, \text{Co}(\text{NO}_3)_3$  **ض م**

## مختبر الكيمياء

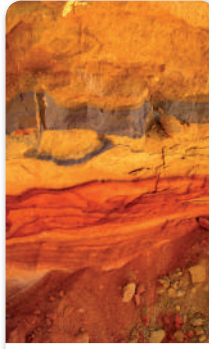
يمكن استعمال مختبر الكيمياء الموجود في نهاية الفصل عند هذه النقطة من القسم.

## تحديد أعداد التأكسد

### Determining Oxidation Numbers

لنفهم جميع أنواع تفاعلات الأكسدة والاختزال لا بد من تعرّف الطريقة التي يتم بها تحديد عدد التأكسد (n) لذرات العناصر الداخلة في التفاعل، ويلخص الجدول 2-6 القواعد التي يستعملها الكيميائيون لتسهيل عملية التحديد.

لاحظ أن الجدول لا يتضمن العناصر الانتقالية وأشباه الفلزات واللافلزات التي قد يكون لها أكثر من عدد تأكسد في المركبات المختلفة. فعلى سبيل المثال للتحديد أعداد تأكسد مختلفة يُستدل عليها من خلال الألوان الموضحة في الشكل 5-6.



الشكل 5-6 صخر يوضح طبقات من الحديد ناتجة عن الاختلاف في حالة تأكسد الحديد.

### الجدول 2-6 قواعد تحديد أعداد التأكسد للعناصر

القاعدة	مثال	عدد التأكسد (n)
1. عدد تأكسد الذرة غير المتحدية يساوي صفراً.	Na, O <sub>2</sub> , Cl <sub>2</sub> , H <sub>2</sub>	0
2. عدد تأكسد الأيون الأحادي الذرة يساوي شحنة الأيون.	Ca <sup>2+</sup>	+2
	Br <sup>-</sup>	-1
3. عدد تأكسد الذرة الأكثر كهروسالبية في الجزيء أو الأيون المعقد هو الشحنة نفسها التي سيكون عليها كما لو كان أيوناً.	NH <sub>3</sub> في N	-3
	NO في O	-2
4. عدد تأكسد العنصر الأكثر كهروسالبية (الفلور) هو دائماً -1 عندما يرتبط بعنصر آخر.	LiF في F	-1
5. عدد تأكسد الأكسجين في المركب دائماً يساوي -2 ما عدا مركبات فوق الأكاسيد كما في المركب فوق أكسيد الهيدروجين H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ، حيث يساوي -1. وعندما يرتبط بالفلور العنصر الوحيد الذي له كهروسالبية أعلى من الأكسجين يكون عدد تأكسده موجياً.	NO <sub>2</sub> في O	-2
	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> في O	-1
	OF <sub>2</sub> في O	+2
6. عدد تأكسد الهيدروجين في معظم مركباته يساوي +1، ما عدا الهيدريدات فيساوي -1.	NaH في H	-1
7. عدد تأكسد فلزات المجموعتين الأولى والثانية والألومنيوم يساوي عدد إلكترونات المدار الخارجي.	K	+1
	Ca	+2
	Al	+3
8. مجموع أعداد التأكسد في المركبات المتعادلة يساوي صفراً.	CaBr <sub>2</sub>	(+2) + 2(-1) = 0
9. مجموع أعداد التأكسد للمجموعات الذرية يساوي شحنة المجموعة.	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	(+4) + 3(-2) = -2

**تحديد أعداد التأكسد** استعمل قواعد تحديد أعداد التأكسد لحساب عدد التأكسد لكل عنصر في مركب كلورات البوتاسيوم  $KClO_3$  وفي أيون الكبريتيت  $SO_3^{2-}$ .

**1 تحليل المسألة**

أعطيت أعداد التأكسد في قواعد تحديد أعداد التأكسد لكل من الأكسجين والبوتاسيوم، وأعطيت الشحنة الكلية للأيون أو المركب. استخدم هذه المعلومات، وطبق القواعد، وحدد عدد التأكسد لكل من الكلور والكبريت (اجعل n عدد التأكسد للعنصر في السؤال).

**المطلوب**

$n_{Cl} = ?$   
 $n_S = ?$

**المعطيات**

$KClO_3$   
 $SO_3^{2-}$   
 $n_O = -2$   
 $n_K = +1$

**2 حساب المطلوب**

بين أعداد التأكسد لكل من العناصر المعروفة، واجعل مجموع أعداد التأكسد للعناصر في المركب أو الأيون مساوية للصفر أو لشحنة الأيون، ثم جد القيمة المجهولة من أعداد التأكسد.

مجموع أعداد التأكسد للمركب المتعادل هو صفر.

$$(n_K) + (n_{Cl}) + 3(n_O) = 0$$

$$(+1) + (n_{Cl}) + 3(-2) = 0$$

$$1 + n_{Cl} + (-6) = 0$$

$$n_{Cl} = +5$$

ولفترات المجموعة الأولى يكون  $n = +1$ .

$$n_K = +1, n_O = -2$$

جد قيمة  $n_{Cl}$ .

مجموع أعداد التأكسد للأيون المتعدد الذرات يساوي شحنة الأيون.

$$(n_S) + 3(n_O) = -2$$

$$(n_S) + 3(-2) = -2$$

$$n_S + (-6) = -2$$

$$n_S = +4$$

عوض  $n_O = -2$

جد قيمة  $n_S$ .

**3 تقويم الإجابة**

لقد طبقت قواعد حساب أعداد التأكسد تطبيقاً صحيحاً. فجميع أعداد التأكسد لكل عنصر أخذت القيمة الصحيحة لها.

**مسائل تدريبية**

- حدد عدد التأكسد للعنصر المكتوب بلون داكن في الصيغ الجزيئية الآتية:  
a.  $NaClO_4$     b.  $AlPO_4$     c.  $HNO_2$
- حدد عدد التأكسد للعنصر المكتوب بلون داكن في صيغ الأيونات الآتية:  
a.  $NH_4^+$     b.  $AsO_4^{3-}$     c.  $CrO_4^{2-}$
- حدد عدد التأكسد للنيتروجين في الجزيئات الآتية:  
a.  $NH_3$     b.  $KCN$     c.  $N_2H_4$
- تحفيز حدد التغير الكلي في عدد تأكسد كل من العناصر في معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:  
a.  $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$   
b.  $Cl_2(g) + ZnI_2(s) \rightarrow ZnCl_2(s) + I_2(s)$   
c.  $CdO(s) + CO(g) \rightarrow Cd(s) + CO_2(g)$

**مثال في الصف**

**سؤال** أوجد عدد تأكسد كل ذرة عنصر في  $NH_4NO_3$  و



**الإجابة**



**مجموع أعداد التأكسد في المركب يساوي صفرًا**

$$N(\text{الأمونيوم}) + 4H + N(\text{النترات}) + 3O = \text{صفر}$$

من القاعدة:  $H=+1$ ،  $N(\text{الأمونيا}) = -3$  و  $O = -2$ ، العنصر

الوحيد المجهول عدد تأكسده هو  $N$  (في النترات)

$$-3 + 4(+1) + (N) + 3(-2) = 0.0$$

$$(N) + 4 - 9 = 0.0$$

$$N - 5 = 0.0$$

$$N = +5$$



**مجموع أعداد التأكسد يجب أن يكون مساويًا لشحنة الأيون السالب.**

$$2Cr + 7O = -2$$

من القاعدة  $O = -2$ ، والقيمة المجهولة هي عدد التأكسد لـ  $Cr$ .

$$2Cr + 7(-2) = -2$$

$$2Cr - 14 = -2$$

$$12 = 2Cr = 14 - 2$$

$$Cr = \frac{12}{2} = +6$$

**مسائل تدريبية**

5. a. +7    b. +5    c. +3

6. a. -3    b. +5    c. +6

7. a. -3    b. -3    c. -2

8. a. C، +4، O، -2

b. I، +1، Cl، -1، Zn، لا تغيير

c. Cd، -2

C، +2

O، لا تغيير

**طرائق تدريس متنوعة**

**دون المستوى** اطلب إلى الطلاب الذين يجدون صعوبة في حل المسائل 5، 6، 7، أن يكتبوا رقم القاعدة لتحديد أعداد التأكسد. واطلب إليهم أيضًا أن يحددوا سبب اختيارهم هذه القاعدة مما يساعدهم على التركيز على المهمة، ويزودهم بطريقة أكثر تحديدًا لمساعدتهم على الإجابة عن السؤال. **دم**

### 3. التقويم

#### التحقق من الفهم

اكتب المعادلة الآتية على السبورة، واطلب إليهم تحديد قيمة عدد التأكسد لكل عنصر، ثم تحديد العامل المؤكسد والعامل المختزل:  $4Fe + 3O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3$

يتغير عدد تأكسد الحديد Fe من صفر إلى +3، ويتغير عدد تأكسد الأكسجين من صفر إلى -2. وبذلك يكون الأكسجين هو العامل المؤكسد ويتم اختزاله، ويكون الحديد هو العامل المختزل ويتم أكسدته. **ض م**

#### إعادة التدريس

اطلب إلى الطلاب إعداد جدول بعمودين، يعنون أحدهما بـ "الأكسدة"، ويعنون الآخر بـ "الاختزال". واطلب إليهم إكمال الجدول من خلال الإجابة عن الأسئلة الآتية:

a. ما الذي يحدث للإلكترونات عندما تحدث عملية الأكسدة؟ **تفقد ذرات المادة الإلكترونات.** وما الذي يحدث للإلكترونات عندما تحدث عملية الاختزال؟ **تكتسب ذرات المادة الإلكترونات.**

b. ما الذي يحدث لشحنة الذرة التي تتعرض للأكسدة؟ **تزيد شحنتها.** وما الذي يحدث لشحنة الذرة التي تتعرض للاختزال؟ **تقل شحنتها.**

c. أي العمليتين تعطي العامل المؤكسد؟ **الاختزال،** وأيها تعطي العامل المختزل؟ **التأكسد.**

### التقويم 1-6

9. إذا فقدت ذرة إلكترونًا فلا بد من وجود مادة أخرى تكتسب الإلكترون المفقود.

10. يؤدي العامل المؤكسد إلى تأكسد عامل آخر، وذلك بانتزاع الإلكترونات منه، أما العامل المختزل فيختزل المادة الأخرى بمنحها إلكترونات.

11.  $2Fe + 6HBr \rightarrow 2FeBr_3 + 3H_2$  يتأكسد Fe، ويختزل H.

12. a. +5      b. -3      c. +5      d. +6

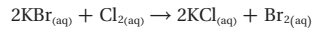
13. a. +7      b. +7      c. +3      d. -3

14. عندما نتجه إلى أسفل في الجدول الدوري ضمن المجموعة الواحدة، يزداد الميل نحو فقد الإلكترونات، وبذلك تزداد قابلية الاختزال.

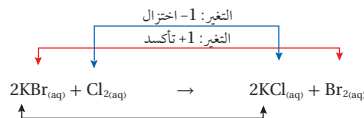
عدد التأكسد	+1	+2	+3	-1	-2
الألمنيوم			×		
الباريوم		×			
البروم				×	
الكاديوم		×			
الكالسيوم		×			
السترونسيوم			×		
الكلور				×	
الفلور				×	
الهيدروجين			×		
اليود			×		
الليثيوم					×
الماغنسيوم		×			
الأكسجين				×	
البوتاسيوم			×		
الصدويوم			×		
الفضة			×		
الإسترونتيوم		×			

### أعداد التأكسد في تفاعلات الأكسدة والاختزال Oxidation Numbers in Redox Reactions

بعد أن درست أعداد التأكسد عليك أن تكون قادرًا على الربط بين تفاعلات الأكسدة والاختزال والتغير في عدد التأكسد. وبالرجوع إلى معادلة التفاعل الذي شاهدته في بداية الدرس وهو استبدال البروم بالكلور  $Cl_2$  في محلول بروميد البوتاسيوم KBr.



ابدأ أولاً بتحديد عدد التأكسد لجميع العناصر في المعادلة الموزونة مستخدمًا الجدول 3-6، ثم راجع التغيرات كما هو موضح في المعادلة أدناه.



لاحظ أن عدد تأكسد البروم قد تغير من -1 إلى صفر، بزيادة مقدارها 1. وقد تغير في الوقت نفسه عدد تأكسد الكلور من صفر إلى -1؛ أي قل بمقدار 1؛ لذا اختزل الكلور وتأكسد البروم.

عندما تتأكسد الذرة يزيد عدد التأكسد، وعندما تختزل يقل عدد التأكسد. لاحظ أنه ليس هناك تغير في عدد تأكسد البوتاسيوم؛ لأن أيون البوتاسيوم لا يشترك في التفاعل؛ لذا يُعد أيونًا متفرجًا.

### التقويم 1-6

#### الخلاصة

- فسر لماذا يجب أن يحدث تفاعلا الأكسدة والاختزال دائمًا معًا؟
- صف دور كل من العوامل المؤكسدة والمختزلة في تفاعلات الأكسدة والاختزال. وكيف يتغير كل منهما في التفاعل؟
- اكتب معادلة تفاعل فلز الحديد مع حمض الهيدروبروميك لتكوين بروميد الحديد III وغاز الهيدروجين. ثم حدّد التغير الكلي في عدد تأكسد العنصر الذي اختزل والعنصر الذي تأكسد.
- حدّد عدد التأكسد للعنصر الذي يظهر باللون الداكن في المركبات الآتية: a.  $HNO_3$       b.  $Ca_3N_2$       c.  $Sb_2O_5$       d.  $CuWO_4$
- حدّد عدد التأكسد للعنصر الذي يظهر باللون الداكن في الأيونات الآتية: a.  $IO_4^-$       b.  $MnO_4^-$       c.  $B_4O_7^{2-}$       d.  $NH_2^-$
- الرسم البياني واستعمله تعدّد الفلزات القلوية عوامل مختزلة قوية. ارسم رسمًا بيانيًا توضح فيه كيف تزداد أو تقل قابلية الفلزات القلوية للاختزال كلما اتجهنا أسفل المجموعة ابتداءً من الصوديوم حتى الفرانسيوم.

16

### التوسع

اطلب إلى الطلاب البحث في تفاعلات الأكسدة والاختزال التي تحدث في الفرن اللاصق، وأن يصمموا ملصقًا يوضحون فيه هذه العملية، ويشيروا إلى العوامل المؤكسدة والمختزلة في كل تفاعل. **ض م**

# 2-6

## 1. التركيز

### شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (20) الواردة في مصادر التعلم للفصول (6-9)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: **دم**

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

### الفكرة الرئيسية

**حفظ الشحنة** راجع مع الطلاب قانون حفظ المادة، واطلب إليهم ربط القانون بالمعادلات الكيميائية. **كتلة المواد المتفاعلة تساوي كتلة المواد الناتجة.** وأخبرهم أن الشحنة محفوظة في التفاعل الكيميائي أيضاً. **ضم**

## 2. التدريس

### المفاهيم الشائعة غير الصحيحة

يميل الطلاب عند التفكير في تفاعل الأكسدة والاختزال إلى معرفة ما يتأكسد وما يُختزل.

### استكشاف المفاهيم الشائعة غير الصحيحة

قد يعتقد الطلاب أنه لا وجود لأيونات  $H^+$ ، وأيونات  $OH^-$  وجزيئات الماء التي تستعمل لوزن معادلة التفاعل، وأن هذه المواد قد أضيفت لتسهيل وزن المعادلة؛ لذا ذكرهم بأن أغلب تفاعلات الأكسدة والاختزال هي تفاعلات تحدث في محاليل مائية، وتتضمن الأحماض ( $H^+$ ) أو القواعد ( $OH^-$ ).

### عرض المفهوم

ابدأ بكتابة التفاعل الأصلي الكامل (الحمض / القاعدة / الماء) قبل أن تبسط التفاعل في صورة معادلة التفاعل الأيوني الكلية، ثم وضح كيف تستعمل هذه المعادلة في إكمال خطوات الوزن. وأخيراً ساعد الطلاب على الربط بين معادلة التفاعل الموزونة مستعملاً الطرائق التي تم تعلمها في هذا القسم مع التفاعل الأصلي.

### تقويم المعرفة الجديدة

أعط الطلاب تفاعلاً، واطلب إليهم أن يشرحوا سبب استعمال أيونات  $H^+$  وأيونات  $OH^-$  والماء لوزن تفاعل الأكسدة والاختزال. **ضم**

## 2-6

### الأهداف

- تربط التغير في عدد التأكسد بانتقال الإلكترونات.
- تستعمل التغير في عدد الأكسدة لوزن معادلات الأكسدة والاختزال.
- تزن معادلة الأكسدة والاختزال الأيونية الكلية مستعملاً طريقة نصف التفاعل.

### مراجعة المفردات

المعادلة الأيونية الكلية: معادلة أيونية تتضمن الجسيمات المشاركة في التفاعل فقط.

### المفردات الجديدة

طريقة عدد التأكسد  
نصف التفاعل

### وزن معادلات الأكسدة والاختزال

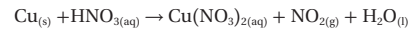
### Balancing Redox Reactions

**المفكرة الرئيسية** تصبح معادلات الأكسدة والاختزال موزونة عندما تكون الزيادة الكلية في أعداد التأكسد مساوية للانخفاض الكلي في أعداد التأكسد للذرات الداخلة في التفاعل.

**الربط مع الحياة** عندما تفسد المواد الدهنية في الأطعمة، يقال إنها أصبحت حمضية؛ إذ تكسر الجزيئات الكبيرة خلال تفاعلات الأكسدة والاختزال منتجة راحة كريهة. وتعد المعادلة الخاصة بهذه العملية معقدة جداً، ولكننا نستطيع وزنها باستعمال القواعد نفسها التي استعملناها في وزن المعادلات الأيسب.

### طريقة عدد التأكسد The Oxidation-Number Method

يجب وزن المعادلات الكيميائية لتوضيح الكميات الصحيحة للمتفاعلات والنواتج. لذا ادرس المعادلات غير الموزونة الآتية للتفاعل الذي يحدث عندما يوضع النحاس في محلول مركز من حمض النيتريك، كما في الشكل 6-6. ينتج غاز بُني اللون هو ثاني أكسيد النيتروجين  $NO_2$  من اختزال أيونات النترات  $NO_3^-$ ، أما المحلول الأزرق فينتج عن تأكسد النحاس  $Cu$  إلى أيون النحاس (III)  $Cu^{2+}$ .



لاحظ أن الأكسجين يظهر فقط في مادة متفاعلة واحدة هي  $HNO_3$ ، ولكنه يظهر في النواتج الثلاثة جميعها، أما النيتروجين فيظهر في  $HNO_3$  وفي اثنين من النواتج. مثل معادلة الأكسدة والاختزال هذه التي يظهر فيها العنصر نفسه في عدة مواد متفاعلة وناتجة يصعب وزنها. وكما تعلم، فعندما تفقد الذرة الإلكترونات يزداد عدد تأكسدها، وعندما تكتسب الذرة الإلكترونات يقل عدد تأكسدها. ويجب أن يساوي عدد الإلكترونات المكتسبة عدد الإلكترونات المفقودة. ولذا يجب أن يكون مجموع الزيادة في عدد التأكسد مساوياً لمجموع الانخفاض في أعداد التأكسد للذرات المشتركة في التفاعل. وتسمى مثل هذه الطريقة **طريقة عدد التأكسد**، وتعتمد على المبادئ في الجدول 6-4.

الجدول 6-4	طريقة عدد التأكسد
حدّد أعداد التأكسد لجميع الذرات في المعادلة.	
حدّد الذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت.	
حدّد التغير في عدد التأكسد للذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت.	
اجعل التغير في أعداد التأكسد متساوياً في القيمة؛ وذلك بضبط المعاملات في المعادلة.	
استعمل الطريقة التقليدية في وزن المعادلة الكيميائية الكلية، إذا كان ذلك ضرورياً.	

17

**الشكل 6-6** من الصعب أحياناً وزن بعض المعادلات الكيميائية كما في تفاعلات الأكسدة والاختزال بين النحاس وحمض النيتريك؛ لأن العناصر تظهر أكثر من مرة في كل جهة من المعادلة.



### طرائق تدريس متنوعة

**تعلموا اللغة** اطلب إلى الطلاب أن يجمعوا صوراً لإعلانات حول عمليات متنوعة تتضمن تفاعلات الأكسدة والاختزال، أو تلك التي تنتج عنها. قد تتضمن الأمثلة إعلانات المبيضات المنزلية أو المنظفات التي تتضمن المواد القاصرة للألوان والدهانات، والشحوم التي تقي من الصدأ، ومضادات الأكسدة التي توجد في الأطعمة وفي آلات التصوير والأفلام. ثم اطلب إليهم تسمية هذه الأشياء ووصفها بلغتهم الخاصة. اطلب إليهم أيضاً أن يبحثوا عن اشتقاق مصطلح الأكسدة والاختزال، والتأكيد على أن لغة الكيمياء لغة عالمية. زودهم بأسماء كيميائية ورموز لبعض المفردات مشيراً إلى أنها لا تتغير بتغير اللغة المحلية. **ضم**

طريقة عدد التأكسد زن معادلة الأكسدة والاختزال الآتية:  $\text{Cu}_{(s)} + \text{HNO}_{3(aq)} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2(aq) + \text{NO}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$

**1 تحليل المسألة**

استخدم قواعد تحديد عدد التأكسد، ويجب أن تتساوى زيادة عدد التأكسد للذرات المتأكسدة مع نقصان عدد التأكسد للذرات المختزلة.  
ثم اضبط المعاملات لوزن المعادلة.

**2 حساب المطلوب**

حدّد أعداد التأكسد للذرات كلها في المعادلة:

يزداد عدد التأكسد للنحاس من صفر إلى +2.

ويقل عدد التأكسد للنيتروجين من +5 إلى +4.

حدّد أعداد التأكسد للذرات كلها في المعادلة:

Cu تأكسدت N اختزلت H لم تتغير O لم تتغير N لم تتغير في أيون النترات  $\text{NO}_3^-$

حدّد التغيرات في عدد التأكسد لجميع الذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت.

تأكسد النحاس؛ لأنه خسر إلكترونات

اختزل النيتروجين؛ لأنه اكتسب إلكترونات

التغير في عدد تأكسد Cu = +2

التغير في عدد تأكسد N = -1

اجعل التغير في أعداد التأكسد متساويًا في القيمة؛ وذلك بضبط المعاملات في المعادلة:

لما كان التغير في عدد التأكسد لـ N هو -1، فإنه يجب إضافة المعامل 2

إلى الوزن. وهذا المعامل ينطبق على كل من  $\text{HNO}_3$  و  $\text{NO}_2$ .

استعمل الطريقة التقليدية في وزن بقية المعادلة:

يجب زيادة معامل  $\text{HNO}_3$  من 2 إلى 4 لموازنة 4

ذرات نيتروجين في النواتج.

أضيف المعامل 2 إلى  $\text{H}_2\text{O}$  لموازنة 4 ذرات

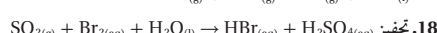
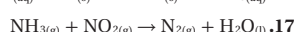
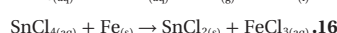
هيدروجين في الجهة اليسرى.

**3 تقويم الإجابة**

عدد ذرات كل عنصر متساوية على جانبي المعادلة.

**مسائل تدريبية**

استعمل طريقة عدد التأكسد في وزن معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:



**مثال في الصف**

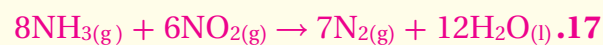
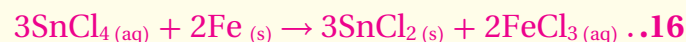
سؤال زن معادلة الأكسدة والاختزال الآتية؟



الإجابة



**مسائل تدريبية**



**دفتر الكيمياء**

**الاتزان في الحياة** كلف الطلاب أن يكتبوا كتابة حرة يصفون من خلالها ميل بيئتنا الطبيعية إلى التوازن. قد يعدون قوائم بأشياء من حولنا تظهر متوازنة، أو يكتبون مقالاً حول أهمية الاتزان في عالمنا. اطلب إليهم كذلك وصف عواقب عدم الاتزان. **ضم م**



## مختبر تحليل البيانات

### حول التجربة

• راجع قوانين الغازات وتطبيقاتها على الحجم ودرجة الحرارة، وكذلك على الانفجارات، ثم فسر تفاعل الفعل ورد الفعل في محركات الصواريخ، حيث تتمدد الغازات بزيادة درجة الحرارة، وعندما يصطدم الغاز بالسطح العلوي فإنه يدفع المركبة الفضائية إلى أعلى (الفعل)، وعندئذ يدفع السطح جسيمات الغاز إلى أسفل (رد الفعل). وكلما ارتفعت سخونة درجة حرارة الغاز كانت القوة أكبر.

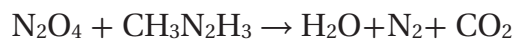
• يتميز الوقود الصلب بالكثافة العالية لجسيماته؛ لذا يمكن أن يوضع بكميات كبيرة في خزانات أكبر مما لو كان في حالة أخرى كالمسائل مثلاً. وبعد أن يُحرق المقدار الضخم من الوقود يتم التخلص من خزاناته الثقيلة؛ لذا تصبح المركبة أخف.

### التفكير الناقد

1.  $6\text{NH}_4\text{ClO}_4(\text{s}) + 10\text{Al}(\text{s}) \rightarrow 5\text{Al}_2\text{O}_3(\text{g}) + 6\text{HCl}(\text{g}) + 3\text{N}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
2. يتأكسد النيتروجين والألومنيوم، ويختزل الكلور.
3. لذا يمكن أن يوضع بكميات كبيرة في خزانات أكبر مما لو كان في حالة أخرى كالمسائل مثلاً. وبعد أن يُحرق المقدار الضخم من الوقود يتم التخلص من خزاناته الثقيلة، لذا تصبح المركبة أخف.
4.  $4.16 \times 10^6 \text{ mol H}_2\text{O}$

## التقويم

المعرفة اطلب إلى الطلاب موازنة معادلات الدفع التلقائية التي يستعملها المكوك في مداره. علماً أن مادة الوقود هي أحادي ميثيل الهيدرازين، والمادة المؤكسدة هي أكسيد النيتروجين الرباعي.



إن أعداد تأكسد الكربون والنيتروجين في المركب  $\text{CH}_3\text{N}_2\text{H}_3$  هي -4، -1، على التوالي. **فام**

## مختبر تحليل البيانات

\* مبنية على بيانات واقعية

### حل واستنتج

كيف تعمل تفاعلات الأكسدة والاختزال على إطلاق المكوك الفضائي؟ يكسب المكوك الفضائي 72% تقريباً من قوة اندفاعه من صواريخ الإطلاق التي تستعمل الوقود الصلب خلال الدقيقتين الأوليين من عملية إطلاق الصاروخ، ويرتبط صاروخان على هيئة قلم الرصاص معاً من كلا الجانبين بخزان الهيدروجين السائل ووقود الأكسجين. ويحتوي كل صاروخ على 499,000 kg تقريباً من مزيج الدفع.

### البيانات والملاحظات

مزيج الدفع في صواريخ الإسناد	
النسبة المئوية	المكونات
69.6	فوق كلورات الأومنيوم
16	ألومنيوم
0.4	المادة المحفزة
12.04	الأسمنت
1.96	معامل المعالجة

أخذت هذه البيانات من:

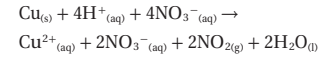
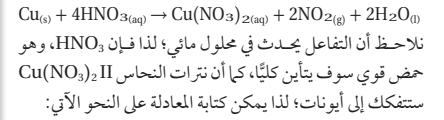
"Dumoulin, Jim. "Solid Rocket Boosters." NSTS Shuttle Reference Manual. 1988

### التفكير الناقد

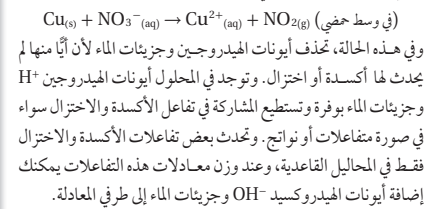
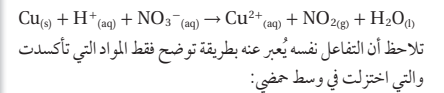
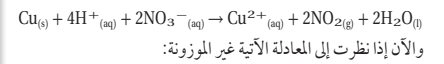
1. زن استعمل طريقة عدد التأكسد في وزن المعادلة الكيميائية لتفاعل صاروخ الإسناد.  
 $\text{NH}_4\text{ClO}_4(\text{s}) + \text{Al}(\text{s}) \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{HCl}(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
2. حدّد أي العناصر تأكسدت، وأنها اختزلت؟
3. استدل ما مزاي استعمل تفاعل وقود الصواريخ الصلب (SRB) solid rocket boosters في الدقيقتين الأوليين من الإطلاق؟
4. احسب ما عدد مولات بخار الماء الناتجة عن تفاعل واحد من (SRB)؟

## وزن معادلات الأكسدة والاختزال الأيونية الكلية Balancing Net Ionic Redox Equations

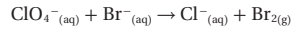
يفضل الكيميائيون في بعض الأحيان التعبير عن تفاعلات الأكسدة والاختزال بأبسط ما يمكن، كما في المعادلات التي توضح عمليات الأكسدة والاختزال فقط. وبالرجوع مجدداً إلى المعادلة الموزونة لتفاعل تأكسد النحاس في محلول حمض النيتريك:



توجد أربعة أيونات من النترات في طرف المواد المتفاعلة؛ اثنان منها فقط قد تغيرا إلى ثاني أكسيد النيتروجين، وبقي الأيونان الآخران متفجرين، بحيث يمكن حذفها من المعادلة. ولتبسيط الأمور، يكتب الكيميائيون أيونات الهيدروجين في صورة  $\text{H}^+(\text{aq})$  مع الاتفاق على وجودها في صورة  $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ . والآن يمكن كتابة المعادلة لبيان المواد المشتركة في التفاعل على النحو الآتي:



وزن معادلة الأكسدة والاختزال الأيونية الكلية زن معادلة الأكسدة والاختزال الآتية:

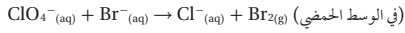


### 1 تحليل المسألة

استعمل قواعد تحديد عدد الأكسدة. يجب أن تتساوى الزيادة في عدد الأكسدة للذرات التي تأكسدت مع النقصان في عدد الأكسدة للذرات التي اختزلت. يحدث التفاعل في وسط حمضي، اضبط المعاملات لوزن التفاعل.

### 2 حساب المطلوب

حدّد أعداد الأكسدة لجميع الذرات في المعادلة.



استعمل القواعد في الجدول 1-2

حدّد الذرات التي اختزلت والذرات التي تأكسدت.

Br تأكسدت

ازداد عدد تأكسد البروم من -1 إلى الصفر

Cl اختزلت

نقص عدد تأكسد الكلور من +7 إلى -1.

حدّد التغير في عدد الأكسدة للذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت. التغير في عدد الأكسدة:

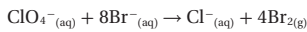
+1 = Br التغير في عدد تأكسد

ازداد عدد تأكسد البروم من -1 إلى الصفر

-8 = Cl التغير في عدد تأكسد

نقص عدد تأكسد الكلور من +7 إلى -1.

اجعل التغير في قيم عدد الأكسدة متساويًا، وذلك بضبط معاملات المعادلة:

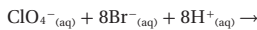


بما أن التغير في عدد التأكسد لـ Br هو +1؛ لذا يجب أن تضيف المعامل

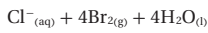
8 لوزن المعادلة الكيميائية. 4Br<sub>2</sub> تمثل 8 ذرات Br بوزن 8Br في

الجانب الأيسر.

أضف عددًا كافيًا من أيونات الهيدروجين وجزئيات الماء إلى المعادلة؛ لوزن ذرات الأكسجين على طرفي المعادلة:



بما أنك تعرف أن التفاعل يتم في وسط حمضي، يمكنك



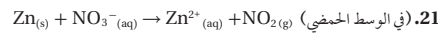
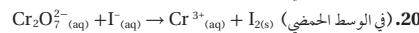
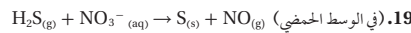
إضافة أيونات الهيدروجين H<sup>+</sup> إلى طرفي المعادلة.

### 3 تقويم الإجابة

عددا ذرات كل عنصر متساويان في كلا طرفي المعادلة. وكما في المعادلة الأيونية فإن الشحنة الكلية في الطرف الأيمن تساوي الشحنة الكلية في الطرف الأيسر.

### مسائل تدريبية

استعمل طريقة عدد الأكسدة في وزن المعادلات الأيونية الكلية الآتية:



20

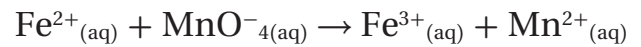
## الخلفية النظرية للمحتوى

الإطلاق يتكون المكوّن الفضائي من المسبار؛ الذي يقيم فيه رواد الفضاء، والخزان الخارجي الذي يحمل مليوني لتر من الهيدروجين والأكسجين السائل، واثنين من صواريخ الوقود الصلب (SRBs) المعززة والتي يحتوي كل منهما على 495.000 kg من الوقود؛ لذا فإن النظام الكلي فوق منصة الإطلاق يزن مليوني كجم تقريبًا.

إن تفاعل فوق كلورات الأمونيوم والألومنيوم طارد لكميات هائلة من الحرارة، ونواتجه ذات كتلة أكبر كثيرًا من كتلة نواتج تفاعل الماء الذي يحدث في الخزان الخارجي. وعندما تنطلق هذه الجزئيات الثقيلة فإنها تزود المكوّن بالمقدار الذي يحتاج إليه دفعه نحو الفضاء.

### مثال في الصف

سؤال زن معادلة تفاعل الأكسدة والاختزال الآتية:



(في وسط حمضي)

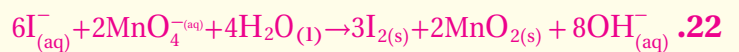
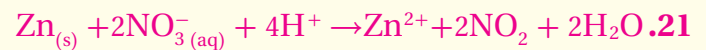
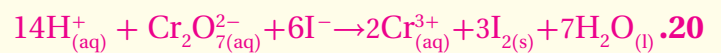
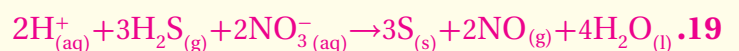
الإجابة



## مشروع الكيمياء

**الأكسدة والاختزال في المنزل** تتوافر قطع القماش التي تستعمل لمنع أكسدة الفضة والمعادن الأخرى في قسم المنظفات المنزلية في العديد من محال بيع المواد المنزلية. لذا اطلب إلى الطلاب البحث عن أنواع هذه القطع من الأقمشة، وتعرّف طريقة عملها في منع أكسدة المعادن، واطلب إليهم أيضًا كتابة ملصق إعلاني لإحدى هذه المواد. **ف م**

### مسائل تدريبية



## عرض سريع

**السخان** استعمل سخان الطعام العديم اللهب FRH (flameless ration heater) لتوضيح للطلاب كيف تكون تفاعلات الأكسدة والاختزال مفيدة؛ حيث توفر هذه التفاعلات في السخان الحرارة التي يحتاج إليها طهو الطعام في الظروف التي لا تتوفر فيها النار لهذا الهدف.

اعرض سخان FRH، واطلب إلى الطلاب وصف ما يلاحظونه في دفاتر الكيمياء. أحد التفاعلات التي تحدث في سخان FRH هو:

حرارة  $Mg + H_2O \rightarrow Mg(OH)_2 + H_2 +$  ، ثم اطلب إليهم موازنة معادلة هذا التفاعل بطريقة نصف التفاعل.

ض م

## التقويم

الأداء اطلب إلى الطلاب أن يبحثوا في أحد موضوعات الأكسدة والاختزال الآتية ويكتبوا تقريراً حوله: اختبار التنفس، التصوير الأبيض والأسود، استعمال المبيض في غرفة الغسيل، فوق أكسيد الهيدروجين بوصفه مطهرًا، الضوء الخافت. واطلب إليهم أيضًا تفسير مبادئ الأكسدة والاختزال وكتابة معادلات تفاعلات الأكسدة والاختزال لبعض هذه المواد. ض م

## تطوير المفهوم

التوازن نظم طلاب الصف في مجموعات ثنائية، وأحضر عددًا كافيًا من بطاقات الفهرسة كتب عليها معادلات تفاعلات، واطلب إلى كل مجموعة موازنة معادلة التفاعل بصورة مستقلة، ثم مقارنتها بأعمال أفراد المجموعات الأخرى ومناقشتهم في ذلك.

ض م تعلم تعاوني



الشكل 6-7 تُصدر بعض الكائنات الحية ضوءًا لأهداف مختلفة: لجذب الإنساث، أو للدفاع عن الصغار. ويساعد الضوء المنبعث على الرؤية والتمييز والإدراك.

### المفردات

الاستعمال العلمي مقابل

الاستعمال الشائع

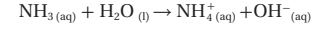
المواد (Species)

الاستعمال العلمي يطلق هذا التعبير في الكيمياء على أي جسيمات متضمنة في العملية: يتفاعل نوعان مختلفان من المواد في تفاعلات الاتحاد لتكوين مركب مفرد. الاستعمال الشائع صنف من الأفراد يملكون صفات أو قدرات معينة.

**الربط علم الأحياء** فيم تشترك أسماك أعماق المحيط والذباب الناري مع البكتيريا المضيئة؟ إن هذه الأنواع من الكائنات -وكائنات أخرى- تطلق الضوء والضوء المنبعث ما هو إلا تحويل لطاقة الوضع في الروابط الكيميائية إلى طاقة ضوئية خلال تفاعلات الأكسدة والاختزال. وينبعث الضوء بوسائط مختلفة اعتمادًا على أنواع الكائنات. ففي الذباب الناري الموضح في الشكل 6-7، ينتج الضوء عن تأكسد جزيئات اللوسيفيرين Luciferin. ولا يزال العلماء يكتشفون سر الإضاءة الحيوية؛ فبعض الكائنات المضيئة تطلق الضوء باستمرار، في حين تطلق الكائنات الأخرى ضوءًا عندما تتعرض للمضايقة. ويبدو أن بعض أسماك أعماق البحار وقناديل البحر لها قدرة على التحكم في الضوء الذي تطلقه.

### وزن معادلة الأكسدة والاختزال باستعمال طريقة نصف التفاعل Balancing Redox Reactions Using Half-Reactions

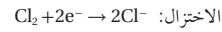
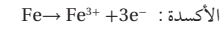
المواد في الكيمياء هي أي جسيمات توجد في المعادلة؛ حيث يوجد في معادلة الاتزان الآتية:



أربعة أنواع من المواد، هي جزيئات  $H_2O$  و  $NH_3$ ، وأيونان من  $NH_4^+$  و  $OH^-$ . وتحدث تفاعلات الأكسدة والاختزال عندما توجد مواد قادرة على منح الإلكترونات (عوامل مختزلة) لمواد أخرى قريبة منها، ولها قدرة على كسب هذه الإلكترونات (عوامل مؤكسدة). فعلى سبيل المثال يمكن للحديد أن يختزل أنواعًا عدة من العوامل المؤكسدة، بما فيها الكلور.



وفي هذا التفاعل تتأكسد كل ذرة حديد بفقدان 3 إلكترونات لتصبح أيون  $Fe^{3+}$ . وفي الوقت نفسه، فإن كل ذرة كلور في  $Cl_2$  تختزل باكتسابها إلكترونًا واحدًا لتصبح أيون  $Cl^-$ .



تمثل هذه المعادلات أنصاف تفاعلات؛ حيث يُمثل كل نصف تفاعل أحد جزأي تفاعل الأكسدة والاختزال؛ أي تفاعل الأكسدة أو تفاعل الاختزال. ويبين الجدول 6-5 التنوع في أنصاف تفاعلات الاختزال التي تتضمن تأكسد  $Fe^{3+}$  إلى  $Fe^{2+}$ .

الجدول 6-5 تفاعلات الأكسدة والاختزال التي يحدث فيها تأكسد الحديد		
النصف تفاعل الاختزال	النصف تفاعل التأكسد	التفاعل الكلي (غير الموزون)
$O_2 + 4e^- \rightarrow 2O^{2-}$		$Fe + O_2 \rightarrow Fe_2O_3$
$F_2 + 2e^- \rightarrow 2F^-$		$Fe + F_2 \rightarrow FeF_3$
$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$	$Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3e^-$	$Fe + HBr \rightarrow H_2 + FeBr_3$
$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$		$Fe + AgNO_3 \rightarrow Ag + Fe(NO_3)_3$
$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$		$Fe + CuSO_4 \rightarrow Cu + Fe_2(SO_4)_3$

## الرياضيات في الكيمياء

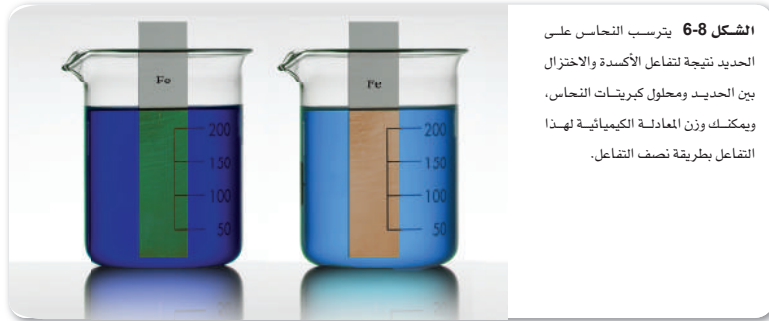
طريقة نصف التفاعل عندما تقوم بموازنة تفاعلات الأكسدة والاختزال بطريقة نصف التفاعل، تذكر الخطوات الأساسية في موازنة المعادلات. توضح الخطوة 4 للطلاب أن المجموع الكلي للإلكترونات المفقودة في نصف تفاعل الأكسدة يساوي عدد الإلكترونات المكتسبة في نصف تفاعل الاختزال. وضح ذلك بإيجاد القاسم المشترك الأصغر لنصفي التفاعل، وضرب جميع المواد في نصف التفاعل في ذلك الرقم، وعند جمع نصفي التفاعل مرة أخرى معاً يكون عدد الإلكترونات المفقودة مساوياً لعدد الإلكترونات المكتسبة.

## التقويم

المعرفة نظم الطلاب في مجموعات ثنائية، وخصص لكل مجموعة مسألتين من مسائل الكتاب التي حلت من قبل ليكون واجباً منزلياً. ثم اطلب إلى الطالب الأول أن يوضح لزميله كيف حل المسألة الأولى، على أن يتبادل الطلاب الأدوار فيما بينهم عند حل المسألة الثانية. **تعلم تعاوني**

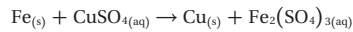
## المطويات

اطلب إلى الطلاب تضمين معلومات من هذا القسم في مطويتهم.



**الشكل 6-8** يترسب النحاس على الحديد نتيجة لتفاعل الأكسدة والاختزال بين الحديد ومحلول كبريتات النحاس، ويمكنك وزن المعادلة الكيميائية لهذا التفاعل بطريقة نصف التفاعل.

سوف تتعلم المزيد عن أهمية أنصاف التفاعلات عند دراستك الكيمياء الكهربائية لاحقاً، ولكن في الوقت الحالي سوف تتعلم كيف تستعمل أنصاف التفاعل لوزن معادلة الأكسدة، فعلى سبيل المثال، تمثل المعادلة غير الموزونة الآتية التفاعل الذي يحدث عند وضع صفيحة من الحديد في محلول كبريتات النحاس II، كما في الشكل 6-8.



تتأكسد ذرات الحديد عندما تفقد الإلكترونات لأيونات النحاس II. أما خطوات وزن معادلات الأكسدة والاختزال باستخدام طريقة نصف التفاعل فهي موضحة في الجدول 6-6.

### المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

### المفردات

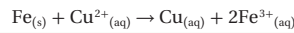
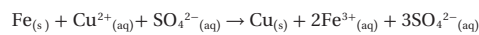
#### المفردات الأكاديمية

الطريقة (Method)

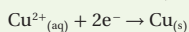
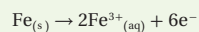
آلية لعمل شيء ما. يستعد الطلبة لامتحان بطرائق مختلفة.

### الجدول 6-6 طريقة نصف التفاعل

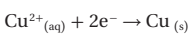
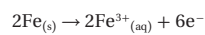
1. اكتب المعادلة الأيونية الكلية للتفاعل، مهملًا الأيونات المتفرجة.



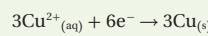
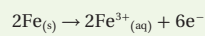
2. اكتب نصفي تفاعل الأكسدة والاختزال للمعادلة الأيونية الكلية.



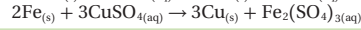
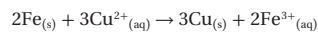
3. زن الذرات والشحنات في كل نصف تفاعل.



4. زن المعادلات على أن يكون عدد الإلكترونات المفقودة في التأكسد يساوي عدد الإلكترونات المكتسبة في الاختزال.



5. اجمع نصفي التفاعل الموزونين، وأعد الأيونات المتفرجة.



22

## التنوع الثقافي

**تاريخ الأكسدة والاختزال** اطلب إلى الطلاب تذكر فترات زمنية تاريخية متنوعة، مثل العصر النحاسي، والعصر البرونزي، والعصر الحديدي، والتي نشأ معظمها في الشرق الأوسط. ساعد الطلاب على تحديد المناطق الرئيسة لهذه الحقب على خريطة العالم، والخواص الكيميائية والفيزيائية لكل من النحاس والبرونز والحديد التي مكنت كل أمة من التفوق على جيرانها، والدور الذي لعبته كيمياء الأكسدة والاختزال في التاريخ.

**وزن معادلة الأكسدة والاختزال باستعمال طريقة نصف التفاعل**

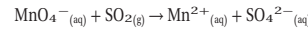
زن معادلة التأكسد والاختزال للتفاعل الآتي مستعملاً طريقة نصف التفاعل:  
 $KMnO_{4(aq)} + SO_{2(g)} \rightarrow MnSO_{4(aq)} + K_2SO_{4(aq)}$  (في الوسط الحمضي)

**1 تحليل المسألة**

يجد التفاعل في الوسط الحمضي، استعمل قواعد تحديد أعداد التأكسد وخطوات وزن المعادلة بطريقة نصف التفاعل لوزن معادلة التفاعل بين برمنجنات البوتاسيوم وثاني أكسيد الكبريت.

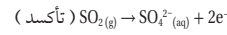
**2 حساب المطلوب**

اكتب المعادلة الأيونية الكلية للتفاعل.

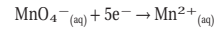


احذف المعاملات، والأيونات المتفرجة.

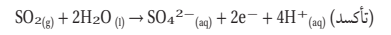
اكتب معادلة نصف تفاعل الأكسدة والاختزال للمعادلة الأيونية الكلية، متضمنة أعداد التأكسد.



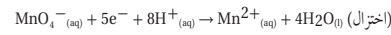
استخدم القواعد الواردة في الجدولين 1-2 و 1-6



زن الذرات والشحنات في نصف التفاعل.

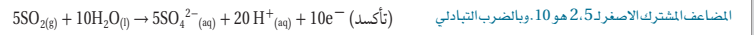


توافر جزيئات  $H_2O$  في الوسط الحمضي بكثرة، ويمكن

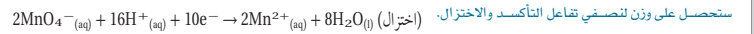


استخدامها في وزن ذرات الأكسجين في أنصاف التفاعل، وكذلك توافر أيونات  $H^+$  بسهولة، ويمكن أن تستخدم في وزن الشحنة.

اضبط المعاملات على أن يكون عدد الإلكترونات المفقودة في التأكسد (2) يساوي عدد الإلكترونات المكتسبة في الاختزال (5).

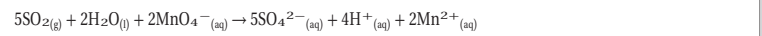


المضاعف المشترك الأصغر هو 10، وبالضرب التبادلي

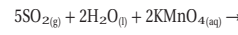


استحصل على وزن لنصفي تفاعل التأكسد والاختزال.

اجمع نصفي التفاعل اللذين تم وزنهما، وبسط المعادلة بحذف أو تجميع المواد المشابهة في طرفي المعادلة.



أعد وضع الأيونات المتفرجة ( $K^+$ )، وكذلك حالات المواد.



أضف أيونات  $K^+$  إلى أيونات  $MnO_4^-$  في الجهة اليسرى، وأحد أيونات  $SO_4^{2-}$



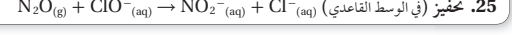
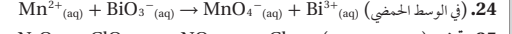
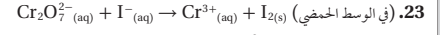
إلى الجهة اليمنى، ثم وزع الأيونات المتبقية بين أيون  $H^+$  وأيونات  $Mn^{2+}$ .

**3 تقويم الإجابة**

تشير مراجعة المعادلة الموزونة إلى أن عدد ذرات كل عنصر هو نفسه في طرفي المعادلة.

**مسائل تدريبية**

استعمل طريقة نصف التفاعل لوزن معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:



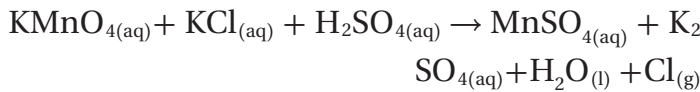
**تطبيقات في الكيمياء**

**الضغط** اطلب إلى الطلاب البحث في تقنيات استخلاص المعادن المختلفة المستخدمة في الصناعة لإنتاج المعادن النقية، ومنها الحديد والفضة والألومنيوم والذهب والنحاس والتيتانيوم. واطلب إليهم تقصي تكلفة المعادن الخام من مصادرها مقارنة بتكلفة المعادن النقية، والبحث في تأثير سُميَّة هذه المعادن في العاملين والبيئة. واطلب إليهم أيضاً تحديد أي تغيرات أدخلت على صناعة المعادن لتوفير حماية أفضل للعاملين، والتقليل من مشكلات البيئة. **ف م**

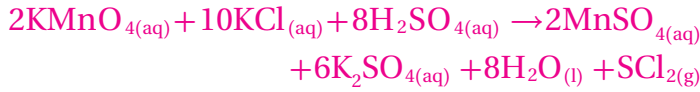
**مثال في الصف**

**سؤال** زن معادلة الأكسدة والاختزال الآتية باستعمال طريقة

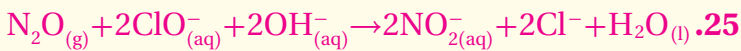
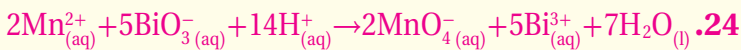
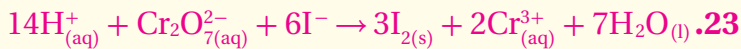
نصف التفاعل.



**الإجابة**



**مسائل تدريبية**



**دفتر الكيمياء**

**الأكسدة والاختزال في علم الأحياء** اطلب إلى الطلاب الرجوع إلى كتب في علم الأحياء وشبكة الإنترنت للبحث عن أهم التفاعلات الحيوية التي تعد تفاعلات أكسدة واختزال، وأن يلخصوها في دفتر الكيمياء. **ض م**

### 3. التقويم

#### التحقق من الفهم

اطلب إلى الطلاب أن يشرحوا بكلماتهم الخاصة طريقة وزن معادلات الأكسدة والاختزال بطريقة نصف التفاعل.

التفاعل. **ض م**

#### إعادة التدريس

من المشكلات التي تواجه الطلاب عند موازنة معادلات الأكسدة والاختزال باستخدام طريقة نصف التفاعل - التنظيم والمحافظة على تسلسل الخطوات. لذا شجعهم على استعمال مساحات أوسع في أوراقهم للكتابة عليها، وإعادة فحص كل معادلة أكسدة واختزال يقومون بموازنتها. **ض م**

#### التوسع

ادع أحد أفراد المجتمع المحلي المتخصصين في تحليل الماء في برك السباحة أو أنابيب المياه الساخنة ليصف كيمياء الأكسدة والاختزال التي تضمن المحافظة على الماء في تلك البرك أو الأنابيب.

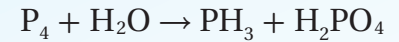
#### استراتيجية حل المسألة

##### حل طبق الاستراتيجية



##### طبق الاستراتيجية

زن المعادلة الآتية:



### التقويم 2-6

26. عندما يحدث انتقال للإلكترونات من ذرة إلى أخرى خلال تفاعلات الأكسدة والاختزال يحدث تغير في الشحنة الكلية لهذه الذرات؛ وذلك لأن النواة وبخاصة عدد البروتونات فيها لا تتغير أبداً خلال هذا النوع من التفاعلات.  
27. من المهم معرفة وجود  $\text{H}^+$  و  $\text{OH}^-$  لموازنة المعادلة.  
28. يجب أن تكون الإجابات مماثلة للمعلومات في الجدول 4-6.  
29. يوضح نصف تفاعل الأكسدة مقدار عدد الإلكترونات التي يفقدها العنصر. ويوضح نصف تفاعل الاختزال عدد الإلكترونات المكتسبة.

30. الأكسدة:  $\text{Pb} \rightarrow \text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^-$

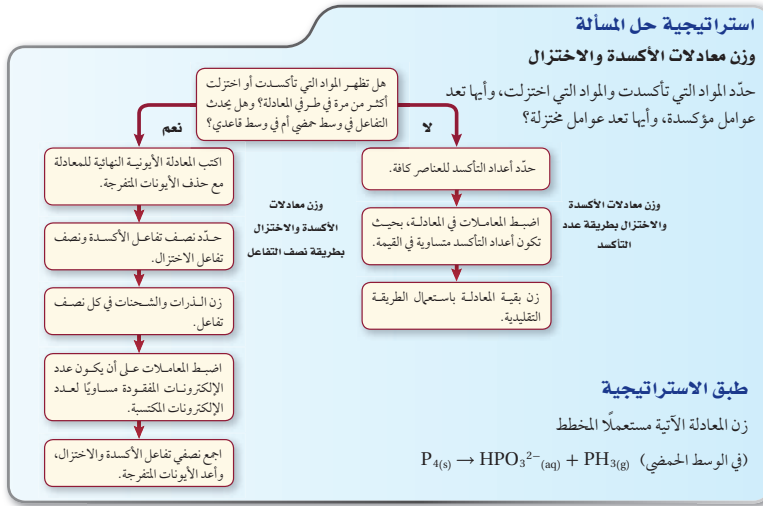
الاختزال:  $\text{Pd}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pd}$

31. أيونات  $\text{Sn}^{2+}$ ، أيونات  $\text{Au}^{3+}$

32. a.  $3\text{HClO}_3 \rightarrow 2\text{ClO}_2 + \text{HClO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

b.  $5\text{H}_2\text{SeO}_3 + 2\text{HClO}_3 \rightarrow 5\text{H}_2\text{SeO}_4 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$

c.  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$



### التقويم 2-6

#### الخلاصة

26. **العنصر الرئيسي** فسّر كيف يرتبط التغير في عدد التأكسد بعمليات الأكسدة والاختزال؟  
27. **صف** لماذا يُعدّ من المهم معرفة الظروف التي يتم فيها تفاعل الأكسدة والاختزال في المحلول المائي بهدف وزن معادلة التفاعل؟  
28. **فسّر** خطوات طريقة عدد التأكسد لوزن المعادلة.  
29. **حدد** ماذا يوضح نصف تفاعل التأكسد؟ وماذا يوضح نصف تفاعل الاختزال؟  
30. **اكتب** نصف تفاعل الأكسدة ونصف تفاعل الاختزال لتفاعل الأكسدة والاختزال الآتي:  $\text{Pb}(\text{s}) + \text{Pd}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) \rightarrow \text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + \text{Pd}(\text{s})$   
31. **حدد** إذا كان نصف تفاعل الأكسدة هو  $\text{Sn}^{2+} \rightarrow \text{Sn}^{4+} + 2\text{e}^-$  ونصف تفاعل الاختزال هو  $\text{Au}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Au}$ ، فما أقل عدد من أيونات القصدير II وأيونات الذهب III يمكن أن تتفاعل حتى لا يتبقى إلكترونات؟  
32. **طبق** زن المعادلات الآتية:  
a.  $\text{HClO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{ClO}_2(\text{g}) + \text{HClO}_4(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
b.  $\text{H}_2\text{SeO}_3(\text{aq}) + \text{HClO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{SeO}_4(\text{aq}) + \text{Cl}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
c. (في الوسط الحمضي)  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + \text{Fe}^{3+}(\text{aq})$

# في الميدان

## الهدف

يتعلم الطلاب عن المادة الكيميائية (الليمونول) الباعثة للضوء والمستخدم في الطب الشرعي.

## الخلفية النظرية للمحتوى

عندما يتأكسد الليمونول يحرر طاقة على شكل ضوء مرئي، وتسمى هذه العملية التوهج الكيميائي. وفي هذا العملية تنتقل الإلكترونات من مستوى عالٍ من الطاقة إلى مستوى أقل، ويتحدد لون الضوء المنبعث بقيمة الفرق في الطاقة بين المستويين. لاحظ أنه على عكس الضوء الناتج عن التيار الكهربائي، لا يعتمد الضوء المنبعث على درجة الحرارة، ولكنه يتحدد اعتماداً على الخواص الكيميائية للمواد المتفاعلة.

## استراتيجيات التدريس

- طوّر قائمة بالظروف التي قد لا تظهر معها بقع الدم بسبب الظروف المحيطة بالجريمة.
- إذا علمنا أن الليمونول يحتاج إلى الظلام ليصبح مرئياً، فما أوجه القصور في ذلك؟ وكيف يمكن التغلب عليها؟
- عندما يجدد موضع الدم باستخدام الليمونول يمكن تطبيق فحص DNA لتحديد مصدر الدم. لذا فكّر في طرائق أخرى قد تكون ذات قيمة لتطبيقها قانونياً، مضمناً تحليلاً إمكانية توافر بقع دم لمخلوقات حية أخرى غير الإنسان أو لشخص آخر غير المجرم.

## في الميدان

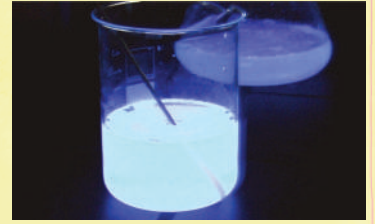
### المهنة : محقق البحث الجنائي

#### الدم المضيء، Blood That Glows

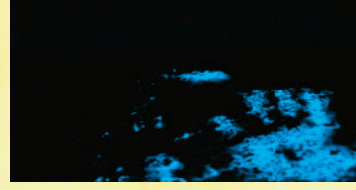
في الطب الشرعي الحديث يمكن استخدام مادة كيميائية تسمى "الليمونول"؛ حيث تتيح للمحققين القدرة على رؤية الآثار.

الأثر الأزرق المخضر **Blue-green whisper** يتأكسد الليمونول عندما يلامس الحديد، كما في الشكل 1. وتنتج في هذه العملية جزيئات الطاقة في صورة ضوء أزرق مخضر واضح، ويظهر الوهج الباهت الأزرق للليمونول في الغرفة المظلمة للمحققين عند وجود آثار الدماء غير الظاهرة، وهي ما لا يمكن رؤيته بالعين المجردة. حيث تتكون خلايا الدم بشكل أساسي من الهيموجلوبين، وهو بروتين يحتوي على حديد.

ولاستخدام الليمونول، يلجأ المحققون إلى مزج مسحوق أبيض  $C_6H_7O_5N_3$  بفوق أكسيد الهيدروجين  $H_2O_2$ ، وكيمياء أخرى؛ مما يجعل من المزيج سائلاً يمكن أن يُنشر في المنطقة التي يتوقع أن تحتوي على كمية ضئيلة من الآثار فيجعلها تتوهج. يقوم المصور الفوتوجرافي للطب الشرعي بالتقاط صور فوتوجرافية سريعة بكاميرات خاصة يمكنها التقاط كل من الوهج الخافت للليمونول والمنطقة المضيئة من حولها.



شكل 1 يتأكسد الليمونول في الكأس عند إضافة مسمار من الحديد.



شكل 2 يمكن مقارنة مظهر الليمونول من مسرح الجريمة ببصمات يد المتهم.

الأدلة التوهجة **Glowing evidence** يمكن أن تكشف بقع الدم عن أنماط البقع، معطية دلائل حول نوعية السلاح المستخدم في إتمام الجريمة. إذ يمكن أن يُرشد وهج الليمونول على السجاد المحققين حول بقع الدم. كما قد تدل البصمات الدموية في الشكل 2 على المجرم.

وهناك آخرون يستخدمون الليمونول غير المحققين؛ ففي حوادث السيارات، يمكن أن يكشف الليمونول ما إذا كان المهاجم مرتدياً حزام الأمان أم لا، حتى لو صدمت السيارة في أثناء المطر، أو البرد، أو كانت متعرضة لأشعة الشمس المباشرة التي قد تغير بقع الدم.

رذاذ الملاذ الأخير **Spray of last resort** هناك مواد أخرى تحتوي على الحديد، بالإضافة إلى الدم، وتعمل الليمونول بتوهج، ويمكن للخبراء فقط معرفة الاختلافات. والأكثر أهمية أن الليمونول يمكن أن يتداخل مع اختبارات أخرى؛ ولهذا السبب لا يلجأ رجال التحقيق إلى استخدام الليمونول حتى يكملوا جميع اختباراتهم الأخرى.

## الكتابة في الكيمياء

صحيفة الأخبار كتب مقالة لصحيفة الأخبار تصف فيها كيف يفود الليمونول المحققين إلى الاشتباه بالمجرمين. صف نوع الإثبات المستخدم في التحقيق.

25

## الكتابة في الكيمياء

صحيفة الأخبار ستتنوع الإجابات، ولكنها يجب أن تتضمن قدرة المستكشفين على الربط بين بصمة الليمونول والمهاجم. تتضمن الأدلة التي يمكن استعمالها في التقصي بصمات الأيدي، وأنماط انتشار بقع دم الضحية، وبقع الدم الأخرى.

# مختبر الكيمياء

## التعرف على شاحنة متهاكة ( قديمة )

الزمن المخصص حصه واحدة

المهارات العملية جمع البيانات وتنظيمها، تصميم التجربة، البحث، استنباط صيغ النماذج، استعمال المتغيرات والثوابت والضوابط، التفكير الناقد.

التخلص من النفايات يمكن التخلص من المحاليل جميعها بسكبها في الحوض وسكب كمية وافرة من الماء بعدها، أما المواد الصلبة فيجب إلّاؤها في سلة النفايات الخاصة بذلك.

تحضير المواد قطع صغيرة من عينات المعادن يمكن وضعها في حجرات طبق التفاعلات البلاستيكية.

### خطوات العمل

- استعمال المجهر لتحسين قدرتك على ملاحظة التفاعلات.
- استخدم أحد المحاليل القياسية بوصفه محلولاً مجهولاً.
- التدخل من قبل المعلم مسألة مهمة؛ إذ على الطلاب عدم مزج المحاليل حتى لا تتفاعل معاً وتبدل النتائج.

### التحليل والاستنتاج

1. ستعتمد الإجابات على المحلول المجهول المستخدم.
2.  $Cu(s) + 2AgNO_3(aq) \rightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + 2Ag(s)$
3.  $Fe(s) + 3AgNO_3(aq) \rightarrow Fe(NO_3)_3(aq) + 3Ag(s)$
4.  $Pb(s) + 2AgNO_3(aq) \rightarrow Pb(NO_3)_2(aq) + 2Ag(s)$
5.  $Mg(s) + 2AgNO_3(aq) \rightarrow Mg(NO_3)_2(aq) + 2Ag(s)$
3. تعتمد الإجابات على المحلول المجهول المستخدم.
4. ستتنوع الإجابات، ولكن المقارنة بمحلول واحد لا توفر بيانات كافية للإجابة.
5. ستتنوع الإجابات.
6. لن تتفاعل نترات الرصاص مع النحاس Cu أو الرصاص Pb، ولكنها تتفاعل مع Fe و Mg.

## مختبر الكيمياء

### تعرف شاحنة متهاكة ( قديمة )

الملاحظات			
محلل مجهول	ZnSO <sub>4</sub>	HCl	AgNO <sub>3</sub>
			Cu
			Pb
			Fe
			Mg

10. كرر الخطوة 8 بإضافة محلول كبريتات الحارصين ZnSO<sub>4</sub> إلى العمود الثالث.

11. كرر الخطوة 8، بإضافة المحلول المجهول إلى العمود الرابع.

12. اسمح باستمرار التفاعلات مدة خمس دقائق، ثم صفها، واكتب

"لا تفاعل" لأي حجرة لم يكن هناك دليل على حدوث تفاعل فيها.

13. التنظيف والتخلص من النفايات تخلص من النفايات الصلبة والمحاليل

كما يرشدك المعلم، واغسل المواد والأدوات، وأعدّها إلى أماكنها.

### التحليل والاستنتاج

1. فحص النتائج التي لاحظتها في كل فجوة. كيف عرفت بحدوث تفاعل كيميائي؟

2. اعمل نموذجاً اكتب معادلة تفاعل موزونة لكل تفاعل شاهدته، وحدد في كل معادلة المواد التي تأكسدت والمواد التي اختزلت.

3. استنتج استناداً لبياناتك، أي المحاليل أكثر تلويناً للمياه؟ فسّر إجابتك.

4. استخدم المتغيرات والثوابت والضوابط لماذا كان مهياً مقارنة التفاعلات للمحلول المجهول مع أكثر من محلول معروف واحد؟

5. ابحث اكتب تقريراً حول أهمية الكياويات التي توجد في النظام البيئي.

6. توسع ماذا توقع إذا كان محلول نترات الرصاص II Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> أحد المحاليل المستعملة؟

7. تحليل الخطأ قارن إجابتك بإجابات الطلبة الآخرين في المختبر. فسّر وجود أي من الفروق.

### الاستقصاء

صمّم تجربة ضع فرضية حول الطريقة التي يمكنك بها إزالة الكياويات من مصادر المياه دون إلحاق أذى إضافي بالبيئة والمنطقة المحيطة بها، ثم صمّم تجربة لاختبار فرضيتك.

الخلفية النظرية هناك شيء ما يتفاعل مع المعادن التي توجد على أجسام العديد من القوارب في النهر المجاور لشاحنة متهاكة ( قديمة). وقد ربط المحقق ذلك بثلاثة أسباب محتملة، ترتبط بثلاثة ملوثات كيميائية. ومهمتك أن تختبر هذه الملوثات وتقارن بها بعينة من النهر. والحيوانات التي تعتمد على مياه النهر بوصفها مصدرًا أساسيًا لها، تحتاج إلى مساعدتك لحل لغز الشاحنة المتهاكة ومن ثم معرفة الملوثات الحقيقية لمياه النهر.

سؤال كيف يمكن استخدام سلسلة تفاعلات كيميائية في تحديد طبيعة الشيء الذي يؤدي إلى تلوث مصدر المياه؟

### المواد الكيميائية والأدوات اللازمة

برادة Fe	0.1 M AgNO <sub>3</sub>
خرابطة Mg	0.1 M HCl
ملقط	0.1 M ZnSO <sub>4</sub>
محلول مجهول المكونات	قطارة عدد (4)
أسلاك نحاس	طبق تفاعلات بلاستيكي 24 فجوة
Pb صلب	

### إجراءات السلامة

تحذير: تُعد نترات الفضة AgNO<sub>3</sub> مادة شديدة السمية، وتؤدي إلى تكوّن البقع على الجلد والملابس.

### خطوات العمل

1. اقرأ تعليمات السلامة في المختبر.
2. صمّم جدولاً لتسجيل بياناتك.
3. ضع طبق التفاعلات البلاستيكي على ورقة بيضاء.
4. ضع قطعة من أسلاك النحاس في أربع فجوات من الصف الأول.
5. كرر الخطوة 4، وذلك بإضافة عينات صغيرة من الحديد إلى أربع فجوات في الصف الثاني.
6. كرر الخطوة 4، وذلك بإضافة عينات صغيرة من الرصاص إلى أربع فجوات في الصف الثالث.
7. كرر الخطوة 4، وذلك بإضافة قطع من شريط الماغنسيوم إلى أربع فجوات في الصف الرابع.
8. ضع 20 قطرة من محلول نترات الفضة AgNO<sub>3</sub> في كل فجوة من العمود الأول.
9. كرر الخطوة 8، بإضافة حمض الهيدروكلوريك HCl إلى العمود الثاني.

26

### 7. ستتنوع الإجابات.

### الاستقصاء

ستتنوع الإجابات. ويستطيع الطلاب القيام بالتجربة مع إضافة مواد متنوعة تتفاعل مع المحلول المجهول. وستعتمد الإجابات على المحلول المستخدم بوصفه محلولاً مجهولاً.



## دليل المراجعة

## استعمال المفردات

لتعزيز معرفة الطلاب بمفردات الفصل، اطلب إليهم كتابة جملة واحدة عن كل مصطلح في الفصل.

## استراتيجيات المراجعة

- اطلب إلى الطلاب إعطاء مثال واحد على كل قاعدة تستعمل لتحديد عدد التأكسد. **ض م**
- اطلب إلى الطلاب أن يصمموا مخططاً أو جدولاً يقارنون فيه بين طريقتي موازنة معادلات تفاعلات التأكسد والاختزال. **ض م**
- اطلب إلى الطلاب تلخيص خطوات موازنة تفاعلات التأكسد والاختزال بطريقة نصف التفاعل مستخدمين تعابيرهم الخاصة. **ض م**



لمراجعة محتوى هذا الفصل وأنشطته، ارجع إلى الموقع الإلكتروني:

[www.obeikaneducation.com](http://www.obeikaneducation.com) وذلك من أجل:

- مراجعة الفصل ودراسته عبر الشبكة.
- الوصول إلى المواقع التي تزودك بمزيد من المعلومات والمشاريع والأنشطة.
- مراجعة المحتوى عبر الشبكة بالإضافة إلى التفاعل والاختبارات الذاتية.
- الحصول على اختبارات الفصل والتدريب على (الأنشطة) والاختبارات المقننة.

الفقرة (النافذة) **النافذة** تعدّ تفاعلات الأكسدة والاختزال من العمليات الكيميائية الشائعة في الطبيعة وفي الصناعة، وتتضمن انتقالاً للإلكترونات.

## 6-1 الأكسدة والاختزال

الفقرة (النافذة) يعدّ تفاعلاً الأكسدة والاختزال تفاعلين متكاملين؛ إذ تتأكسد ذرة وتختزل أخرى.

- تتضمن تفاعلات الأكسدة والاختزال انتقال الإلكترونات من ذرة إلى أخرى.
- عندما تختزل ذرة أو أيون فإن عدد التأكسد ينخفض، وعندما تتأكسد ذرة أو أيون فإن عدد التأكسد يزداد.
- تُعامل الذرات ذات الكهروسالبية العالية، في تفاعلات الأكسدة والاختزال التي تتضمن مركبات جزيئية (والأيونات المتعددة الذرات التي تحتوي على روابط تساهمية) كما لو اختزلت، في حين تُعامل الذرات ذات الكهروسالبية المنخفضة كما لو تأكسدت.

- المفردات**
- تفاعل الأكسدة والاختزال
  - الأكسدة
  - الاختزال
  - العامل المؤكسد
  - العامل المختزل

التأكسدية

	1	2	13	14	15	16	17	18
↑ التأكسدية		Li	Be			O	F	
	3	Na	Mg				Cl	
	4	K	Ca				Br	
	5	Rb	Sr				I	
	6	Cs	Ba					
	7							

عامل مختزل      عامل مؤكسد

## 6-2 وزن معادلات الأكسدة والاختزال

الفقرة (النافذة) تصحح معادلات الأكسدة والاختزال موازنة عندما تكون الزيادة الكلية في أعداد التأكسد مساوية للانخفاض الكلي في أعداد التأكسد للذرات الداخلة في التفاعل.

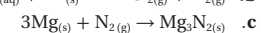
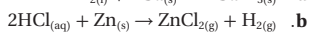
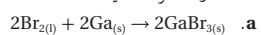
- يصعب وزن معادلات الأكسدة والاختزال التي يظهر فيها العنصر نفسه في كل من المواد المتفاعلة والناجمة باستعمال الطريقة التقليدية.
- تعتمد طريقة عدد التأكسد على مساواة عدد الإلكترونات التي تفقد من الذرات مع عدد الإلكترونات التي تكتسب من ذرات أخرى.
- تُضاف أيونات الهيدروجين وجزيئات الماء لوزن معادلات التفاعلات في الوسط الحمضي.
- تُضاف أيونات الهيدروكسيد وجزيئات الماء لوزن معادلات التفاعلات في الوسط القاعدي.
- نصف التفاعل هو أحد جزأي تفاعل الأكسدة والاختزال.

- المفردات**
- طريقة عدد التأكسد
  - نصف التفاعل

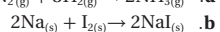
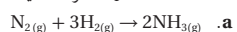
6-1

إتقان حل المسائل

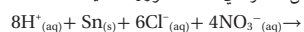
41. حدّد المواد التي تأكسدت والتي اختزلت في معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:



42. حدّد العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل من معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:

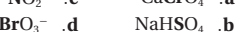


43. ما العامل المختزل في المعادلة الموزونة الآتية؟

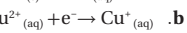


44. ما عدد التأكسد للمنتجين في  $\text{KMnO}_4$ ؟

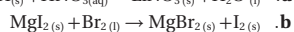
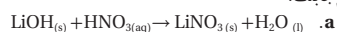
45. حدّد عدد التأكسد للعنصر الظاهر باللون الداكن في المواد الأيونات الآتية:



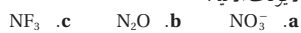
46. حدّد أي أنصاف التفاعلات الآتية أكسدة، وأيها اختزال؟



47. أي المعادلات الآتية لا تمثل تفاعل أكسدة واختزال؟ فسّر إجابتك.



48. حدّد عدد التأكسد للنيتروجين في كل من الجزيئات أو الأيونات الآتية:



إتقان المفاهيم

33. ما أهم خواص تفاعلات الأكسدة والاختزال؟

34. فسّر، لماذا لا تتضمن جميع تفاعلات الأكسدة الأوكسجين؟

35. ماذا يحدث للإلكترونات في الذرة عندما تتأكسد، أو تختزل؟

36. عرّف عدد التأكسد.

37. ما عدد التأكسد لكل من الفلزات القلوية الأرضية والفلزات القلوية في مركباتها؟

38. كيف يرتبط عدد التأكسد في عمليات التأكسد بعدد الإلكترونات المفقودة؟ وكيف يرتبط عدد التأكسد في عمليات الاختزال بعدد الإلكترونات المكتسبة؟



الشكل 6-9

39. ما سبب الاختلاف في أشكال خراطة النحاس الموضحة في الشكل 6-9؟

40. النحاس والهواء تبدأ تفاعل النحاس في الظهور بلون أخضر بعد تعرضها للهواء. ويتفاعل فلز النحاس في عملية الأكسدة هذه مع الأوكسجين لتكوين أكسيد النحاس الصلب، والذي يكون الغطاء الأخضر. اكتب تفاعل الأكسدة والاختزال، وعرّف ما الذي تأكسد، وما الذي اختزل في هذه العملية.

6-1

إتقان المفاهيم

33. تتضمن تفاعلات الأكسدة والاختزال جميعها انتقالاً للإلكترونات.

34. تعود كلمة الأكسدة في الأصل إلى التفاعلات التي تتضمن الأوكسجين فقط، إلا أن الأكسدة الآن تعرّف على أنها فقد ذرات المادة للإلكترونات.

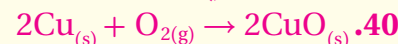
35. تفقد الإلكترونات، تكتسب الإلكترونات.

36. عدد الإلكترونات المفقودة أو المكتسبة من قبل الذرة في المركب الأيوني عندما تتكون الأيونات.

37. القلويات الترابية = +2، الفلزات القلوية = +1

38. التغير في عدد التأكسد يساوي عدد الإلكترونات المفقودة في التأكسد، أو عدد الإلكترونات المكتسبة في الاختزال.

39. الاختلاف في عدد تأكسد النحاس، +1، +2



يتأكسد Cu، ويختزل O

إتقان حل المسائل

41. a. يتأكسد Ga، ويختزل  $\text{Br}_2$

b. يتأكسد Zn، ويختزل H

c. يتأكسد Mg، ويختزل  $\text{N}_2$

42. a.  $\text{N}_2$  عامل مؤكسد،  $\text{H}_2$  عامل مختزل

b.  $\text{I}_2$  عامل مؤكسد، Na عامل مختزل

43. Sn

44. +7

45. a. +6 c. +3

b. +6 d. +5

46. a. أكسدة. b. اختزال

47. لا يمثل الاختيار a الأكسدة والاختزال؛ لأنه لم يحدث تغيير في أعداد تأكسد أي من ذرات التفاعل.

48. a. +5 b. +1 c. +3



مركب، وعدد تأكسد الكبريت فيه +6

## 2-6

### إتقان المفاهيم

51. يمكن لـ  $\text{H}^+$  و  $\text{H}_2\text{O}$  أن تشارك في تفاعلات الأكسدة والاختزال التي تحدث في المحاليل الحمضية، إما بوصفها متفاعلات أو نواتج. ويتضمن تفاعل الأكسدة والاختزال في المحلول القاعدي  $\text{OH}^-$  و  $\text{H}_2\text{O}$  إما على صورة متفاعلات أو نواتج.

52. تتحد أيونات الهيدروجين بالماء في المحاليل المائية في شكلها المائي، أيونات الهيدرونيوم  $\text{H}_3\text{O}^+$ ، ولا يمكن أن توجد في صورة  $\text{H}^+$ . ولكنها تكتب في بعض الأحيان في صورة  $\text{H}^+$  لتبسيط المعادلة الكيميائية المكتوبة.

53. لأنه إذا كان الوسط حمضياً يتم موازنة ذرات الهيدروجين بإضافة أيونات الهيدروجين، وفي الوسط القاعدي يتم إضافة عدد من أيونات الهيدروكسيد يساوي عدد أيونات الهيدروجين.

54. الأيونات المتفرجة هي الأيونات التي توجد في الحسابات الكيميائية على طرفي معادلة الأكسدة والاختزال بالمقدار نفسه. لكنها لا تتغير في خلال التفاعل؛ لذا يمكن حذفها من المعادلة.

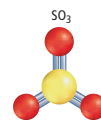
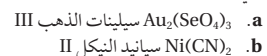
55. المادة أي صنف من الوحدات الكيميائية توجد في عمليات الأكسدة أو الاختزال، وقد تكون أيوناً أو جزيئاً، أو ذرات حرة.

56. لا تساوي الشحنة الكلية في الجهة اليسرى الشحنة الكلية في الجهة اليمنى.

57. اختزال؛ تكتسب الإلكترونات ويقل عدد التأكسد Zn.

58. تُكتسب الإلكترونات من قبل بعض المواد خلال نصف تفاعل الاختزال، وتفقد الإلكترونات من بعض المواد خلال نصف تفاعل الأكسدة.

49. حدّد أعداد التأكسد لكل عنصر في المركبات أو الأيونات الآتية:



الشكل 10-6

50. فتر كيف يختلف أيون الكبريتيت  $\text{SO}_3^{2-}$  عن ثالث أكسيد الكبريت  $\text{SO}_3$ ، الموضح في الشكل 10-6؟

## 2-6

### إتقان المفاهيم

51. قارن بين معادلة الأكسدة والاختزال الموزونة في الوسط الحمضي والوسط القاعدي.

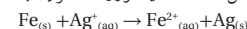
52. فسر لماذا تعد كتابة أيون الهيدروجين على هيئة  $\text{H}^+$  في تفاعلات الأكسدة والاختزال تبسيطاً للواقع.

53. لماذا يتعين عليك قبل أن تبدأ بوزن معادلة تفاعل الأكسدة والاختزال معرفة ما إذا كان التفاعل يحدث في وسط حمضي أو قاعدي؟

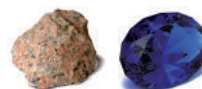
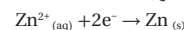
54. فسر ما الأيون المتفرج؟

55. عرّف مصطلح أنواع المواد بدلالة تفاعلات الأكسدة والاختزال.

56. هل المعادلة الآتية موزونة؟ فسر إيجابتك.



57. هل المعادلة الآتية تمثل عملية أكسدة أم عملية اختزال؟ فسر إيجابتك.

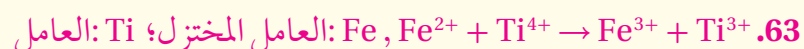
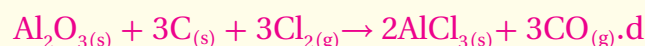
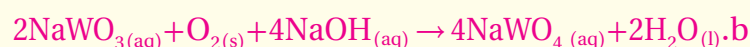
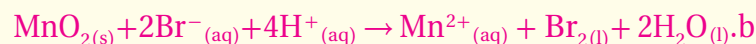
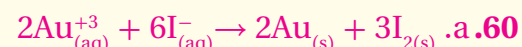
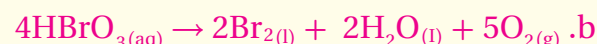


الشكل 11-6

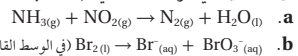
63. الياقوت يتكون معدن الكورنديموم من أكسيد الألومنيوم  $\text{Al}_2\text{O}_3$  وهو عديم اللون، ويعد أكسيد الألومنيوم المكون الرئيس للياقوت، إلا أنه يحتوي على مقادير بسيطة من  $\text{Fe}^{2+}$  و  $\text{Ti}^{4+}$ . ويعزى لون الياقوت إلى انتقال الإلكترونات من  $\text{Fe}^{2+}$  إلى  $\text{Ti}^{4+}$ . استناداً إلى الشكل 11-6، استنتج التفاعل الذي يحدث ليتبع المعدن في الجهة اليمنى، وحدد العامل المؤكسد، والعامل المختزل.

29

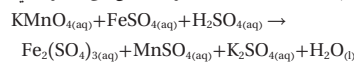
### إتقان حل المسائل



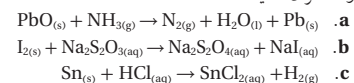
69. استعمل طريقة نصف التفاعل لوزن معادلات تفاعلات الأكسدة والاختزال الآتية، مضيفاً جزيئات الماء وأيونات الهيدروجين (في الوسط الحمضي)، أو أيونات الهيدروكسيد (في الوسط القاعدي) إذا تطلب الأمر ذلك:



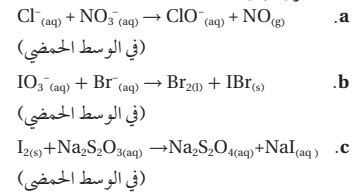
70. زن معادلة التأكسد والاختزال الآتية، وأعد كتابتها بشكلها الأيوني الكامل، ثم اشتق المعادلة الأيونية الكلية، وزنها بطريقة نصف التفاعل. على أن تكون الإجابة النهائية بمعاملات الوزن ولكن على النحو الآتي:



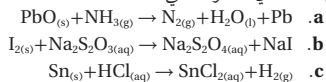
71. استخدم طريقة عدد التأكسد في وزن معادلات الأكسدة والاختزال الآتية:



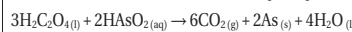
72. استخدم طريقة نصف التفاعل في وزن هذه المعادلات مضيفاً جزيئات الماء وأيونات الهيدروجين (في الوسط الحمضي)، أو أيونات الهيدروكسيد (في الوسط القاعدي) عند الحاجة. واحتفظ بالمعادلات الموزونة في صورة معادلة أيونية نهائية:



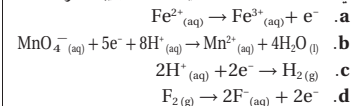
64. اكتب نصفي تفاعل الأكسدة والاختزال في كل من معادلات الأكسدة والاختزال الآتية على الصورة الأيونية إذا حدث في المحلول المائي:



65. اكتب نصفي التفاعل اللذين يكونان معادلة الأكسدة والاختزال الموزونة الآتية:



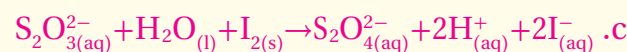
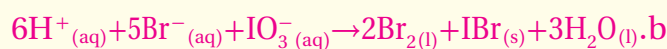
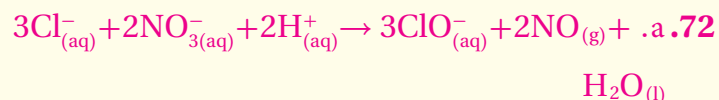
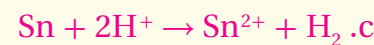
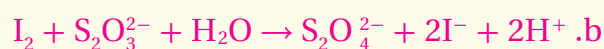
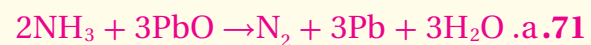
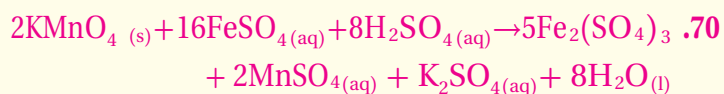
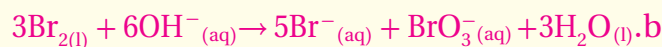
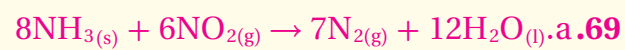
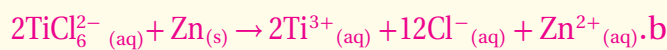
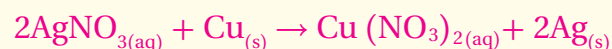
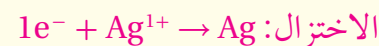
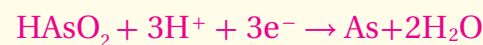
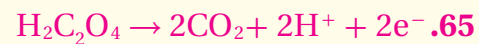
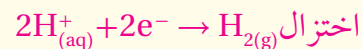
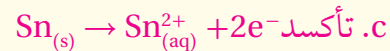
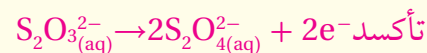
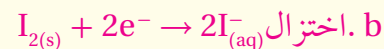
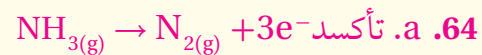
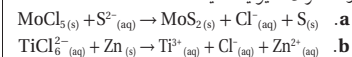
66. أي أنصاف التفاعلات الآتية أكسدة، وأيها اختزال؟



الشكل 6-12

67. النحاس عندما توضع شرائح النحاس في محلول نترات الفضة كما في الشكل 6-12 يبدو فلز الفضة أزرق اللون، وتتكون نترات النحاس II. اكتب المعادلة الكيميائية غير الموزونة، ثم حدد حالة التأكسد لكل عنصر فيها. اكتب أيضاً نصفي معادلة التفاعل، وحدد أيها تأكسد، وأيها اختزل. وأخيراً اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل.

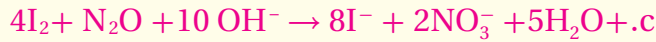
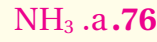
68. استخدم طريقة عدد التأكسد لوزن معادلات الأكسدة والاختزال الأيونية الآتية:



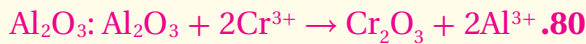
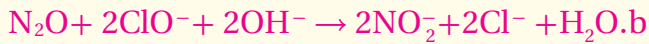
## مراجعة عامة



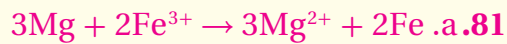
.75 القاعدة 7، -1، صفر، +1، القاعدة 8، القاعدة 1



.78 +6 في كليهما.

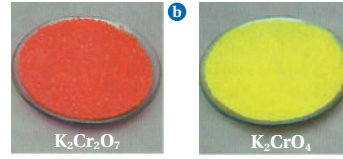


ليس تفاعل أكسدة واختزال؛ وبذلك لا يوجد تغير في أعداد التأكسد.



.78 ما عدد تأكسد الكروم في كل من المركبات الموضحة في

الشكل 13-6؟



الشكل 13-6

.79 زن معادلات الأكسدة والاختزال الأيونية الآتية بأي

طريقة من طرائق وزن المعادلات.



(في الوسط الحمضي)

(في الوسط القاعدي)

.80 الأحجار الكريمة الباقوت حجر كريم يتكون من أكسيد

الألومنيوم، أما لونه الأحمر فقد جاء من احتوائه على

مقادير ضئيلة من أيونات الكروم III التي تحل محل

أيونات الألومنيوم. ارسم تركيب أكسيد الألومنيوم،

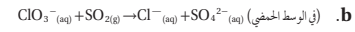
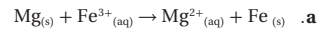
ووضح التفاعل الذي تحل فيه أيونات الكروم محل

أيونات الألومنيوم. هل هذا التفاعل تفاعل تأكسد

واختزال؟

.81 زن معادلات الأكسدة والاختزال الأيونية الآتية بأي

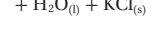
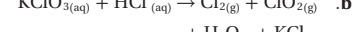
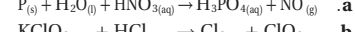
طريقة من طرائق الوزن:



(في الوسط الحمضي)

.82 زن معادلات الأكسدة والاختزال الآتية بأي طريقة من

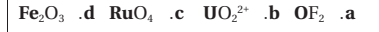
طرائق الوزن:



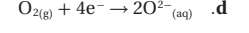
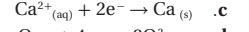
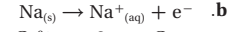
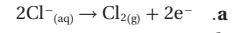
## مراجعة عامة

.73 حدّد عدد التأكسد لكل عنصر من العناصر الظاهرة بلون

داكن:



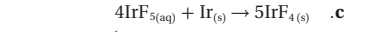
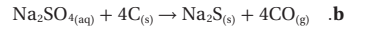
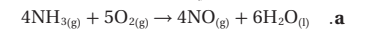
.74 حدّد كلّاً من التغيرات الآتية إذا كانت أكسدة أو اختزال:



.75 استعمل قواعد تحديد عدد التأكسد لإكمال الجدول 6-7.

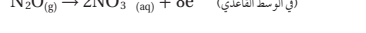
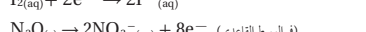
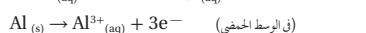
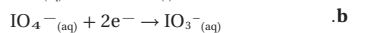
الجدول 6-7 بيانات المركبين		
العنصر	عدد التأكسد	القاعدة
K in KBr	+1	
Br in KBr		8
Cl in Cl <sub>2</sub>		1
K in KCl		7
Cl in KCl	-1	
Br in Br <sub>2</sub>	0	

.76 حدد العوامل المختزلة في المعادلات الآتية:



.77 اكتب معادلة أيونية موزونة مستعملاً أزواج أنصاف

تفاعلات الأكسدة والاختزال الآتية:



## التفكير الناقد

**83. a.** ارجع إلى كتاب دليل حلول المسائل .

**b.**  $N^3-$  إلى  $N_2$  يفقد  $3e^-$  (أكسدة)

$N^3+$  إلى  $N_2$  اكتساب  $3e^-$  (اختزال)

$N^3-$  إلى  $N^{1+}$  يفقد  $4e^-$  (أكسدة)

$N^{5+}$  إلى  $N^{1+}$  اكتساب  $4e^-$  (اختزال)

**c.**  $NO_2^-$  و  $NO_3^-$  (عوامل مؤكسدة) و  $NH_4^+$  (عامل مختزل)

**d.** في التفاعلين الأولين تأكسد النيتروجين واختزل، أما في

التفاعل الثالث فقد حدث تفاعل الأكسدة والاختزال

بين عنصرين مختلفين.

**84.** (في الوسط الحمضي)  $2S_2O_3^{2-} + I_2 \rightarrow 2I^- + S_4O_6^{2-}$

**85.** للفوسفور حالات تأكسد متعددة (-3، +3، +5) مما يجعله

مرناً عند اتحادها بالفلزات.

**86.**  $2MnO_4^- + 10Cl^- + 16H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 5Cl_2 + 8H_2O$

**87.** انخفض عدد تأكسد N من +5 إلى -3؛ لذا يجب أن

يكون N قد اكتسب 8 إلكترونات على الجانب الأيسر؛

$NO_3^- + 8e^- \rightarrow NH_4^+$

**88.**  $6I^- + 14H^+ + Cr_2O_7^{2-} \rightarrow 3I_2 + 7H_2O + 2Cr^{3+}$

## مسألة تحفيز

**89. a.** الأكسدة  $O^{2-} \rightarrow O_2 + 2e^-$

الاختزال  $Hg^{2+} + 2e^- \rightarrow Hg$

$2HgO(s) \rightarrow O_2(g) + 2Hg(l)$

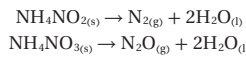
**b.** الأكسدة  $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^-$

الاختزال  $Ag^+ + 2e^- \rightarrow Ag$

$2AgNO_3(aq) + Cu(s) \rightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + 2Ag(s)$

## التفكير الناقد

**83.** طبق تين المعادلات الآتية تفاعلات الأكسدة والاختزال التي تستخدم لتحضير غاز النيتروجين النقي وغاز ثاني أكسيد النيتروجين وغاز أول أكسيد النيتروجين  $N_2O$  في المختبر:

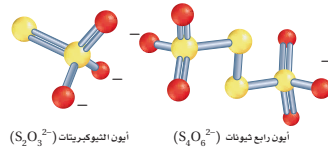
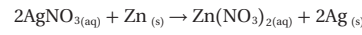


**a.** حدّد عدد التأكسد لكل عنصر في المعادلتين، ثم ارسم مخططاً توضح فيه التغير في عدد التأكسد الذي يحدث في كل تفاعل.

**b.** حدّد الذرة التي تأكسدت والذرة التي اختزلت في كلا التفاعلين.

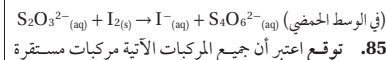
**c.** حدّد العامل المؤكسد والعامل المختزل لكلا التفاعلين.

**d.** اكتب جملة توضح فيها كيفية انتقال الإلكترونات الذي حدث في هذين التفاعلين عن التفاعل الآتي:



الشكل 6-14

**84.** حلّل ادرس المعادلة الأيونية الكلية أدناه، للتفاعل الذي يحدث عند تأكسد أيون الثيوكبريتات  $S_2O_3^{2-}$  إلى أيون رابع ثيونات  $S_4O_6^{2-}$ . زن المعادلة مستعملاً طريقة نصف التفاعل. وسوف يساعدك الشكل 6-14 على تحديد أعداد التأكسد لاستعمالها.



التأكسد للفوسفور في مركباته؟



32

**86.** جد الحل لتؤكسد برمنجنات البوتاسيوم أيونات الكلوريد لتكون غاز الكلور وأيون منجنيز  $Mn^{2+}$ . قم بموازنة معادلة تفاعل التأكسد والاختزال الذي يحدث في الوسط الحمضي.

**87.** في نصف التفاعل  $NO_3^- \rightarrow NH_4^+$ ، في أي الطرفين يجب إضافة الإلكترونات؟ قم بإضافة العدد الصحيح من الإلكترونات للطرف الذي يحتاج إلى ذلك، ثم أعد كتابة المعادلة.



الشكل 6-15

**88.** استعمل طريقة نصف التفاعل لوزن معادلة تفاعل الأكسدة والاختزال الذي يحدث بين أيونات الدايمرومات وأيونات اليوديد في الوسط الحمضي، والذي يوضحه الشكل 6-15.

## مسألة تحفيز

**89.** اكتب المعادلة الكيميائية لكل تفاعل موصوف فيما يأتي دون كتابة المعاملات لوزنها، ثم حدّد حالة التأكسد لكل عنصر في المعادلة. ثم اكتب نصفي التفاعل محدداً أيها نصف تفاعل أكسدة وأيها نصف تفاعل اختزال.

**a.** عند وضع أكسيد الزئبق (II) الصلب في أنبوب وتسخينه بلطف يتكون الزئبق السائل في قاع أنبوب الاختبار وتتصاعد فقاعات غاز الأكسجين من أنبوب الاختبار.

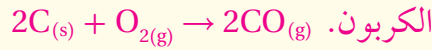
**b.** عند وضع قطع من النحاس الصلب في محلول نترات الفضة، تتكون نترات النحاس III الأزرق ويظهر فلز الفضة في المحلول.

## تقويم إضافي

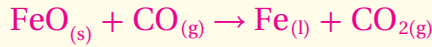
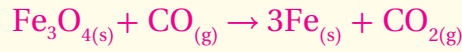
## الكتابة في الكيمياء

94. قد تتضمن إجابات الطلاب وصفًا ورسومًا لبعض الخامات الآتية أو جميعها:

الخامات الرئيسة للحديد وأكاسيده: الهيماتيت ( $Fe_2O_3$ )، الماجنتيت ( $Fe_3O_4$ )، وكربونات الحديد  $FeCO_3$  II، وهذه أكثر خامات الحديد شيوعًا والتي تختزل في الفرن اللافيح. والتفاعل المهم في هذا الفرن هو تفاعل تأكسد الفحم لأول أكسيد الكربون.



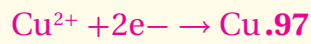
وكذلك اختزال خام الحديد بواسطة أول أكسيد الكربون الذي يتم في العادة على خطوات هي:



95. تتنوع الإجابات، ولكن على الطلاب ابتداء طريقة منطقية تعتمد على المفاهيم التي تعلموها في مختبر الكيمياء لهذا الفصل.

96. تتنوع الإجابات.

## أسئلة المستندات



98. الأكثر اختزالاً  $Cu^+$ ، والأكثر تأكسدًا  $Cu^{2+}$ .

## مراجعة تراكمية

استخدم القائمة الآتية للإجابة عن الأسئلة من 90 إلى 93. تحتوي خمس كؤوس على 500 mL من محلول مائي تركيزه 0.250 M على المواد الكيميائية الآتية:

KCl .A

$CH_3OH$  .B

$Ba(OH)_2$  .C

$CH_3COOH$  .D

NaOH .E

90. أي المواد مستفكك إلى أكبر عدد من الجسيمات عندما تكون في المحلول؟

91. أي المواد لها أكبر كتلة مولية؟

92. أي الكؤوس يمكن أن تحتوي على 9.32g من المادة الكيميائية؟

93. أي الكؤوس تتكون محتوياته من 18.6% أكسجين؟

## تقويم إضافي

## الكتابة في الكيمياء

94. الفولاذ ابحت عن دور تفاعلات الأكسدة والاختزال في صناعة الفولاذ، وكتب ملخصًا للنتائج التي حصلت عليها متضمنًا الرسوم المناسبة والمعادلات التي تمثل التفاعلات.

95. الأواني الفضية اكتب طريقة لتنظيف الأواني الفضية من الملوثات الناتجة عن عمليات الأكسدة والاختزال. وتأكد من تضمين ذلك معلومات نظرية تصف فيها العملية في خطوات متسلسلة تجعل أي شخص قادرًا على تنفيذ هذه المهمة.



الشكل 6-16

97. اكتب معادلة لما يحدث في الآنية الخزفية الموضحة في الشكل 6-16.

98. استنادًا إلى لون آنية النحاس الخزفية، أيها أكثر ميلًا للتأكسد، وأيها أكثر ميلًا للاختزال؟

## اختبار مقنن

### أسئلة الاختيار من متعدد

1. أي مما يأتي لا يعد عاملاً مختزلاً في تفاعل الأكسدة والاختزال؟
- المادة التي تأكسدت
  - مستقبل الإلكترون
  - المادة الأقل كهروسالبية
  - مانح الإلكترون
- التفاعل بين النيكل وكلوريد النحاس II موضح على النحو الآتي:
- $$\text{Ni}_{(s)} + \text{CuCl}_{2(aq)} \rightarrow \text{Cu}_{(s)} + \text{NiCl}_{2(aq)}$$
- استعمل المعادلة الكيميائية في الإجابة عن السؤالين 2 و 3.
2. ما نصف تفاعل الأكسدة والاختزال للتفاعل؟
- $\text{Ni}_{(s)} \rightarrow \text{Ni}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$ ,  $\text{Cl}_{2(g)} \rightarrow 2\text{Cl}^{-}_{(aq)} + 2e^{-}$
  - $\text{Ni}_{(s)} \rightarrow \text{Ni}^{2+}_{(aq)} + e^{-}$ ,  $\text{Cu}^{+}_{(aq)} + e^{-} \rightarrow \text{Cu}_{(s)}$
  - $\text{Ni}_{(s)} \rightarrow \text{Ni}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$ ,  $\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow \text{Cu}_{(s)}$
  - $\text{Ni}_{(s)} \rightarrow \text{Ni}^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$ ,  $2\text{Cu}^{+}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow \text{Cu}_{(s)}$
3. العامل المختزل في المعادلة هو:
- $\text{NiCl}_2$
  - $\text{Cu}$
  - $\text{CuCl}_2$
  - $\text{Ni}$
4. رقم التأكسد للكlor في  $\text{HClO}_4$  هو:
- +7
  - +5
  - +3
  - +1
5. العنصر الأعلى كهروسالبية بين العناصر الآتية هو:
- Cl
  - N
  - O
  - F
6. المادة التي عدد تأكسدها يساوي صفراً هي:
- $\text{Cu}^{2+}$
  - $\text{H}_2$
  - $\text{SO}_3^{2-}$
  - $\text{Cl}^{-}$
7. التفاعل بين يوديد الصوديوم والكلور موضح على النحو الآتي:
- $$2\text{NaI}_{(aq)} + \text{Cl}_{2(aq)} \rightarrow 2\text{NaCl}_{(aq)} + \text{I}_{2(aq)}$$
- أي الأسباب الآتية تبقى حالة تأكسد الصوديوم دون تغيير:
- $\text{Na}^{+}$  أيون متفجح.
  - $\text{Na}^{+}$  لا يمكن أن يختزل.
  - $\text{Na}^{+}$  عنصر غير متحد.
  - $\text{Na}^{+}$  أيون أحادي الذرة.

### أسئلة الإجابات القصيرة

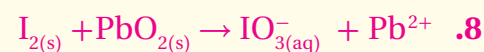
- استعمل المعادلة أدناه للإجابة عن السؤالين 8 و 9، علماً أن المعادلة الأيونية الكلية بين اليود وأكسيد الرصاص IV موضحة على النحو الآتي:
- $$\text{I}_{2(s)} + \text{PbO}_{2(s)} \rightarrow \text{IO}_3^{-}_{(aq)} + \text{Pb}^{2+}_{(aq)}$$
8. حدّد عدد التأكسد لكل مشارك في التفاعل.
9. فسّر كيف تحدّد العنصر الذي تأكسد والعنصر الذي اختزل؟

## اختبار مقنن

### أسئلة الاختيار من متعدد

- b
- c
- d
- a
- d
- b
- a

### أسئلة الإجابات القصيرة



أعداد التأكسد هي:



9. العناصر التي تأكسدت زاد عدد تأكسدها (I) أما العناصر التي اختزلت فقد قل عدد تأكسدها (Pb).



## أسئلة الإجابات المفتوحة

F.10

Cs.11

Cs.12

## أسئلة الإجابات المفتوحة

استعمل جدول العناصر الآتي للإجابة عن الأسئلة من 10 إلى 12.

		الكهرسالية															
		1	2	13	14	15	16	17	18								
الكهرسالية	1																
	2	Li	Be					O	F								
	3	Na	Mg							Cl							
	4	K	Ca							Br							
	5	Rb	Sr							I							
	6	Cs	Ba														
	7																

10. أي العناصر تمثل أقوى عامل مؤكسد؟

11. أي العناصر تمثل أقوى عامل مختزل؟

12. أي العناصر لها أقل كهرسالية؟

**الفكرة العامة** يمكن تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية، وكذلك يمكن تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية.

أهداف القسم	القسم
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. يصف طريقة للحصول على طاقة كهربائية من تفاعل أكسدة واختزال.</li> <li>2. يحدد أجزاء الخلية الجلفانية، ويفسر كيفية عمل كل من هذه الأجزاء.</li> <li>3. يحسب جهد الخلية، ويحدد تلقائية تفاعل الأكسدة والاختزال فيها.</li> </ol>	<h3>7-1 الخلايا الجلفانية</h3> <p><b>الفكرة الرئيسية</b> تحدث الأكسدة في الخلايا الجلفانية على الأنود منتجة إلكترونات تتدفق نحو الكاثود حيث يحدث الاختزال.</p>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. يصف تركيب البطارية الجافة التقليدية المصنوعة من الكربون والخاصين ومكوناتها وآلية عملها.</li> <li>2. يميز بين البطاريات الأولية والثانوية، ويعطي مثالين على كل نوع.</li> <li>3. يفسر تركيب خلية الوقود (الهيدروجين- الأكسجين) وعملها.</li> <li>4. يصف عملية تآكل الحديد وطرائق حمايته من التآكل.</li> </ol>	<h3>7-2 البطاريات</h3> <p><b>الفكرة الرئيسية</b> البطاريات خلايا جلفانية تستعمل التفاعلات التلقائية لإنتاج الطاقة لأغراض متعددة.</p>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. يصف كيف يمكن عكس تفاعل الأكسدة والاختزال التلقائي في الخلية الكهروكيميائية.</li> <li>2. يقارن التفاعلات المرتبطة مع التحليل الكهربائي لمصهور كلوريد الصوديوم بالتفاعلات المرتبطة مع التحليل الكهربائي لماء البحر.</li> <li>3. يناقش أهمية التحليل الكهربائي في عملية صهر الفلزات وتنقيتها.</li> </ol>	<h3>7-3 التحليل الكهربائي</h3> <p><b>الفكرة الرئيسية</b> يؤدي مصدر الطاقة في التحليل الكهربائي إلى حدوث تفاعل غير تلقائي في الخلايا الكهروكيميائية.</p>

الزمن المقترح للتدريس - الفصل 7 / الكيمياء الكهربائية (6 حصص)

القسم	7-1	7-2	7-3	التقويم
عدد الحصص	2	1	2	1

مصادر تقويم التعلم	المواد الإرشادية الداعمة	المواد والأدوات المخبرية
<p><b>متابعة التقدم</b> التقويم البنائي، صفحة 43، 44، ماذا قرأت؟ صفحة 40 اختبار الرسم البياني، صفحة 44 تقويم القسم، صفحة 47</p>	<p>كراسة الملاحظات التفاعلية <b>ض م</b> <b>مصادر الفصول</b> ورقة عمل مختبر الكيمياء <b>ض م</b> دليل مراجعة الفصل <b>ض م</b> <b>الشرائح</b> شريحة التركيز رقم 21 <b>د م</b> شريحة التعليم رقم 19 <b>ض م</b> شريحة مهارات الرياضيات رقم 10 <b>ض م</b></p>	<p>تجربة استهلاكية. صفحة 37: قطعة خارصين، قطعة نحاس، ليمون، مقياس فرق الجهد. الزمن المقدر: 15 دقيقة. عرض سريع صفحة 43: كأس 25 mL عدد 2، 1.0 M CuSO<sub>4</sub>، 1.0 M ZnSO<sub>4</sub>، شريحة خارصين وشريحة نحاس (نحو 10 cm × 5 cm) الزمن المقدر: 15 دقيقة. عرض توضيحي صفحة 44: دورق 50 mL، أنبوب شبه نفاذ 15 cm، سلك نحاس طوله 100 mL، 10 cm، كبريتات نحاس، 100 mL، كبريتات صوديوم، حمض هيدروكلوريك، حمض نيتريك، فولتميتر، أسلاك توصيل. الزمن المقدر: 20 دقيقة. مختبر الكيمياء صفحة 64: قطع فلزية من النحاس والألومنيوم والخارصين والمغنسيوم، 1M نترات خارصين، 1M نترات ماغنسيوم، 1M نترات بوتاسيوم، طبق تفاعلات بلاستيكي (24 فجوة)، ماصة، مقياس فرق جهد، ورق ترشيح، ملقط، ورق زجاج، جدول جهود الاختزال القياسية. الزمن المقدر: 45 دقيقة.</p>
<p><b>متابعة التقدم</b> التقويم البنائي، صفحة 49، 55، 56، ماذا قرأت؟ صفحة 49، 52، تقويم القسم، صفحة 56</p>	<p>كراسة الملاحظات التفاعلية <b>ض م</b> <b>مصادر الفصول</b> دليل مراجعة الفصل <b>ض م</b> <b>الشرائح</b> شريحة التركيز رقم 22 <b>د م</b> شريحة التعليم رقم 20 <b>ض م</b> شريحة مهارات الرياضيات رقم 11 <b>ض م</b></p>	<p>عرض سريع صفحة 49: مفك، بطارية جافة 9V. الزمن المقدر: 10 دقائق. عرض سريع صفحة 61: طبق بطري، سلكين نحاسيين مكشوفة الأطراف، بطارية 9V، محلول يوديد البوتاسيوم 0.1 M، محلول نشا، فينولفثالين.</p>
<p><b>متابعة التقدم</b> التقويم البنائي، صفحة 60 ماذا قرأت؟ صفحة 59، 60، تقويم القسم، صفحة 62 <b>التقويم الختامي</b> مراجعة الفصل، صفحة 66</p>	<p>كراسة الملاحظات التفاعلية <b>ض م</b> <b>مصادر الفصول</b> دليل مراجعة الفصل <b>ض م</b> <b>الشرائح</b> شريحة التركيز رقم 23 <b>د م</b> شريحة التعليم رقم 21 <b>ض م</b></p>	<p>عرض سريع صفحة 60: قطعة نقدية معدنية، مبرد، كأس 250 mL، 3M HCl. الزمن المقدر: طوال اليوم. عرض سريع صفحة 61: طبق بطري، سلكين نحاسيين مكشوفة الأطراف، بطارية 9V، محلول يوديد البوتاسيوم 0.1 M، محلول نشا، فينولفثالين.</p>

**الفكرة العامة** يمكن تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية، كما يمكن تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية.

### 7-1 الخلايا الجلفانية

**الفكرة الرئيسية** تحدث الأكسدة في الخلايا الجلفانية عند الأنود (المصعد) منتجة إلكترونات تتدفق نحو الكاثود (المهبط) حيث يحدث الاختزال.

### 7-2 البطاريات

**الفكرة الرئيسية** البطاريات خلايا جلفانية تستعمل التفاعلات التلقائية لإنتاج الطاقة لأغراض متعددة.

### 7-3 التحليل الكهربائي

**الفكرة الرئيسية** يؤدي وجود مصدر تيار كهربائي في التحليل الكهربائي إلى حدوث تفاعل غير تلقائي في الخلايا الكهروكيميائية.

### حقائق كيميائية

- التقطت كاميرا خاصة هذه الصورة لأسد الجبل، ويعد استعمال هذه الكاميرا طريقة غير مؤذية للدراسة الحيوانات.
- توصل هذه الكاميرا بجهاز استشعار يجعلها تعمل عند اقتراب الحيوان.
- يعمل جهاز الاستشعار عادة بالأشعة تحت الحمراء، ولكن قد تستعمل أيضًا مجسات الضغط الحساسة.
- تزود البطارية كلاً من الكاميرا وجهاز الاستشعار بالطاقة، وتشكل الحرارة والرطوبة والبرودة تحديات لأداء كل منها.
- يمكن تعديل المجسات لتعمل في أوقات معينة فقط؛ وذلك للمحافظة على البطارية.

36



# 7 الفصل

## الفكرة العامة

تضمنين البطاريات لعرض الفكرة العامة للفصل. اصطحب أنواعاً متعددة ومختلفة من البطاريات إلى الصف وقطعة فلز متآكلة؛ وأخبر الطلاب أنه تحدث تفاعلات أكسدة واختزال في هذه البطاريات جميعها. فإذا كان التفاعل تلقائياً عدّ النظام خلية جلفانية، أما إذا احتاج التفاعل إلى طاقة فيعد النظام خلية تحليل كهربائي.

## الربط مع المعرفة السابقة

اطلب إلى الطلاب مراجعة المفاهيم الآتية قبل دراسة هذا الفصل: أنواع التفاعلات، سلسلة النشاط للعناصر، الطاقة، طاقة الوضع الكيميائية، أنصاف تفاعلات الأكسدة والاختزال.

## استعمال الصورة

البطاريات دع الطلاب يتأملوا الصورة في بداية الفصل، ثم اسأل: ماذا تعمل البطاريات؟ **تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية.** تستعمل كاميرا الاستشعار المستخدمة في التقاط الصور نوعين من البطاريات، هما: بطاريات الليثيوم والبطارية القلوية. وتحتوي البطاريات على خلايا كهروكيميائية تولد تياراً كهربائياً. وتتكون أقطاب بطارية الليثيوم الموجودة في الكاميرا من أكسيد الليثيوم والكوبلت  $\text{LiCoO}_2$  والكربون. ويستعمل في كاميرا الاستشعار بطاريات قلوية تحتوي على أقطاب من الخارصين وأكسيد المنجنيز.

## تجربة استهلاكية

الهدف يفحص الطلاب آلية عمل البطارية.

احتياطات السلامة تأكد من تعبئة الطلاب لبطاقة السلامة في المختبر قبل بدء العمل. استخدم قطع الليمون في أكثر من صف، ثم تخلص منها في نهاية اليوم. ونظف قطع النحاس والخرارصين، وأعد استعمالها.

### استراتيجيات التدريس

- اعرض المفهوم من خلال ربط البطارية بمقياس فرق جهد وتفسير القراءات.
- يمكن استعمال فلزات أخرى غير النحاس والخرارصين، كالماغنسيوم والحديد مثلاً.

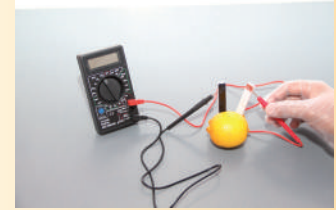
### النتائج المتوقعة

تكون قراءة الفولتметр باستعمال الخارصين والنحاس 1.1V، أما عند إزالة أحد الفلزات من الليمونة فستصبح قراءة الفولتметр 0V، أو أي قيمة افتراضية للصفر على الفولتметр.

## تجربة استهلاكية

كيف يمكن عمل بطارية من حبة ليمون؟

يمكن شراء بطارية بوصفها مصدرًا للطاقة المحمولة من أي متجر، كما يمكنك أيضًا إضاءة مصباح كهربائي باستعمال ليمونة. كيف يشابه هذان المصدران للطاقة؟



### خطوات العمل

1. اقرأ تعليمات السلامة في المختبر.
2. اغرس شريحة من الخارصين وأخرى من النحاس في حبة ليمون، واترك بينها مسافة 2 cm.
3. صل الطرف الأسود لمقياس الجهد بشريحة الخارصين، وصل شريحة النحاس بطرفه الأحمر. ثم لاحظ قراءة فرق الجهد، وسجلها.
4. انزع إحدى الشريحتين المعدنيتين من الليمونة، ولاحظ ما يحدث لقراءة فرق الجهد على المقياس.

### تحليل النتائج

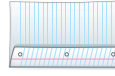
1. اشرح الغرض من شريحتي الخارصين والنحاس.
2. استنتج دور الليمونة.

**استقصاء** هل تعتقد أنه يمكنك عمل بطارية من أطعمة غير الليمون؟ ضع فرضية لأنواع الأطعمة التي يمكن استعمالها في عمل بطارية، ثم ابدأ في تصميم البطارية، وطبق فرضيتك بعد موافقة معلمك عليها.

### المطويات

الخلايا الكهروكيميائية  
قسم بإعداد المطوية الآتية  
لمساعدتك على مقارنة  
الخلايا الكهروكيميائية بخلايا  
التحليل الكهربائي.

#### الخطوة 1 اثن 5 cm من



أسفل الورقة أفقيًا.

#### الخطوة 2 اثن الورقة



رأسياً نصفين.

#### الخطوة 3 افتح الورقة،



ثم ثبت الثنية في أسفلها  
لعمل قسمين منفصلين،  
وعنونها كما في الشكل.

### المطويات

استعمل هذه المطوية مع القسمين 1-7 و3-7، وذلك عند قراءتك للخلايا الكهروكيميائية. لخص المعلومات في بطاقات، واحفظها في القسم الخاص بها.



### التحليل

1. يعطي الفلزان جهداً يقاس بالفولت.
  2. تعمل الليمونة عمل محلول موصل للأيونات، وكذلك تسهل انتقال الإلكترونات من فلز إلى آخر.
- الاستقصاء** يمكن استعمال الأطعمة التي تحتوي على سائل حمضي، مثل الفاكهة الحمضية، في عمل البطاريات.

## شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (21) الواردة في مصادر التعلم للفصول (6-9)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: **دم**

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

## الفكرة الرئيسية

تدفق الإلكترونات ذكّر الطلاب بالنشاط الاستهلاكي لبطارية الليمونة، واسأل: ما اتجاه حركة الإلكترونات (يجب أن تكون القيمة موجبة)؟ **يتدفق التيار من الخارصين إلى النحاس.** اسأل الطلاب: ماذا يحدث لو وصل طرف الفولتметр الأسود بالنحاس وطرفه الأحمر بالخارصين؟ **سيعطي الفولتметр قراءة سالبة، أو يظهر كأنه لا يعمل على النحو المطلوب.** واسأل أيضاً: هل يمكن استعمال فاكهة أخرى بدلاً من الليمون؟ **ربما يكون الطلاب قد سمعوا بساعة البطاطا. ضم م**

## 2. التدريس

## تطوير المفهوم

الحصول على بطاريات اطلب إلى الطلاب كتابة قائمة بالأشياء التي تحتاج إلى نوع ما من البطاريات لتشغيلها ومنها أجهزة التحكم عن بعد. **يجب أن يكون الطلاب قادرين على ذكر بعض الأشياء ومنها المذياع ومشغل الأقراص المضغوطة والآلات الحاسبة والألعاب وكاشفات الدخان والنار والساعات والهواتف الخلوية وكاميرات الفيديو والحاسوب والمصابيح اليدوية والسيارة وجزازة العشب.** ثم اطلب إليهم أن يقترحوا أسباباً لاستعمال أنواع معينة من البطاريات في بعض الأدوات المنزلية دون الأخرى. **قد تتضمن بعض الإجابات المتوقعة حجم البطارية، ومدة صلاحيتها وتكلفتها وقدرتها على إنتاج كمية كافية من الطاقة لتشغيل الجهاز. ضم م**

- تصف طريقة للحصول على طاقة كهربائية من تفاعل أكسدة واختزال.
- تحدد أجزاء الخلية الجلفانية، وتفسر كيفية عمل كل من هذه الأجزاء.
- تحدد جهد الخلية، وتحدد تلقائية تفاعل الأكسدة والاختزال فيها.

## الخلايا الجلفانية Voltaic Cells

**الفكرة الرئيسية** تحدث الأكسدة في الخلايا الجلفانية عند الأنود (المصدر) منتجة إلكترونات تتدفق نحو الكاثود (المهبط) حيث يحدث الاختزال.

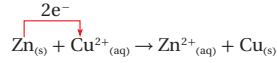
**الربط مع الحياة** إذا تم قص ورقة نقدية من فئة الريال نصفين. فما الذي يمكن عمله بأحد النصفين؟ لا يمكن استعماله من دون النصف الآخر. وهذا ينطبق أيضاً على الخلايا الجلفانية التي تتكون من نصفي خلية؛ إذ يجب وجودهما معاً لإنتاج الطاقة.

## الأكسدة والاختزال في الكيمياء الكهربائية

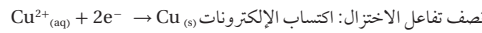
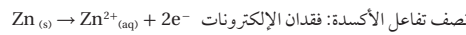
## Redox in Electrochemistry

الكيمياء الكهربائية هي دراسة عمليات الأكسدة والاختزال التي تتحول من خلالها الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية، وبالعكس.

المعروف أن تفاعلات الأكسدة والاختزال جميعها تتضمن انتقال الإلكترونات من المواد المتأكسدة إلى المواد المختزلة. ويوضح كل من الشكلين 1-7 و 2-7 تفاعلاً بسيطاً للأكسدة والاختزال؛ حيث تتأكسد ذرات الخارصين لتكوّن أيونات الخارصين  $Zn^{2+}$ . ويكتسب أيون النحاس  $Cu^{2+}$  الإلكترونين اللذين فقدتهما ذرة خارصين ليكون ذرة النحاس. وتبين المعادلة الأيونية الكلية الآتية انتقال الإلكترونات:



**أنصاف التفاعل** يتألف هذا التفاعل من نصفي تفاعل الأكسدة والاختزال الآتيين:



تري، ماذا يحدث لو فصل نصف تفاعل الأكسدة عن نصف تفاعل الاختزال؟ وهل يمكن أن يحدث التفاعل مع الأخذ في الاعتبار الشكل 1a-7 الذي عُمتت فيه شريحة الخارصين في محلول كبريتات الخارصين، وعُمتت فيه شريحة النحاس في محلول كبريتات النحاس II.

## مراجعة المفردات

الأكسدة فقدان الذرات للإلكترونات؛ أو الزيادة في عدد التأكسد.

الاختزال اكتساب الذرات للإلكترونات؛ أو النقص في عدد التأكسد.

## المفردات الجديدة

الفنطرة الملحبة

الخلية الكهروكيميائية

الخلية الجلفانية

نصف الخلية

الأنود

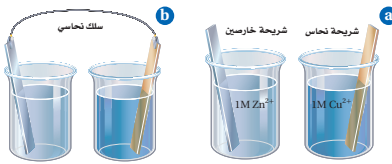
الكاثود

جهد الاختزال

قطب الهيدروجين القياسي

## الشكل 7-1

**a.** عُمتت شريحة الخارصين في محلول 1M من كبريتات الخارصين، وعُمتت شريحة النحاس في محلول 1M من كبريتات النحاس.  
**b.** تم توصيل شريحتي الخارصين والنحاس بسلك كهربائي لتوفير طريق لتدفق الإلكترونات، إلا أن الطريق لم تكتمل بعد، ولا يمكن مرور الإلكترونات فيها.



## مشروع الكيمياء

**ساعة البطاطا** احصل على ساعة من حبتي بطاطا (متوافرة في العديد من متاجر اللوازم العلمية)، وحدد القطبين المختلفين: الخارصين والنحاس. ثم اطلب إلى الطلاب وضع مخطط للساعة وتحديد الأنود والكاثود للخلية الكهروكيميائية. واطلب إليهم أيضاً تحديد جزء الساعة الذي يعمل عمل المحلول الموصل للأيونات.

## المفاهيم الشائعة غير الصحيحة



يصعب على الطلاب في كثير من الأحيان فهم حاجة الدائرة الكهربائية الكهربائية إلى تدفق مستمر من الإلكترونات.

## استكشاف المفاهيم الشائعة غير الصحيحة

وزع الطلاب في مجموعات صغيرة، وزود كل مجموعة بطارية من حجم D ومصباح وسلك واحد معرّي الطرفين. وتحدثهم أن يضيئوا مصابيحهم باستعمال أي عدد من طرائق التوصيل الممكنة، واطلب إلى كل مجموعة رسم مخطط التوصيلات التي استخدموها في إضاءة المصباح. وعزز لدى كل مجموعة مفهوم الدائرة الكاملة التي تسمح للمصباح بأن يضيء. **قد يضيء الطلاب المصابيح باستعمال بطارية واحدة، أو سلسلة من البطاريات والمصابيح لبناء دائرة كهربائية كاملة أكثر تفصيلاً.**

## عرض المفهوم

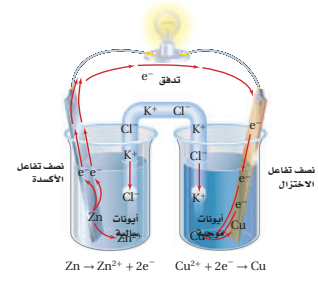
بعد أن تكون قد أوضحت كيف تضيء الدائرة الكهربائية المصباح، بين ما الذي يمكن حدوثه إذا قطعت مادة أو جسم ما الدائرة الكهربائية. دع كل مجموعة تستخدم الدائرة التي رسمتها في إضاءة المصباح، وتضع مواد متنوعة بين إحدى نهايات السلك وأسفل البطارية. ثم وضّح لهم أنه إذا كانت المادة التي تقطع الدائرة موصلة للكهرباء فسوف توصل الدائرة الكهربائية ويضيء المصباح. أما إذا كانت المادة غير موصلة للكهرباء فسوف تنقطع الدائرة ولن يضيء المصباح. قد تتضمن عينة المواد ورق الرسم، وقطعة نحاس، وقطعة قماش مغموسة بماء البحر أو أي مادة موصلة أو غير موصلة للكهرباء.

## تقويم المعرفة الجديدة

اسأل الطلاب: كيف تتحرك الإلكترونات/ الدقائق المشحونة؟ وكيف تكون الدائرة الكهربائية كاملة في الخلايا الكهروكيميائية؟ **ض م**

### الشكل 7-2 إضافة القنطرة الملحبة إلى جانب

السلك تعمل على إكمال طريق التدفق؛ فتتحرك الأيونات السالبة خلال القنطرة الملحبة نحو الخارصين أما الأيونات الموجبة فتتحرك خلال القنطرة نحو النحاس.



هناك مشكلتان تمنعان حدوث تفاعل الأكسدة والاختزال: الأولى أنه لا يوجد أي طريق لنقل الإلكترونات من ذرات الخارصين إلى أيونات النحاس، وهذه يمكن حلها بتوصيل شريحتي الخارصين والنحاس بأسلاك معدنية، كما في الشكل 7-1b؛ إذ يعمل السلك عمل ممر لتدفق الإلكترونات من الخارصين إلى النحاس. أما الثانية فعندما توضع الشرائح المعدنية في محاليلها تبدأ الأكسدة عند الخارصين، في حين يبدأ الاختزال عند النحاس. إلا أن هذه التفاعلات لا تستمر؛ لأن أيونات الخارصين الموجبة تتراكم حول قطب الخارصين خلال تأكسده، كما تتراكم أيونات الكلوريدات السالبة حول قطب النحاس خلال اختزاله، وهذا التراكم للأيونات يوقف أي استمرار للتفاعل. ولحل هذه المشكلة تستعمل **القنطرة الملحبة**؛ وهي ممر لتدفق الأيونات من جهة إلى أخرى، كما في الشكل 7-2. وتتكون من أنبوب يحتوي على محلول موصل للتيار الكهربائي (محلول إلكتروليتي) ملح ذائب في الماء مثل KCl، ويحفظ داخل الأنبوب بواسطة جل هلامي أو أي غطاء يسمح للأيونات بالحركة من خلاله، على ألا يختلط المحلولان في الكأسين. وعندما يوضع السلك المعدني والقنطرة الملحبة في مكانها يبدأ تفاعل الأكسدة والاختزال التلقائي، وتنتقل الإلكترونات عبر السلك من نصف تفاعل الأكسدة إلى نصف تفاعل الاختزال، في حين تنتقل الأيونات السالبة والموجبة خلال القنطرة الملحبة. ويسمى تدفق الأجسام المشحونة التيار الكهربائي. ففي الشكل 7-2 تتدفق الإلكترونات خلال السلك، وتتدفق الأيونات خلال القنطرة الملحبة، فيتكون ما يعرف بالتيار الكهربائي. وتستعمل طاقة تدفق الإلكترونات لإضاءة المصابيح.

**الخلايا الكهروكيميائية** بين الشكل 7-2 نوعاً من الخلايا الكهروكيميائية يعرف بالخلايا الجلفانية. **والخلية الكهروكيميائية** جهاز يستعمل تفاعل الأكسدة والاختزال لإنتاج طاقة كهربائية، أو يستعمل الطاقة الكهربائية لإحداث تفاعل كيميائي. **والخلية الجلفانية** نوع من الخلايا الكهروكيميائية التي تحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية بواسطة تفاعل الأكسدة والاختزال التلقائي. وقد سميت أيضاً الخلايا الفولتية نسبة إلى أليساندرو فولتا (Alessandro Volta 1745-1827م) العالم الفيزيائي الإيطالي الذي نسب إليه الاختراع عام 1800م، انظر الشكل 7-3.

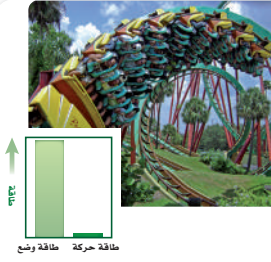
**الشكل 7-3** خلية نسخة طبق الأصل من أول خلية لأليساندرو فولتا تتكون من أنواع من الخارصين والنحاس مرتبة في طبقات متبادلة ومفصولة بقطع قماش أو ورق مقوى مغموس بمحلول حمضي. وتزداد شدة التيار الكهربائي المتولد بزيادة عدد الأقراص المعدنية المستخدمة.



39

## كيمياء الخلايا الجلفانية Chemistry of Voltaic Cells

تتكون الخلايا الكهروكيميائية من جزأين يطلق على كل منهما نصف الخلية؛ حيث يحدث فيها تفاعلات الأكسدة والاختزال المنفصلين. ويحتوي كل نصف خلية على قطب ومحلول يشتمل على أيونات. ويتكون القطب من مادة موصلة للتيار الكهربائي، وعادة ما تكون هذه المادة قطعة معدنية أو قطعة من الجرافيت توصل الإلكترونات من محلول نصف الخلية وإليه. ويوضح الشكل 2-2 كأس قطب الخارصين التي يحدث فيها نصف تفاعل الأكسدة، وكأس قطب النحاس التي يحدث فيها نصف تفاعل الاختزال. ويسمى التفاعل الذي يحدث في كل نصف خلية تفاعل نصف الخلية. ويسمى القطب الذي يحدث عنده تفاعل الأكسدة **الأنود** (المصعد)، في حين يسمى القطب الذي يحدث عنده تفاعل الاختزال **الكاثود** (المهبط).



**الشكل 4-7** عندما تكون الأفقونية في قمة المسار يكون لها طاقة وضع عالية بالنسبة إلى المسار المنخفض بسبب اختلاف الارتفاع، وبالمثل يكون للخلية الكهروكيميائية طاقة وضع لإنتاج تيار بسبب اختلاف قابلية الأقطاب لتحريك الإلكترونات من الأنود إلى الكاثود.

### ماذا قرأت؟ حدد أي الكأسين في الشكل 2-2 تحتوي على الأنود؟

**الخلايا الجلفانية والطاقة** لأن طاقة الوضع لأي جسم ناتجة عن موضعه أو مكوناته. لذا تعد طاقة الوضع الكهروكيميائية في الكيمياء الكهروكيميائية مقياس كمية التيار التي يمكن توليدها من خلية جلفانية للقيام بشغل. وتستطيع الشحنة الكهربائية الانتقال بين نقطتين فقط عندما يكون هناك فرق في طاقة الوضع الكهربائية بينهما. وهاتان النقطتان في الخلايا الكهروكيميائية هما القطبان؛ حيث تدفع الإلكترونات المتكونة عند الأنود موقع التأكسد أو تتحرك نحو الكاثود بواسطة القوة الدافعة الكهروكيميائية التي تنشأ عن وجود فرق في طاقة الوضع الكهربائية بين القطبين، وتعرف بجهد الخلية. والفولت هو الوحدة المستعملة في قياس جهد الخلية. وفرق الجهد في الخلية الجلفانية هو إشارة إلى كمية الطاقة المتوفرة لدفع الإلكترونات من الأنود إلى الكاثود.

انظر إلى التماثل الظاهر في الشكل 4-7، حيث تقف الأفقونية عند قمة المنحدر لحظة قصيرة، ثم تتحرك من موقعها المرتفع نزولاً إلى أسفل؛ بسبب اختلاف طاقة الوضع للجاذبية الأرضية بين قاع المسار وقمته. وتحدد طاقة الأفقونية الحركية بواسطة الاختلاف في الارتفاع بين قاع المسار وقمته. وكذلك تحدد طاقة الإلكترونات المتدفقة من الأنود إلى الكاثود في الخلايا الجلفانية بواسطة الاختلاف في طاقة الوضع الكهروكيميائية بين القطبين. ووفقاً لمفردات تفاعل الأكسدة والاختزال يتحدد فرق جهد الخلية بمقارنة مدى الفرق في قابلية مادي الأقطاب على اكتساب الإلكترونات؛ فكلما زاد الفرق بين القطبين زاد فرق جهد الخلية وزاد معه أيضاً جهد الخلية.

ماذا قرأت؟ يحتوي الدورق الأيسر على الأنود، ويتكون الأنود من الخارصين لأنه ينتج إلكترونات.

## الخلفية النظرية للمحتوى

**القنطرة الملحية** وضح للطلاب أن القنطرة الملحية قد تبدو بأشكال عدة، منها على سبيل المثال أنبوب على شكل حرف U مملوء بمحلول ملحي يربط بين دورقين منفصلين يحتويان على المحاليل، أو كوب مسامي يحتوي على أحد المحاليل ووضِع داخل كوب آخر يحتوي على المحلول الثاني، أو منشفة ورقية مغموسة في محلول موصل، مثل ملح وماء، وملفوفة حول وعاءين منفصلين بحيث توصل بين المحلولين.

## التعزيز

**المفردات** وزع الطلاب في مجموعات صغيرة، واطلب إليهم اختبار بعضهم بعضاً باستعمال مصطلحات هذا القسم.

## طرائق تدريس متنوعة

**دون المستوى** قم بإعداد وسيلة بصرية لمساعدة الطلاب على تعرف الأنود والكاثود واتجاه التيار الكهربائي في خلية كهروكيميائية، ووضع ملصقات عليها. ثم ارسم صورة لخلية، كأحد الأنظمة التي عُرضت في الكتاب، على لوحة ملصقات، ثم دع الطلاب يميزوا بين الأنود والكاثود ووضع الإلكترونات على الشكل لإكمال الدائرة، وتمييز اتجاه

تدفق الإلكترونات باستعمال الأسهم. **دم**

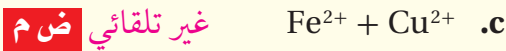
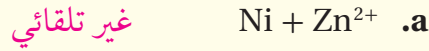


## التوسع

الكيميائيون اطلب إلى الطلاب البحث عن أبرز الكيميائيين الذين تناولوا في أعمالهم الكيمياء الكهربائية، واطلب إليهم البحث في الفترة الزمنية التي عملوا بها، وإسهامات أحد العلماء، وكتابة تقرير حوله، ومشاركة جميع طلاب الصف. اقترح عليهم بعض الأسماء مثل: جلفاني، فولتا، داو، أديسون، أو فاراداي.

## التعزيز

التفاعلات التلقائية وغير التلقائية اطلب إلى الطلاب تحديد أي التفاعلات الآتية تلقائي، وأيها غير تلقائي:



## المطويات

اطلب إلى الطلاب تضمين معلومات من هذا القسم في مطويتهم.

## التعلم البصري

مساعداً الذاكرة عادة ما يرتبك الطلاب عندما يحاولون ربط تفاعلات الأكسدة والاختزال بالأقطاب الموجبة والسالبة في كل من الخلايا الجلفانية والتحليل الكهربائي؛ لذا ذكّرهم بأن الاختزال يحدث على الكاثود، أما الأكسدة فتحدث على الأنود، وذلك بتذكر الشكل المجاور.

وتسحب قوة الجاذبية هواء رياضة الغطس في الماء دائماً للسقوط نحو وضع منخفض من الطاقة، وليس إلى أعلى؛ حيث يكون مستوى الطاقة أعلى. وعندما يقفز الغواص من فوق لوح الغوص تكون حركته إلى أسفل بصورة تلقائية. وكذلك في خلية الحارصين - النحاس وتحت الظروف القياسية، تكتسب أيونات النحاس عند الكاثود إلكترونات بسهولة أكثر من الحارصين عند الأنود، لذا يحدث تفاعل الأكسدة والاختزال تلقائياً فقط عندما تدفق الإلكترونات من الحارصين إلى النحاس.

### المفردات

#### أصل الكلمة

اللازم: (Correspond)

الموافقة أو الانسجام

توافق الاتجاهات مع الخريطة،

أو الأكسدة والاختزال عمليتان

متلازمتان...

### المطويات

ضمّن مطويتك معلومات

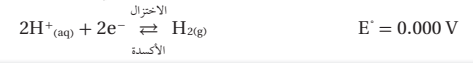
من هذا القسم.

## حساب فرق الجهد في الخلايا الكهروكيميائية

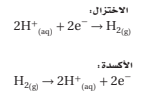
### Calculating Electrochemical Cell Potentials

من المعروف أن اكتساب الإلكترونات يسمى اختزالاً. وبناءً على هذه الحقيقة فإن مدى قابلية المادة لاكتساب الإلكترونات هو جهد الاختزال لهذه المادة. ولا يمكن تحديد جهد اختزال القطب بصورة مباشرة؛ وذلك لأن نصف تفاعل الاختزال لا بد أن يقترن بنصف تفاعل الأكسدة. وعند اقتران نصفي التفاعل فإن الجهد الناتج يساوي فرق الجهد لنصفي التفاعل. ويعبر عن فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين بالفولت V.

**قطب الهيدروجين القياسي** قرر علماء الكيمياء منذ زمن بعيد أن يقيسوا جهد الاختزال لكل الأقطاب مقابل قطب واحد، فاختاروا **قطب الهيدروجين القياسي** الذي يتكون من شريحة صغيرة من البلاتين مغموسة في محلول حمض الهيدروكلوريك HCl الذي يحتوي على أيونات هيدروجين بتركيز 1M. ويتم ضخ غاز الهيدروجين H<sub>2</sub> في المحلول عند ضغط 1 atm ودرجة حرارة 25 °C، وتعرف هذه الظروف بالظروف القياسية (STP)، كما في الشكل 7-5، ويكون فرق الجهد لقطب الهيدروجين القياسي، المسمى جهد الاختزال القياسي (E°<sub>H<sub>2</sub></sub>) مساوياً 0.000 V، ويعمل هذا القطب بوصفه نصف تفاعل اختزال، أو نصف تفاعل أكسدة؛ اعتماداً على نصف الخلية الموصلة به. والتفاعلات اللذان يمكن حدوثها عند قطب الهيدروجين القياسي هما:



**الشكل 7-5** يتكون قطب الهيدروجين القياسي من قطب بلاتين يتدفق فوقه غاز الهيدروجين عند 1 atm ويضخ في محلول حمضي يحتوي على أيونات هيدروجين بتركيز 1 M. ويعبر عن فرق جهد الاختزال لهذا الترتيب بالقيمة 0.000 V.



O  
X  
I  
D  
A  
N  
O  
D  
E

R  
E  
D  
U  
C  
A  
T  
I  
O  
N

C  
A  
T  
H  
O  
D  
E

## التعلم البصري

**جهود نصف الخلية** قام الكيميائيون عبر السنين بقياس جهود الاختزال القياسية وتسجيلها لعدد من أنصاف الخلايا. ويرتب الجدول 7-1 بعض تفاعلات نصف الخلية الشائعة تصاعدياً بحسب قيم جهود الاختزال. وقد تم الحصول على القيم في الجدول من خلال قياس الجهد عند توصيل كل نصف خلية بنصف خلية الهيدروجين القياسية. وقد كتبت التفاعلات في الجدول 7-1 جميعها في صورة تفاعلات اختزال. ومع ذلك ففي أي خلية جلفانية تحتوي دائماً على نصفي تفاعل سيحدث نصف التفاعل الذي له جهد اختزال أقل في اتجاه عكسي، ويصبح تفاعل أكسدة؛ أي أن نصف التفاعل الذي له جهد اختزال موجب أكبر يحدث في صورة اختزال، أما نصف التفاعل الذي له جهد اختزال سالب أكبر فيحدث في صورة أكسدة. ويجب أن يقاس جهد القطب تحت الظروف القياسية، وهي غمس القطب في محلول من أيوناته تركيزه 1 M عند 25°C و 1 atm. حيث يشير الصفر فوق الترميز E° باختصار إلى أن القياس تم تحت ظروف قياسية.

جهود الاختزال القياسية		الجدول 7-1	
نصف التفاعل	E° (V)	نصف التفاعل	E° (V)
Cu <sup>2+</sup> + e <sup>-</sup> → Cu <sup>+</sup>	+0.153	Li <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> → Li	-3.0401
Cu <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Cu	+0.3419	Ca <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Ca	-2.868
O <sub>2</sub> + 2H <sub>2</sub> O + 4e <sup>-</sup> → 4OH <sup>-</sup>	+0.401	Na <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> → Na	-2.71
I <sub>2</sub> + 2e <sup>-</sup> → 2I <sup>-</sup>	+0.5355	Mg <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Mg	-2.372
Fe <sup>3+</sup> + e <sup>-</sup> → Fe <sup>2+</sup>	+0.771	Be <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Be	-1.847
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> + 2H <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> → NO <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O	+0.775	Al <sup>3+</sup> + 3e <sup>-</sup> → Al	-1.662
Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → 2Hg	+0.7973	Mn <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Mn	-1.185
Ag <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> → Ag	+0.7996	Cr <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Cr	-0.913
Hg <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Hg	+0.851	2H <sub>2</sub> O + 2e <sup>-</sup> → H <sub>2</sub> + 2OH <sup>-</sup>	-0.8277
2Hg <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	+0.920	Zn <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Zn	-0.7618
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> + 4H <sup>+</sup> + 3e <sup>-</sup> → NO + 2H <sub>2</sub> O	+0.957	Cr <sup>3+</sup> + 3e <sup>-</sup> → Cr	-0.744
Br <sub>2(l)</sub> + 2e <sup>-</sup> → 2Br <sup>-</sup>	+1.066	S + 2e <sup>-</sup> → S <sup>2-</sup>	-0.47627
Pt <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Pt	+1.18	Fe <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Fe	-0.447
O <sub>2</sub> + 4H <sup>+</sup> + 4e <sup>-</sup> → 2H <sub>2</sub> O	+1.229	Cd <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Cd	-0.4030
Cl <sub>2</sub> + 2e <sup>-</sup> → 2Cl <sup>-</sup>	+1.35827	PbI <sub>2</sub> + 2e <sup>-</sup> → Pb + 2I <sup>-</sup>	-0.365
Au <sup>3+</sup> + 3e <sup>-</sup> → Au	+1.498	PbSO <sub>4</sub> + 2e <sup>-</sup> → Pb + SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	-0.3588
MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup> + 8H <sup>+</sup> + 5e <sup>-</sup> → Mn <sup>2+</sup> + 4H <sub>2</sub> O	+1.507	Co <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Co	-0.28
Au <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> → Au	+1.692	Ni <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Ni	-0.257
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> → 2H <sub>2</sub> O	+1.776	Sn <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Sn	-0.1375
Co <sup>3+</sup> + e <sup>-</sup> → Co <sup>2+</sup>	+1.92	Pb <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> → Pb	-0.1262
S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> <sup>2-</sup> + 2e <sup>-</sup> → 2SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	+2.010	Fe <sup>3+</sup> + 3e <sup>-</sup> → Fe	-0.037
F <sub>2</sub> + 2e <sup>-</sup> → 2F <sup>-</sup>	+2.866	2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> → H <sub>2</sub>	0.0000

42

**الجدول 7-1** فسر للطلاب كيفية استعمال جدول جهود الاختزال القياسية، أخبرهم بأنه يمكن تسمية هذا الجدول باسم السلسلة الكهروكيميائية. اطلب إليهم استخدام **الجدول 7-1** في تحديد المعلومات الآتية:

a. جهد الاختزال القياسي لنصف خلية ما. يمكن إيجاد

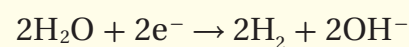
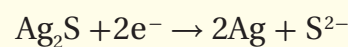
قيم جهد الاختزال القياسي لتلك الخلية بقراءة القيم الموجودة في الجدول لتلك الخلية.

b. جهد الخلية الناتج عن خلية جلفانية. يحدد المواد المتأكسدة والمختزلة في الخلية. يستمر نصف التفاعل الذي قيمة جهده الموجبة أكبر في صورة تفاعل اختزال؛ لذا يكون جهد الخلية الجلفانية القياسي =

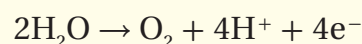
$$E^{\circ}_{\text{reduction}} - E^{\circ}_{\text{oxidation}} \text{ ض م}$$

## تطبيقات في الكيمياء

**تنظيف قطعة فضة من سفينة غارقة** تغطي القطع النقدية والقضبان الفضية المحفوظة في صناديق خشبية في المحيط لمدة زمنية طويلة بطبقة من كبريتيد الفضة بسبب البكتيريا التي تحول أيونات الكبريتات إلى غاز كبريتيد الهيدروجين. وعند وصل القطع النقدية بكاثود خلية تحليل كهربائي لها أنود غير نشط، وتحتوي على محلول موصل من هيدروكسيد الصوديوم تحتزل الفضة في كبريتيد الفضة إلى حالتها الفلزية الأصلية، ويحدث على الكاثود التفاعل الآتي:



ويكون تفاعل الأنود هو:



### دفتر الكيمياء

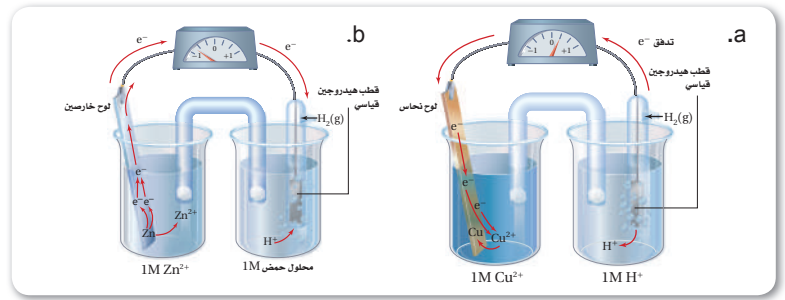
**مطلية ومحفوظة** اطلب إلى الطلاب أن يصفوا كيفية طلاء زوج من أحذية الأطفال بالنحاس، ويدونوا ذلك في دفاترهم، مع إرفاق صور لهذا الوصف. توصل الأحذية بكاثود الخلية الكهروكيميائية والنحاس بالأنود. وعند اكتمال الخلية تبدأ أيونات النحاس في المحلول الموصل بطلاء سطح الأحذية بطبقة من النحاس.

## التقويم

**الأداء** وزع الطلاب في مجموعات ثنائية أو ثلاثية، واطلب إليهم طلاء مسمار بالنحاس، ووافق على نماذج السلامة في المختبر قبل بدء العمل. وجهّز المواد الآتية: مسمار حديد، كبريتات نحاس، أسلاك نحاس، بطارية، مماسك، كؤوس. عندما تتركب كل مجموعة جهاز الطلاء اطلب إلى المجموعات شرح التركيب الخاص بهم بصورة لفظية باستعمال المصطلحات المناسبة، ثم دعهم يكملوا المهمة. واطلب إليهم تسجيل ملاحظاتهم، وكتابة أنصاف التفاعل المناسبة، ثم تسليم المسمار المطلي بالنحاس مع التقرير المكتوب. **ضم م** **تعلم تعاوني**

## عرض سريع

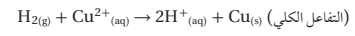
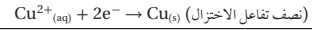
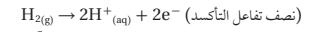
**الكشف عن حدوث تفاعل** ضع في كأس تحتوي على  $1.0\text{ M}$  من  $\text{CuSO}_4$ . شريحة من فلز الخارصين (نحو  $10\text{ cm}$  في  $5\text{ cm}$ )، اطلب إلى الطلاب مراقبة التفاعل. اطلب إليهم أن يراقبوا تفاعلاً آخر في كأس أخرى تحتوي على  $1.0\text{ M}$  من  $\text{ZnSO}_4$ ، شريحة من النحاس (مستخدماً الحجم نفسه)، ووضح لهم أنه لا يوجد تفاعل ملحوظ. ثم اسأل: لماذا يتفاعل الخارصين مع أيونات النحاس في حين لا يتفاعل النحاس مع أيونات الخارصين؟ **الخارصين فلز أكثر نشاطاً وينحسر الإلكترونات بسهولة أكبر من النحاس.** لذا ضع قطب النحاس لاحقاً في محلول كبريتات النحاس، وقطب الخارصين في محلول كبريتات الخارصين، ثم اطلب إلى الطلاب أن يجددوا هل يحدث تفاعل أم لا؟ **لا**. واسأل: ما الذي نحتاج إليه لإكمال الدائرة للسماح للتفاعل بالحدوث؟ **قد يقترح بعض الطلاب أن يُربط القطبان بأسلاك كهربائية وقنطرة ملحية تصل بين المحلولين.** **ضم م**



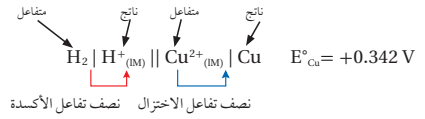
الشكل 7-6

**a.** عند توصيل قطب  $\text{Cu}$  بقطب  $\text{Zn}$  في محلول  $1\text{ M}$   $\text{Zn}^{2+}$  و  $1\text{ M}$   $\text{Cu}^{2+}$ ، فتتدفق الإلكترونات نحو نوح النحاس، فتختزل أيونات  $\text{Cu}^{2+}$  إلى ذرات  $\text{Cu}$ ، وفرق الجهد لهذا التفاعل يساوي  $+0.342\text{ V}$ .  
**b.** وعند توصيل قطب  $\text{Zn}$  بقطب  $\text{H}_2$  في محلول  $1\text{ M}$   $\text{Zn}^{2+}$  و  $1\text{ M}$   $\text{H}^+$ ، فتتدفق الإلكترونات من نوح الخارصين، فتتأكسد ذرات الخارصين إلى أيونات  $\text{Zn}^{2+}$ ، وفرق الجهد لهذا التفاعل يساوي  $-0.762\text{ V}$ .

**تحديد جهود اختزال الخلية الكهروكيميائية** يمكنك استعمال الجدول 7-1 في حساب الجهد الكهربائي لخلية جلفانية مكونة من قطب نحاس وقطب خارصين تحت الظروف القياسية. وتكون الخطوة الأولى هي تحديد جهد الاختزال القياسي لنصف خلية النحاس  $\text{E}^\circ_{\text{Cu}}$  عند توصيل قطب النحاس بقطب الهيدروجين القياسي، كما في الشكل 7-6a؛ حيث تتدفق الإلكترونات من قطب الهيدروجين إلى قطب النحاس، وتختزل أيونات النحاس إلى فلز النحاس، وتساوي قيمة  $\text{E}^\circ_{\text{Cu}}$  المقاسة بواسطة مقياس فرق الجهد (voltmeter)  $+0.342\text{ V}$ . ويشير الجهد الموجب إلى أن أيونات  $\text{Cu}^{2+}$  عند قطب النحاس تكتسب إلكترونات بصورة أسهل من أيونات  $\text{H}^+$  عند قطب الهيدروجين القياسي؛ لذا يحدث الاختزال عند قطب النحاس، في حين تحدث الأكسدة عند قطب الهيدروجين، وتكون أنصاف تفاعلات الأكسدة والاختزال والتفاعل الكلي كما يلي:



ويمكن كتابة هذا التفاعل بصيغة تعرف بـ "رمز الخلية":



نصف تفاعل الاختزال نصف تفاعل الأكسدة

تكتب الذرات/ الأيونات (التركيز) الداخلة في عملية الأكسدة أولاً وبالترتيب الذي تظهر به في نصف تفاعل الأكسدة، ويوضع بعدها خطان عموديان (||) يمثلان السلك والقنطرة الملحية وتربطان نصفي الخلية. ثم تكتب الأيونات (التركيز)/ الذرات الداخلة في الاختزال بالترتيب نفسه. لاحظ ضرورة وضع إشارة ناتج الجمع لقيم  $\text{E}^\circ$  قبل قيمة الجهد.

43

## طرائق تدريس متنوعة

**دون المستوى** اطلب إلى الطلاب رسم جدول يتكون من عمودين، أحدهما بعنوان "الأنود"، والآخر بعنوان "الكاثود"، واطلب إليهم وضع المصطلحات أو الأوصاف الآتية في العمود المناسب: الأكسدة، عامل مؤكسد، يفقد إلكترونات، يكتسب إلكترونات، اختزال، عامل مختزل. **الأنود: التأكسد، عامل مختزل، يفقد إلكترونات. الكاثود:**

**الاختزال، عامل مؤكسد، يكتسب إلكترونات.** **دم**

## التقويم

المعرفة اطلب إلى الطلاب تحديد المادة المتفاعلة والمادة الناتجة في كل زوج من الأزواج الآتية:

- a.  $Zn|Zn^{2+} || Cu^{2+}|Cu$   
 b.  $Zn|Zn^{2+} || Pb^{2+}|Pb$   
 c.  $Pb|Pb^{2+} || Cu^{2+}|Cu$   
 d.  $Cu|Cu^{2+} || Ag^+|Ag$

المتفاعلات:

- a.  $Cu^{2+}$  و  $Zn$   
 b.  $Pb^{2+}$  و  $Zn$   
 c.  $Cu^{2+}$  و  $Pb$   
 d.  $Ag^+$  و  $Cu$

اختبار الرسم البياني الحارصين.

## التقويم

المعرفة اطلب إلى الطلاب توقع نتائج العرض التوضيحي لخلية جيربر (انظر في الأسفل) باستعمال فلزات مختلفة، ومقارنة هذه الفلزات بالنحاس والماغنسيوم. **ضم**

## عرض توضيحي

### خلية جيربر

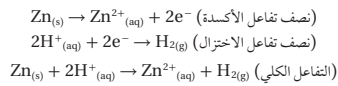
#### الهدف

توضيح أن الخلية الجلفانية تنتج تياراً.

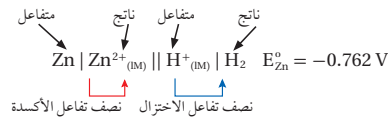
#### المواد والأدوات

دورق سعته 50 mL، أنبوب شبه نفاذ 15 cm، سدادة كبيرة، شريط ماغنيسيوم طوله 10 cm، سلك نحاس طوله 10 cm، 100 mL كبريتات نحاس تركيزها 5.0M، 100 mL كبريتات صوديوم تركيزها 5.0M، 10 mL حمض الهيدروكلوريك 6 M، 10 mL حمض النيتريك 6 M، فولتметр، سلكا توصيل بأطراف لاقطة.

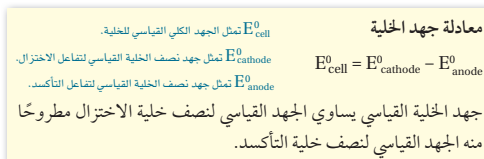
إن الخطوة الآتية هي تحديد جهد الاختزال القياسي لنصف خلية الحارصين  $E_{Zn}^{\circ}$  عند قياس جهد اختزال الحارصين مقابل قطب الهيدروجين القياسي تحت الظروف القياسية، كما في الشكل 7-6b؛ حيث تتدفق الإلكترونات من قطب الحارصين إلى قطب الهيدروجين. وعند قياس قيمة  $E^{\circ}$  لنصف خلية الحارصين بواسطة مقياس الجهد فإنها تساوي  $-0.762V$ ، وهذا يعني أن أيونات الهيدروجين عند قطب الهيدروجين تكتسب إلكترونات أسهل من أيونات الحارصين، لذا يكون جهد اختزال أيونات الهيدروجين أعلى من جهد اختزال أيونات الحارصين. تذكر أن جهد الاختزال للهيدروجين تم تعيينه بالقيمة  $0.00V$ ، لذا فإن جهد اختزال قطب الحارصين يجب أن يكون قيمة سالبة. ويمكن كتابة تفاعلي أنصاف الخلية والتفاعل الكلي على النحو الآتي:



ويمكن كتابة هذا التفاعل بصيغة تعرف بـ "رمز الخلية":



أما الخطوة النهائية في حساب جهد الخلية الكهروكيميائية فتكون بجمع نصفي تفاعل النحاس والحارصين، على أنها خلية جلفانية، وهذا يعني حساب جهد الخلية الجلفانية القياسي باستعمال المعادلة الآتية:

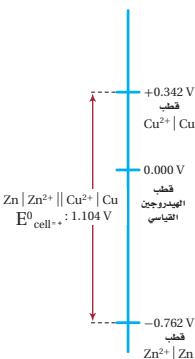


ولما كان الاختزال يحدث عند قطب النحاس، والأكسدة تحدث عند قطب الحارصين، فإن قيم  $E^{\circ}$  يمكن تعويضها على النحو الآتي:

$$\begin{aligned} E_{cell}^{\circ} &= E_{Cu^{2+}|Cu}^{\circ} - E_{Zn^{2+}|Zn}^{\circ} \\ &= +0.342 V - (-0.762 V) \\ &= +1.104 V \end{aligned}$$

والشكل 7-7 يوضح طريقة حساب الجهد الكلي لهذه الخلية.

الشكل 7-7 يوضح كيف يحسب جهد الخلية الكلي من فرق جهود الاختزال لتقطيبين.



اختبار الرسم البياني

أيهما يتأكسد أسهل من الهيدروجين: النحاس أم الحارصين؟

## احتياطات السلامة

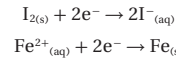
تحذير: الأحماض مواد حارقة للجلد.

التخلص من النفايات قم بمعادلة الأحماض بواسطة بيكربونات الصوديوم، ثم اسكبها في المغسلة، واغسلها بكميات كبيرة من الماء. وتخلص من المواد الكيميائية الأخرى والأسلاك الفلزية حسب الإجراءات المتبعة في ذلك.

## خطوات العمل

نظف القطع الفلزية جميعها، واملأ 2/3 الكأس بمحلول كبريتات الصوديوم. ثم رطب الأنبوب شبه النفاذ، واربطه من أحد طرفيه. واملأ الأنبوب بمحلول كبريتات النحاس على أن يكون مستوى

حساب جهد الخلية تمثل أنصاف تفاعلات الاختزال الآتية نصفي خلية جلفانية:



حدّد التفاعل الكلي للخلية وجهدها القياسي، ثم اكتب رمز الخلية.

### 1 تحليل المسألة

لقد أعطيت معادلات أنصاف الخلية، ويمكن إيجاد جهود الاختزال القياسية من الجدول 1-7. وسيكون نصف التفاعل الذي له أقل جهد اختزال هو تفاعل الأكسدة، ويمكنك هذه المعلومة كتابة التفاعل الكلي للخلية وكتابة رمزها.

### المعطيات

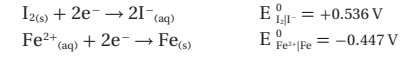
جهود الاختزال القياسية لأنصاف الخلايا

$$E^0_{cell} = E^0_{cathode} - E^0_{anode}$$

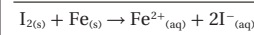
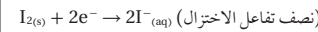
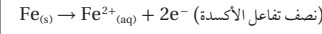
المتطلب  
التفاعل الكلي للخلية = ؟  
رمز الخلية = ؟

### 2 حساب المطلوب

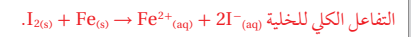
أوجد قيم جهود الاختزال القياسية لكل نصف خلية من الجدول 1-7.



لما كان لاختزال اليود أكبر جهد اختزال فإن نصف التفاعل هذا يستمر في الاتجاه الطرد في صورة اختزال، في حين يستمر نصف تفاعل الحديد في الاتجاه العكسي في صورة أكسدة.



اجمع المعادلتين.



التفاعل الكلي للخلية

احسب جهد الخلية القياسي.

ضع معادلة جهد الخلية

$$E^0_{cell} = E^0_{cathode} - E^0_{anode}$$

$$E^0_{cell} = E^0_{I_2/I^{-}} - E^0_{Fe^{2+}/Fe}$$

$$E^0_{cell} = +0.536 \text{ V} - (-0.447 \text{ V})$$

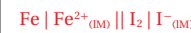
$$E^0_{cell} = +0.983 \text{ V}$$

$$E^0_{Fe^{2+}/Fe} \text{ بالقيمة } +0.536 \text{ V} \text{، وعن } E^0_{I_2/I^{-}} \text{ بالقيمة } -0.447 \text{ V}$$

كتابة رمز الخلية.



اكتب أولاً نصف تفاعل الأكسدة باستعمال رمز المادة المتفاعلة ثم الناتجة.



واكتب بعد ذلك نصف تفاعل الاختزال عن اليمين، وافصل بين نصفي التفاعل بخطين عموديين.



### 3 تقويم الإجابة

جهد الاختزال المحسوب معقول بالنظر إلى جهود أنصاف الخلية.

## مثال في الصف

**سؤال** تتكون خلية جلفانية من قنطرة ملحّية وقطب من الفضة وآخر من الماغنسيوم. تمثل المعادلة الآتية التفاعل الذي يحدث في الخلية:

$2Ag^{+} + Mg \rightarrow 2Ag + Mg^{2+}$ . ارسم الخلية الجلفانية، وحدد الأنود والكاثود والقنطرة الملحّية. وحدد كذلك التفاعل الذي يحدث عند كل من الكاثود والأنود، بالإضافة إلى جهد الخلية القياسي.

**الإجابة** يحدث تفاعل التأكسد عند الأنود، أما تفاعل الاختزال فيحدث عند الكاثود، وتكتسب الفضة الإلكترونات وتُختزل، في حين يتأكسد الماغنسيوم ويخسر الإلكترونات.



$$E^0_{cell} = E^0_{reduction} - E^0_{oxidation}$$

$$= 0.7996 - (-2.372) = 3.1716 \text{ V}$$

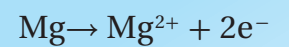
## التحليل

1. توقع أي الفلزات هو الأنود، وأيها هو الكاثود.  $Mg$  هو الأنود و  $Cu$  هو الكاثود.
2. لماذا نحتاج إلى النحاس وكبريتات النحاس معاً؟ أيونات  $Cu^{2+}$  تختزل على سطح سلك النحاس وهو موقع الاختزال.
3. لماذا لا نحتاج إلى مصدر لأيونات الماغنسيوم؟ يتأكسد الماغنسيوم وينتج أيونات الماغنسيوم؛ إذ ليس من الضروري البدء بوجود أيونات الماغنسيوم.

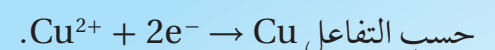
المحلول في الأنبوب أعلى قليلاً من مستواه في الدورق. ثم ضع قطعة النحاس في الأنبوب وعلّق قطعة الماغنسيوم والأنبوب نصف النفاذ في الدورق، وثبتهما في مكانهما بسدادة كبيرة. وضع الملاقط على كل قطعة فلزية، وصلها بمقياس الجهد.

## النتائج

سيظهر الفولتметр قراءة الجهد عند وصل الأسلاك؛ حيث يحدث التأكسد عند قطعة الماغنسيوم، وهي الأنود، حسب التفاعل



في حين يحدث الاختزال عند قطعة النحاس، وهي الكاثود،



## التقويم

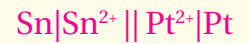


الأداء اطلب إلى الطلاب تصميم خلية كهروكيميائية تنتج جهداً تحدده أنت اعتماداً على الجدول 1-7، اطلب إليهم تفسير أسباب اختيارهم لهذه التصاميم والمحاليل والأقطاب. **ضم**

## مسائل تدريبية



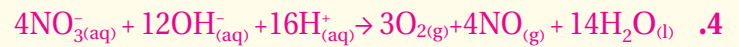
$$E^0_{cell} = +1.32V$$



$$E^0_{cell} = 0.46V$$



$$E^0_{cell} = +1.764V$$



$$E^0_{cell} = +0.556V$$



$$E^0_{cell} = +0.4974V$$

$$E^0_{cell} > 0 \text{ تلقائي}$$

$$E^0_{cell} = +2.246V$$

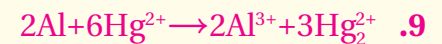
$$E^0_{cell} > 0 \text{ تلقائي}$$

$$E^0_{cell} = -0.587V$$

$$E^0_{cell} < 0 \text{ غير تلقائي}$$

$$E^0_{cell} = -2.29V$$

$$E^0_{cell} < 0 \text{ غير تلقائي}$$



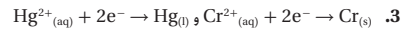
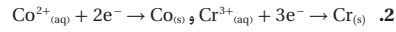
$$E^0_{cell} = +2.582V$$

التفاعل تلقائي.

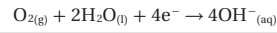
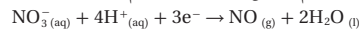
ماذا قرأت؟ موجب.

## مسائل تدريبية

اكتب معادلة موزونة لتفاعل الخلية الكلي لكل من أزواج أنصاف التفاعلات الآتية. احسب جهد الخلية القياسي، ثم اكتب رمز الخلية. ارجع إلى قواعد وزن معادلات الأكسدة والاختزال التي درستها سابقاً.



4. تحفيز اكتب معادلة موزونة لتفاعل الخلية، واحسب جهد الخلية القياسي للتفاعل الذي يحدث عندما يتم توصيل هذه الخلايا معاً، ثم اكتب رمز الخلية.



## استعمال جهود الاختزال القياسية

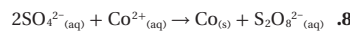
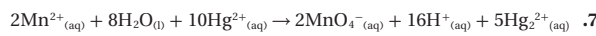
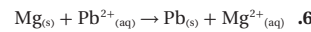
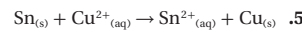
### Using Standard Reduction Potentials

توضح الأمثلة كيفية استعمال البيانات في الجدول 1-7 لحساب الجهد القياسي للخللايا الجلفانية. والاستعمال الآخر المهم لجهود الاختزال القياسية هو تحديد هل سيكون التفاعل المقترح تحت الظروف القياسية تلقائياً؟ وكيف يمكن أن تكون جهود الاختزال القياسية مؤشراً على التلقائية؟ تتدفق الإلكترونات في الخلية الجلفانية من نصف الخلية ذات جهد الاختزال القياسي الأقل إلى نصف الخلية ذات جهد الاختزال القياسي الأكبر؛ لتعطي جهداً موجباً للخلية. ولتتوقع حدوث تفاعل أكسدة واختزال معين بشكل تلقائي، اكتب التفاعل في صورة أنصاف تفاعل، وابحث عن جهد الاختزال لكل منها. واستخدم هذه القيم لحساب جهد الخلية الجلفانية. إذا كان الجهد المحسوب موجباً فالتفاعل تلقائي، أما إذا كانت القيمة سالبة فالتفاعل غير تلقائي. لكن في حالة عكس تفاعل غير تلقائي فسيكون له جهد خلية موجب؛ وهذا يعني أن التفاعل العكسي يكون تلقائياً.

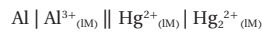
ماذا قرأت؟ حدّد إشارة جهد الخلية القياسي لتفاعل الأكسدة والاختزال الذي يحدث بصورة تلقائية.

## مسائل تدريبية

احسب جهد الخلية لتحديد ما إذا كانت تفاعلات الأكسدة والاختزال الآتية تحدث بصورة تلقائية كما هي مكتوبة أم لا، واستخدم الجدول 1-7 لمساعدتك على تحديد أنصاف التفاعل الصحيحة:



9. تحفيز اكتب المعادلة، وحدّد جهد الخلية  $E^0$  للخلية الآتية باستعمال الجدول 1-2. هل التفاعل تلقائي؟



46

مختبر الكيمياء يمكن استعمال مختبر الكيمياء الموجود في نهاية

الفصل عند هذه المرحلة من الدرس.

## استراتيجية حل المسألة

### طبّق الاستراتيجية



$$E^{\circ} = -2.372 \text{ V (تأكسد)}$$



$$E^{\circ} = -0.257 \text{ V (اختزال)}$$



### المعادلة الكلية



$$E_{\text{cell}}^{\circ} = -0.257\text{V} - (-2.372) = +2.115\text{V}$$

## 3. التقويم

### التحقق من الفهم

زوّد الطلاب بمخطط خلية كهروكيميائية، واطلب إليهم تحديد نصف الخلية والأنود والكاثود، والإشارة إلى اتجاه حركة الإلكترونات باستعمال الأسهم. **ض م**

### إعادة التدريس

اسمح للطلاب بالعمل في مجموعات صغيرة، ودعمهم يكتبوا على بطاقات العناوين أي أسئلة يحتاجون إليها فيما يتعلق بالقسم 7-1، على أن يضع كل منهم رقم المجموعة على البطاقات. ثم اجمع الأسئلة واخلفط البطاقات وأعد توزيعها على مجموعات مختلفة، واطلب إلى الطلاب الإجابة عن الأسئلة التي أعطيت لهم. وعند اقتراب نهاية الحصة أعد الأسئلة والإجابات إلى الطلاب الذين أعدوها؛ حتى يتمكنوا من مراجعة الإجابات المقترحة. **ض م** **تعلم تعاوني**

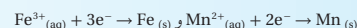
### التوسع

دع الطلاب يفسروا الفرق بين جهود الاختزال القياسية وقطب الهيدروجين القياسي، مستخدمين كلماتهم الخاصة. **ض م**

### استراتيجية حل المسألة

#### تحديد جهود الخلية

تلخص الخطوات الخمس الآتية إجراءات حساب جهد الخلية الجلفانية التي يحدث فيها تفاعل الأكسدة والاختزال بشكل تلقائي. افترض أن عليك كتابة معادلة للخلية التي تتكون من أنصاف التفاعل الآتية وحساب جهدها:



كل ما تحتاج إليه هو جدول الجهود للاختزال، مثل الجدول 7-1.

- ابحث عن نصفي التفاعل في الجدول 7-1.
- قارن بين جهد نصفي الخلية؛ فصف الخلية التي لها جهد اختزال أعلى هي التي سيحدث عندها الاختزال، في حين تحدث أكسدة في نصف الخلية التي لها جهد اختزال أقل.
- اكتب معادلة الاختزال كما هي في الجدول 7-1، واكتب معادلة الأكسدة في الاتجاه المعاكس.

$$E_{\text{cell}}^{\circ} = E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}}^{\circ} - E_{\text{Mn}^{2+}/\text{Mn}}^{\circ} = -0.037\text{V} - (-1.185\text{V}) = +1.148\text{V}$$

### استراتيجية حل المسألة

حدّد  $E^{\circ}$  لتفاعل التأكسد والاختزال التلقائي الذي يحدث بين الماغنسيوم والنيكل.

## التقويم 7-1

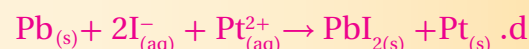
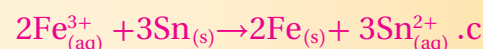
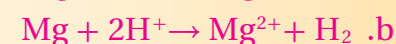
### الخلاصة

- يحدث تفاعل الأكسدة والاختزال في الخلايا الجلفانية على أقطاب منفصلة بعضها عن بعض.
- جهد نصف خلية التفاعل القياسي هو جهد التيار الناتج عند اقترانها بقطب الهيدروجين القياسي تحت الظروف القياسية.
- يكون جهد اختزال نصف الخلية سالبًا إذا حدث لها أكسدة عند توصيلها بقطب الهيدروجين القياسي، ويكون لها جهد اختزال موجب إذا حدث لها اختزال عند توصيلها بقطب الهيدروجين القياسي.
- الجهد القياسي لخلية جلفانية هو الفرق بين جهود الاختزال لأنصاف الخلايا.

47

## التقويم 7-1

- تُنتج الخلية الكهروكيميائية التي تحتوي على نصفي تفاعل الأكسدة والاختزال والموصلين بقنطرة ملحية تيارًا كهربائيًا خلال سلك توصيل.
- تتكون الخلية الجلفانية من أنود وكاثود وقنطرة ملحية وسلك توصيل بين القطبين. يحدث التأكسد على الأنود، في حين يحدث الاختزال على الكاثود. وتسمح القنطرة الملحية بحركة الأيونات من محلول إلى آخر، كما يسمح السلك بمرور الإلكترونات من الأنود إلى الكاثود.



13. غير تلقائي .b تلقائي .c تلقائي

14. ستتنوع الخرائط المفاهيمية.

## 1. التركيز

## شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (22) الواردة في مصادر التعلم للفصول (6-9)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: **دم**

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

## الفكرة الرئيسية

استعمالات البطارية أحضر بطاريات متنوعة إلى الصف، واسأل الطلاب حول استعمالات كل منها. ستبين الإجابات اعتماداً على البطاريات. العديد من البطاريات لها استعمالات متنوعة، في حين أن أنواعاً أخرى لها استعمال واحد مثل بطارية الساعة. ثم اسأل الطلاب: ما الأشياء المشتركة بين البطاريات؟ تحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية. دع الطلاب يتفحصوا بطارية عن قرب، ويلاحظوا الطرف الموجب والطرف السالب. وأخبرهم أن هذا يشير إلى الأنود والكاثود في الخلية الجلفانية التي تكون البطارية. **ضم م**

## 2. التدريس

## تطوير المفهوم

تطبيقات البطارية اطلب إلى الطلاب عمل قائمة بأنواع البطاريات المختلفة التي يجدونها في منازلهم وتطبيقاتها. وقد تتضمن مثل هذه القائمة: البطارية الجافة الشائعة، والبطاريات القلوية (نوع آخر من الخلايا الجافة)، وبطاريات الليثيوم، وبطاريات NiCd، وبطاريات الرصاص - الحمض. ويمكن أن يضمنا هذه القائمة بطاريات يمكن إعادة شحنها أو تستخدم مرة واحدة مثل، AA و AAA و C و D، وبطاريات الخلية الجافة ذات 9 و 6 فولت. ثم اطلب إليهم المقارنة بين تكلفة الأنواع المختلفة للبطاريات. **ضم م**

## الأهداف

- تصف تركيب البطارية الجافة التقليدية المصنوعة من الكربون والخاصين ومكوناتها وآلية عملها.
- تميز بين البطاريات الأولية والثانوية، وتعطي مثالين على كل نوع.
- تفسر تركيب خلية الوقود (الهيدروجين - الأكسجين) وعملها.
- تصف عملية تآكل الحديد وطرائق حمايته من التآكل.

## مراجعة المفردات

التفاعل العكسي التفاعل الذي يمكن أن يحدث في الاتجاهين الطردي والعكسي.

## المفردات الجديدة

البطارية

الخلية الجافة

البطارية الأولية

البطارية الثانوية

خلية الوقود

التآكل

الجلفنة

## البطاريات Batteries

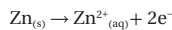
**الفكرة الرئيسية** البطاريات خلايا جلفانية تستعمل التفاعلات التلقائية لإنتاج الطاقة لأغراض متعددة.

**الربط مع الحياة** تأمل قليلاً عند كتابة قائمة بالأشياء التي تستعمل فيها البطاريات؛ فقد تضم قائمتك المصباح الكهربائي والسيارات والهواتف والمذياع والحاسبات والساعات والألعاب وغيرها. فهل جميع البطاريات في هذه الأجهزة متشابهة؟

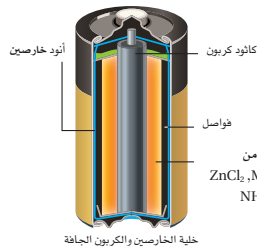
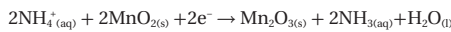
## Dry Cells الخلية الجافة

تزود بعض تفاعلات الخلايا التلقائية التي درستها البطاريات بالطاقة التي نستعملها يومياً. **البطارية** عبارة عن خلية جلفانية أو أكثر في عبوة واحدة تنتج التيار الكهربائي. ولقد كانت البطارية الجافة المكونة من الخاصين والكربون، كما في الشكل 7-8، هي الأكثر استعمالاً منذ اكتشاف البطارية عام 1860 م حتى الآن.

**خلية الخاصين والكربون الجافة الخلية الجافة** هي خلية جلفانية؛ حيث يكون المحلول الموصل للتيار عجينة رطبة تتكون من خليط من كلوريد الخاصين وأكسيد المنجنيز IV وكلوريد الأمونيوم وكمية قليلة من الماء داخل حاوية من الخاصين. وحافطة الخاصين هي الأنود في الخلية؛ حيث يحدث تأكسد الخاصين بحسب المعادلة الآتية:



ويعمل عمود الكربون أو الجرافيت في مركز الخلية الجافة عمل الكاثود، ولكن تفاعل الاختزال لنصف الخلية يحدث داخل العجينة. ويسمى عمود الكربون في هذا النوع من الخلايا الجافة الكاثود غير الفعال؛ لأنه يتكون من مادة لا تسهم في تفاعل الأكسدة والاختزال، إلا أن القطب غير الفعال له غرض مهم في توصيل الإلكترونات. ويتم تفاعل الاختزال لنصف الخلية على النحو الآتي:



خلية الخاصين والكربون الجافة

**الشكل 7-8** تتكون ما يطلق عليه الخلية الجافة من عجينة رطبة يحدث فيها نصف تفاعل الاختزال، وتعمل حافطة الخاصين في خلية الخاصين والكربون عمل الأنود.



## عرض سريع

**داخل البطارية** افتح بطارية قدرتها 9 فولت باستعمال المفك؛ لعرضها على الطلاب؛ حتى يتمكنوا من رؤية مكوناتها. أشر إلى قطبي الكربون والخاصين. ودع الطلاب يعدوا الخلايا داخل البطارية، واسأل: لماذا يوجد أكثر من خلية بدلاً من خلية واحدة؟ تحذير: لا تبلل عجيبة البطارية؛ لأن ذلك يسبب إنتاج حرارة عالية جداً. **على الطلاب أن يدركوا أنه يجب أن تحتوي البطارية على عدد من الخلايا الكهروكيميائية لإنتاج كمية محددة من الطاقة تساوي حاصل ضرب عدد الخلايا في قيمة الطاقة التي تنتجها كل خلية.** فبطارية قدرتها 9 فولت تحتوي على 6 خلايا كل منها ينتج 1.5 فولت، لذا تكون الطاقة الكلية 9 فولت. **ض م**

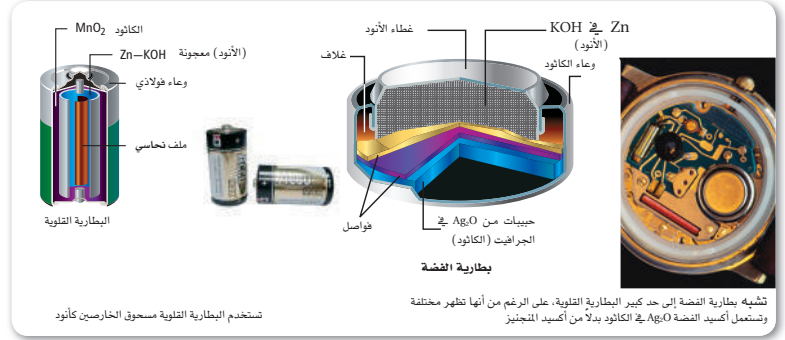
## التقويم

**المعرفة** اطلب إلى الطلاب تحديد فرق الجهد الكلي لبطارية مصباح كهربائي تحتوي على 4 بطاريات بحجم D، وينتج كل منها 1.5 فولت. إذا كانت كل بطارية تنتج 1.5 V فإن الطاقة الكلية للبطاريات الأربع تكون 6 فولت. **ض م**

## ماذا قرأت؟



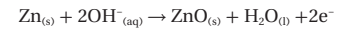
49



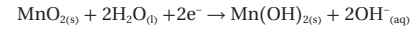
**الشكل 7-9** البطاريات القلوية أكثر كفاءة من خلية الخاصين والكربون الجافة، وأكثر نفعاً عند الحاجة إلى بطاريات صغيرة الحجم. أما بطاريات الفضة فهي أصغر حجماً من القلوية، وتناسب الأجهزة الصغيرة الحجم مثل الساعات.

يوجد في خلية الخاصين والكربون الجافة فواصل رقيقة مصنوعة من مادة مسامية تحتوي على عجيبة رطبة تفصلها عن أنود الخاصين. وتعمل هذه الفواصل عمل القنطرة الملحية للسماح بتحرك الأيونات، ومن ثم فإنها تشبه إلى حد كبير نموذج الخلية الجلفانية الذي درسته في القسم 1-7. وتنتج خلية الخاصين والكربون الجافة 1.5 V حتى يبدأ إنتاج الأمونيا بوصفه ناتج تفاعل الاختزال عن مخلوها المائي في صورة غاز. وعندها ينخفض الجهد إلى مستوى يجعل البطارية غير ناعمة.

**البطاريات القلوية** لقد حلت الخلية القلوية الجافة الأكثر كفاءة، محل خلية الخاصين والكربون الجافة في الكثير من التطبيقات كما في الشكل 9-7. ويوجد الخاصين في الخلية القلوية على هيئة مسحوق، مما يوفر مساحة سطح أكبر للتفاعل، ويخلط مع هيدروكسيد البوتاسيوم على شكل عجيبة، وهي قاعدة قوية، وتوضع العجيبة في علب من الفولاذ. ويقوم مخلوط من ثاني أكسيد المنجنيز وهيدروكسيد البوتاسيوم مقام الكاثود. ويمكن تمثيل تفاعل الأنود لنصف الخلية على النحو الآتي:

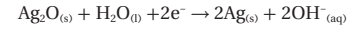


أما تفاعل الكاثود لنصف الخلية فهو:



ولا تحتاج البطاريات القلوية إلى عمود الكربون بوصفه كاثوداً؛ لذا يمكن تصنيعها بأحجام صغيرة، ولها استعمالات متعددة في الأجهزة الصغيرة.

**بطاريات الفضة** بطاريات الفضة الموضحة في الشكل 9-7 أصغر حجماً، وتستعمل في تزويد الأجهزة بالطاقة، ومنها ساعات الأذن والساعات وآلات التصوير. وتستعمل بطاريات الفضة تفاعل أنود نصف خلية البطاريات القلوية. أما تفاعل الكاثود لنصف الخلية فهو على النحو الآتي:



**ماذا قرأت؟** حدد أنصاف التفاعلات المشتركة التي تحدث في كل من البطاريات القلوية، وبطاريات الفضة.

## طرائق تدريس متنوعة

**ضعاف السمع** يوفر الكثير من صانعي البطاريات التجارية "المعروفة تجارياً" مواقع إلكترونية للمستهلكين للاطلاع على المعلومات المتعلقة بالمنتج؛ لذا اطلب إلى الطلاب الدخول إلى موقع أو أكثر من هذه المواقع وتعرف المعلومات التي تعرضها هذه المواقع عن كيميائية البطارية وأداء منتجاتهم. **ض م**

## التوسع

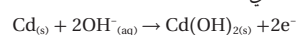
**التخلص من البطاريات** ذكر الطلاب بأن الكثير من البطاريات تحتوي على فلزات سامة، ومنها الكاديوميوم والزرنيق والنيكل والرصاص. ثم اطلب إليهم إعداد بحوث تبين المشكلات البيئية التي يمكن أن تحدث إذا تم التخلص من هذه الفلزات بطريقة غير صحيحة. دعهم يبحثوا عن طرائق التخلص من بطاريات السيارة في مجتمعاتهم. واسأل: هل هناك إجراءات خاصة للتخلص من أنواع أخرى من البطاريات في مجتمعاتهم، حسب القوانين والسياسات المحلية؟

## التعزيز

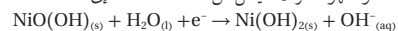
**فحص شحنة البطارية** اسأل الطلاب: كيف يمكن معرفة أن البطارية أصبحت غير مشحونة؟ ابحث في محتويات التغليف التي قد توفر للمستهلك طريقة فحص الشحنة المتبقية في البطارية. وساعد الطلاب على اكتشاف كيفية عمل هذا الفحص، وضع بعض البطاريات في متناول أيديهم لفحصها.

**ض م**

**البطاريات الأولية والثانوية** تقسم البطاريات إلى نوعين اعتماداً على عملاتها الكيميائية. وتصنف خلايا الحارصين والكربون، والفلوية، والفضة على أنها بطاريات أولية. و**البطاريات الأولية** هي التي تنتج طاقة كهربائية من تفاعل الأكسدة والاختزال الذي لا يحدث بشكل عكسي بسهولة، وتصبح البطارية غير صالحة للاستعمال بعد انتهاء التفاعل. ويسمى النوع الآخر **البطاريات الثانوية**، وهي تعتمد على تفاعل الأكسدة والاختزال العكسي، لذا فإنه يمكن شحنها. فبطارية السيارة والحاسب المحمول مثالان على هذا النوع من البطاريات التي تُسمى في بعض الأحيان بطاريات التخزين. وعادة ما تكون بطاريات التخزين التي تستعمل في آلات الحلاقة وآلات التصوير الرقمية بطاريات نيكيل - كاديوميوم قابلة للشحن، وتسمى في بعض الأحيان بطاريات NiCad، كما في الشكل 7-10. وللحصول على الكفاءة القصوى للبطارية يصنع كل من الأنود والكاثود من أشرطة دقيقة طويلة من مواد مفضولة بطبقة يمكن للأيونات أن تمر من خلالها. وتلف الأشرطة في لفائف ضيقة وتعبأ داخل علبة فولاذية. ويتمثل تفاعل الأنود الذي يحدث عند استعمال البطارية لتوليد تيار كهربائي في أكسدة الكاديوميوم في وسط قاعدي:



أما تفاعل الكاثود فهو اختزال النيكل من حالة تأكسد +3 إلى +2.

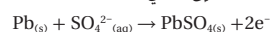


وتحدث هذه التفاعلات بشكل عكسي عند شحن البطارية.

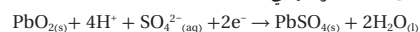
### بطاريات تخزين المركب الرصاصي الحمضية Lead-Acid Storage Battery

هذا النوع من البطاريات شائع الاستخدام في السيارات. وتتكون معظم بطاريات السيارات من 6 خلايا تولد كل منها 2V ليصبح ناتجها الكلي 12V. ويتكون الأنود في كل خلية من شبكتين مساميتين أو أكثر من الرصاص. أما الكاثود فيتكون من شبكة واحدة من الرصاص المملوءة بأكسيد الرصاص IV. ويجب أن يسمى هذا النوع من البطاريات بطارية رصاص - أكسيد الرصاص IV، إلا أن بطاريات الرصاص الحمضية هو الاسم الأكثر شيوعاً لها؛ لأن المحلول الموصل في البطارية هو محلول حمض الكبريتيك، وهي بطارية غير جافة.

وتمثل المعادلات الآتية تفاعل الأكسدة لنصف الخلية عند الأنود؛ حيث يتأكسد الرصاص من حالة تأكسد 0 إلى +2 في  $\text{PbSO}_4$ .



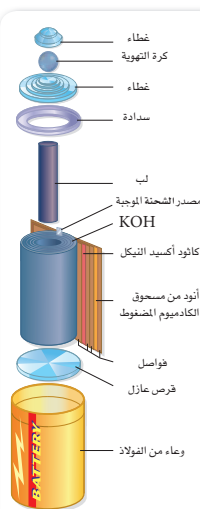
ويختزل الرصاص من حالة تأكسد +4 إلى +2 عند الكاثود، ويمثل تفاعل الاختزال لنصف الخلية عند الكاثود كما يلي:



لذا فإن التفاعل الكلي هو:



وبالنظر إلى تفاعلات نصف الخلية يمكنك ملاحظة أن كبريتات الرصاص  $\text{PbSO}_4$  II



الشكل 7-10 تزود الأدوات

والهواتف اللاسلكية عادة بالطاقة

بواسطة بطاريات يمكن إعادة

شحنها، ويتم إعادة شحن بطارية

NiCad عند توصيلها بمصدر

كهربائي يزودها بالطاقة لتدفع

تفاعل الشحن غير التلقائي للحدوث.

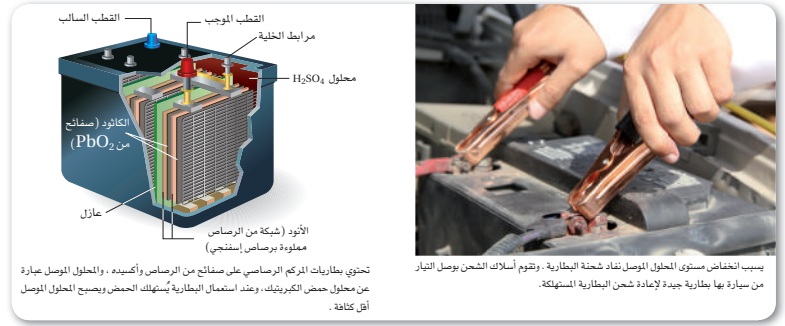
## مشروع الكيمياء

**خلايا الوقود** اطلب إلى الطلاب أن يبحثوا عن بعض التطبيقات الحالية لخلايا الوقود، وأن يضعوا قائمة بتلك التطبيقات. واطلب إليهم أيضاً البحث في تطبيقات مستقبلية لخلايا الوقود، من حيث فوائدها ومحددات استعمالها. **ض م**

✓ **ماذا قرأت؟ يتأكسد الرصاص  $Pb^{2+}$  خلال الشحن في  $PbSO_4$  إلى  $Pb^{4+}$  في  $PbO_2$ ، ويختزل إلى  $Pb$ .**

## الخلفية النظرية للمحتوى

الارتفاع الحراري هو التأثير المتتالي لتفاعل طارد للطاقة يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الوسط الذي يحدث فيه؛ لذا يزيد من سرعته فينتج حرارة أكثر. لقد أسهم الارتفاع الحراري في حوادث المصانع الكيميائية. فعند تعرض بطاريات أيون الليثيوم المغلقة والمصنعة بطريقة غير سليمة لارتفاع حراري يؤدي ذلك إلى رفع درجة حرارتها، ثم الانفجار. ولتفادي حوادث بطاريات أيون الليثيوم تركيب أجهزة أمان في البطارية إجبارياً، وتحتوي هذه الأجهزة فواصل إغلاق وإشارات تحذيرية (tear-away tabs) وفتحات للتهوية. وقد نجم عن التلوث الداخلي الناتج عن الفلزات العديد من انفجارات بطاريات الحاسوب المحمول، مما تطلب استرجاع أعداد كبيرة منها في عام 2006م.



**الشكل 7-11** تستهلك بطاريات المركب الرصاصي المستعملة في السيارات عند تشغيل السيارة، وتشتحن عندما يعمل المحرك.

### المفردات

#### أصل الكلمة

السعة (Capacity):

من أصل لاتيني وتعني القدرة على الاستيعاب أو الاحتواء...

هي ناتج الأكسدة والاختزال. وكذلك فإن كلاً من  $PbO_2$  و  $Pb$  و  $PbSO_4$  مادة صلبة، لذا تبقى في مكان تكوُّنها نفسه. ولذلك تكون المواد المتفاعلة في الأماكن المطلوبة سواء أكانت البطارية في حالة استعمال أو شحن. يعمل حمض الكبريتيك عمل محلول موصل بالبطارية، إلا أنه يُستهلك في أثناء توليد البطارية للتيار الكهربائي، كما توضح معادلة الخلية الكلية ذلك. ماذا يحدث عند إعادة شحن البطارية؟ يصبح التفاعل في هذه الحالة عكسياً؛ لينتج الرصاص وأكسيد الرصاص  $IV$  وحمض الكبريتيك، والموضح بالجزء في المعادلة  $4H^+_{(aq)} + 2SO_4^{2-}_{(aq)}$  من المعادلة الكلية للبطارية.

وتعد بطاريات تخزين المراكم الرصاصية في الشكل 7-11 اختياراً جيداً للسيارات؛ لأنها تزود المحرك بطاقة ابتدائية عالية جداً في البداية، ولها زمن حفظ طويل قبل البيع، ويُعتمد عليها عند انخفاض درجات الحرارة.

✓ **ماذا قرأت؟** هذه المواد التي تتأكسد والمواد التي تختزل عند شحن بطارية المركب الرصاصي.

### بطاريات الليثيوم Lithium Batteries

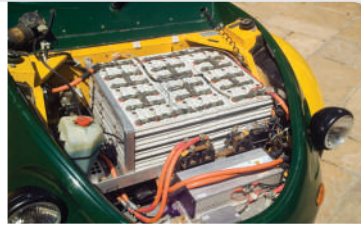
على الرغم من أن بطاريات المركب الرصاصي موثوق بها ومناسبة للكثير من التطبيقات، فما زال المهندسون يطورون بطاريات بكتلة أقل وقدرة أكبر لتزويد الأجهزة بالطاقة؛ بدءاً من ساعة اليد إلى السيارات الكهربائية. وفي التطبيقات التي تكون فيها البطارية هي المكوّن الأهم ويجب تزويدها بكميات كبيرة من القدرة - كما في عملية تشغيل السيارات الكهربائية - تكون بطاريات المركب الرصاصي ثقيلة جداً، لذا لا تكون عملية. ولقد كان الحل في تطوير بطارية ذات وزن خفيف، تخزن كميات كبيرة من الطاقة بالنسبة لحجمها. لذا ركز المهندسون انتباههم على عنصر الليثيوم لسببين، هما: أن الليثيوم أخف فلز معروف، وأن له أقل جهد اختزال قياسي بالنسبة إلى العناصر الفلزية الأخرى  $3.04 V$  - كما في الجدول 7-1. لذا تولد البطارية التي تؤكسد الليثيوم على الأنود  $2.3 V$  تقريباً أكثر من البطاريات المشابهة، وتؤدي إلى تأكسد الحارصين.

## دفتن الكيمياء

**البطاريات القابلة للشحن** اطلب إلى الطلاب البحث عن تكلفة البطاريات القابلة وغير القابلة للشحن للاستعمال المنزلي والمقارنة بينهما، وكذلك مقارنة التكلفة بعدد ساعات التشغيل التي نحصل عليها من البطارية، على أن تشمل المقارنة أسعار جهاز الشحن. وذكرهم بحساب سعر الشاحن. واطلب إليهم تقديم تقرير عن البيانات التي تم جمعها وعرضها على الصف لمناقشة أكثرها جدوى من حيث التكلفة لشرائها.

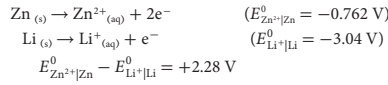


تنجح بطاريات الليثيوم عادة 3 و9 فولت، ولها عدة أحجام لتناسب الأجهزة المختلفة



تزود بطاريات الليثيوم سيارة التجربة هذه بطاقة تجعلها تسير بسرعة قصوى مقدارها 113 km/h قبل أن يعاد شحنها، كما أنها تستطیع السير مسافة 320 km

قارن بين نصف تفاعل التأكسد للخارصين والليثيوم وجهود اختزالها القياسية.

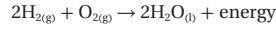


يمكن لبطاريات الليثيوم أن تكون أولية أو ثانوية اعتمادًا على أي تفاعلات اختزال تم دمجها مع تأكسد الليثيوم. تستخدم بعض بطاريات الليثيوم مثلًا تفاعل الكاثود نفسه الذي تستعمله الخلايا الجافة للخارصين والكربون، وهو اختزال أكسيد المنجنيز IV  $\text{MnO}_2$  إلى أكسيد المنجنيز III  $\text{Mn}_2\text{O}_3$ . وتنتج هذه البطاريات تيارًا إذا جهد يساوي 3V مقارنة بـ 1.5V لخلايا الخارصين والكربون. وتستمر بطاريات الليثيوم فترة أطول من أنواع البطاريات الأخرى. ونتيجة لذلك تستعمل عادة في الساعات والحواسيب وآلات التصوير للحفاظ على الزمن والتاريخ والذاكرة والاستعدادات الشخصية حتى عند إطفاء الجهاز. والشكل 7-12 يوضح التطبيقات الحالية والمطورة لبطاريات الليثيوم.

✓ **ماذا قرأت؟** اذكر ثلاث مزايا لبطاريات الليثيوم.

### خلايا الوقود Fuel Cells

ينفجر الهيدروجين بقوة كبيرة عند احتراقه في الهواء، وينتج عنه ضوء وحرارة.



فهل يمكن أن يحدث هذا التفاعل تحت ظروف مضبوطة داخل الخلية؟

**الربط:** **النسبة:** **خلية الوقود** خلية جلفانية؛ حيث ينتج تأكسد الوقود طاقة كهربائية. وتختلف خلايا الوقود عن البطاريات الأخرى؛ لأنها تزود بالوقود باستمرار من مصدر خارجي. ويعتقد الكثيرون أن خلايا الوقود اختراع حديث، إلا أن الخلايا الأولى عُرضت عام 1839م عن طريق عالم الكيمياء الكهربائية البريطاني وليام جروف William Grove والذي سُمي خليته بطارية الغاز. وقد بدأ بعض العلماء عملاً جاداً في خمسينيات القرن الماضي لتطوير خلايا وقود عملية ذات كفاءة لبرامج الفضاء. وإذا كان على رواد الفضاء الطيران في سفن فضائية فإنهم يحتاجون إلى الماء للمحافظة على حياتهم في السفينة، ومصدر كهربائي موثوق به لتزويد أنظمة السفينة المختلفة

**الشكل 7-12** الصفات التي تجعل بطاريات الليثيوم الاختيار الأمثل للعديد من الاستعمالات هي خفة الوزن وطول العمر والجهد العالي.

### واقع الكيمياء في الحياة

#### خلايا الوقود



**التقليل من التلوث** تعد السيارات من أكبر مصادر تلوث الهواء في المدن. وقد أدى تزويد حافلات - تحت التجربة في بعض المدن الأوربية - بخلايا وقود الهيدروجين إلى إحداث فرق في كمية التلوث. كما تحلوا عوادم هذه الحافلات من ثاني أكسيد الكربون أو أي من أكاسيد النيتروجين أو الكبريت، والماء النقي هو الناتج الوحيد.

52

## المفاهيم الشائعة غير الصحيحة



يعتقد عدد كبير من الطلاب أن الخلايا الجافة هي جافة بالفعل.

## استكشاف المفاهيم الشائعة غير الصحيحة

اطلب إلى الطلاب وصف تصورهم للجزء الداخلي من بطارية الخلية الجافة، ومعلوماتهم حول تماسك المادة في المركز.

## عرض المفهوم

اعرض على الطلاب مقطعاً عرضياً لبطارية تم فتحها. يمكن فتح بطارية الـ 9V بمفك وكماشة. غطّ الجزء الداخلي المعرض للهواء بغطاء بلاستيكي حتى لا تجف العجينة ولا يلمسها الطلاب. تحذير: لا تقصّ مقطعاً عرضياً في بطارية خلية جافة قلووية؛ وذلك لاحتوائها على مادة حارقة. وإذا لم يكن في الإمكان الحصول على مقطع بطارية عادية أو بطارية 9V، فإنك تستطيع الرجوع إلى الشكل 7-11 بوصفه بديلاً لذلك.

## تقويم المعرفة الجديدة

اطلب إلى الطلاب أن يفسروا لماذا لا تكون الخلية الجافة جافة؟ تحتوي الخلية الجافة على عجينة محلول موصل من كلوريد الخارصين وأكسيد المنجنيز IV وكلوريد الأمونيوم وكمية قليلة من الماء. **ض م**

### طرائق تدريس متنوعة

**متعلمو اللغة** اطلب إلى الطلاب بناء نماذج لمقاطع البطاريات الموضحة بالرسوم في الكتاب، أو تلك التي حصلوا عليها من خلال أبحاثهم، وذكرهم بالأشكال المتنوعة للبطاريات في الكتاب، ثم اطلب إليهم كتابة أسماء أجزاء البطاريات جميعها باللغتين العربية والإنجليزية.

د م

✓ **ماذا قرأت؟** هي خفيفة وعمرها طويل وتخزن كمية كبيرة من الطاقة بالنسبة إلى حجمها؛ وبعضها يمكن إعادة شحنه. **ض م**

ض م

## تطوير المفهوم

**منع التآكل** أسأل الطلاب: هل يصلح استعمال النحاس كاثودًا جيدًا لمنع تآكل الحديد؟ لا؛ لأن الحديد يتأكسد بسهولة أكثر من النحاس. ناقش الطلاب في استعمالات الفلزات كاثودًا لمنع تآكل أنابيب الحديد؟ من الأسئلة التي يمكن طرحها: ما العناصر التي يشيع استعمالها على أنها كاثودات فلزية أو موانع للتآكل؟ **ض م**

## التوسع

**حل المشكلات** دع الطلاب يقرأوا مقالات إخبارية أو يشاهدوا فيلمًا حول مهمة أبولو 13 التي انفجر خلالها خزان الأكسجين وحطم خلايا الوقود في الكبسولة الفضائية. وضح لهم كيف أن حل المشكلة الإبداعي كان المفتاح لعودة رجال الفضاء سالمين.

## ض م

**ماذا قرأت؟** لا يمكن أن تنضب خلايا الوقود ما دامت تُزود بالوقود على نحو مستمر.

### مفهوم في الكيمياء،

#### اختصاصي الطاقة البديلة

إذا كنت ترغب في اختراع أشياء جديدة وجعلها تعمل فقد تكون مهتمًا بالمساعدة على تطوير مصادر طاقة لهذا العالم يعتمد عليها بصورة متزايدة. وتتضمن هذه التقنيات الطاقة الشمسية، والرياح، والطاقة الجوفية، وطاقة التيارات المائية، واستعمال تدرج درجات الحرارة في تجمعات الماء، وغيرها.

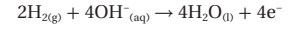
#### الشكل 7-13

a. يكون الهيدروجين هو الوقود ويتم فصل نصفين التفاعل بواسطة غشاء لتبادل البروتونات؛ حيث تتدفق الإلكترونات المفقودة من عملية الأكسدة في الدائرة الخارجية للوصول إلى موقع الاختزال، وخلال انتقالها تقوم بعمل مفيد كتشغيل محرك إلكتروني. أما الناتج الجانبى لتفاعل الأكسدة والاختزال فهو الماء.

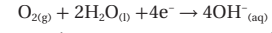
b. يمكن لخلايا الحزمة من نوع PEM إنتاج طاقة كافية لتشغيل سيارة كهربائية.

بالكهرباء. والحاجتان السابقتان كلتاهما ساعدتا على تطوير خلايا وقود الهيدروجين التي تضبط عملية تأكسد الهيدروجين وتزود السفينة بالماء والكهرباء؛ إذ لا يصاحب ذلك إنتاج مواد جانبية ينبغي التخلص منها أو تخزينها على السفينة خلال الرحلة.

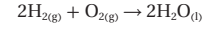
**كيف تعمل خلية الوقود؟** خلية الوقود - كما في الخلايا الجلفانية الأخرى - أنود وكاثود، وتتطلب محلولًا موصلًا حتى تستطيع الأيونات الانتقال بين الأقطاب. والمحلول الموصل الشائع في خلية الوقود محلول قلوي من هيدروكسيد البوتاسيوم. وكل قطب عبارة عن وعاء أجوف، جدرانها من كربون مسامي تسمح بالاتصال بين الحجرة الداخلية والمحلول الموصل المحيط بها. ويكتب نصف تفاعل الأكسدة للخلية على الأنود على النحو الآتي:



يستعمل التفاعل أيونات الهيدروكسيد المتوافرة في المحلول الموصل القلوي، ويطلق إلكترونات على الأنود. فتتدفق الإلكترونات الناتجة عن أكسدة الهيدروجين خلال الدائرة الخارجية نحو الكاثود؛ حيث يحدث نصف تفاعل الاختزال على النحو الآتي:



تختزل الإلكترونات والأكسجين عند وجود الماء لإنتاج 4 أيونات هيدروكسيد تعمل على تعويض أيونات الهيدروكسيد المستخدمة عند الأنود. وعند جمع معادلتين نصف التفاعل تكون المعادلة الكلية هي نفس معادلة احتراق الهيدروجين في الأكسجين.



ولما كانت الخلية تزود بالوقود من مصدر خارجي فإن خلية الوقود لا تنفذ مثل سائر البطاريات؛ حيث تستمر في إنتاج الكهرباء ما دام الوقود متوافرًا.

وتستخدم بعض الخلايا وقودًا غير الهيدروجين. فمثلًا يستبدل الهيدروجين بالميثان في بعض الخلايا إلا أنه قد يؤدي إلى إنتاج ثاني أكسيد الكربون كغاز الدفيئة. وتستخدم خلايا الوقود، كما في الشكل 7-13، صفيحة بلاستيكية تسمى غشاء تبادل البروتون (proton - exchange membrane) (PEM)، مما يستبعد الحاجة إلى محلول موصل سائل.

**ماذا قرأت؟** قارن خلايا الوقود بغيرها من الخلايا الجلفانية.



53

## التنوع الثقافي

**المحافظة على الكنوز الوطنية** ذكّر الطلاب بأن الجسور والسيارات ليست الأشياء الوحيدة المعرضة للتآكل. فالعديد من الأشياء الفنية معرضة للتآكل أيضًا. اطلب إلى الطلاب البحث عن كنوز وطنية ذات أهمية للثقافات العالمية ومعرضة لخطر التآكل. اطلب إليهم وصف الخطوات التي يمكن اتخاذها للحفاظ على هذه الكنوز.

## مختبر تحليل البيانات

### حول التجربة

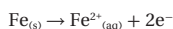
- خلايا الوقود الحيوي هي أجهزة تحول الطاقة الأيضية الميكروبية إلى طاقة كهربائية.
- يجب توافر الإلكترون الوسيط لنقل الإلكترون الميكروبي إلى قطب خلية الوقود.
- ابحث في شبكة الإنترنت عن مقالات أخرى متعلقة بخلايا الوقود الحيوي.

### التفكير الناقد

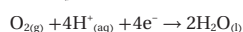
1. 15 min
2. نعم، يرتفع التيار بصورة ملحوظة خلال 15 min في التجربة.
3. 3.7 mA تقريباً.

### التآكل Corrosion

من المعروف أن تفاعلات الأكسدة والاختزال التلقائية تحدث في الخلايا الجلفانية، كما تحدث في الطبيعة أيضاً بشكل تلقائي، ومن ذلك تآكل الحديد، المعروف بالصدأ. **التآكل** هو خسارة الفلز الناتج عن تفاعل أكسدة واختزال بين الفلز والمواد التي في البيئة. وعلى الرغم من الاعتقاد أن الصدأ ناتج عن تفاعل الحديد مع الأكسجين إلا أنه تفاعل أكثر تعقيداً، ولما كان الصدأ يحدث عند توافر كل من الماء والأكسجين، لذا فإن قطعة الحديد التي تركت معرضة للهواء والرطوبة تكون أكثر عرضة للصدأ، كما في الشكل 14-7؛ حيث يصدأ الجزء المتصل بالرطوبة أولاً. ويبدأ الصدأ عند وجود شق أو كسر في سطح الحديد. ويصبح هذا الجزء أنود الخلية؛ حيث تبدأ ذرات الحديد في فقدان الإلكترونات، كما في الشكل 15-7.



وتصبح أيونات الحديد II جزءاً من المحلول المائي، في حين تتحرك الإلكترونات خلال القطعة الحديدية إلى منطقة الكاثود، فتصبح القطعة الحديدية هي الدائرة الخارجية والأنود في آن واحد. ويقع الكاثود عادة على حافة قطرة الماء، حيث يتم الاتصال بين الماء والهواء وقطعة الحديد. وهناك تختزل الإلكترونات الأكسجين من الهواء، كما في المعادلة الآتية:



ويتم تزويد أيونات  $\text{H}^{+}$  على الأرجح من تكوّن حمض الكربونيك الناتج عن ذوبان  $\text{CO}_2$  من الهواء في الماء. ثم تتأكسد أيونات

**الشكل 14-7** يتأكسد الحديد ببطء عند تركه مكشوفاً ومعرضاً للهواء والرطوبة مكوناً الصدأ ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).



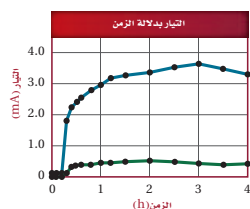
### مختبر تحليل البيانات

#### تفسير الرسوم البيانية

كيف يمكنك الحصول على التيار الكهربائي من الميكروبات؟ درس العلماء استعمال الميكروبات كخلايا ووقود حيوية؛ حيث تحول هذه الخلايا الطاقة الأيضية الميكروبية بصورة مباشرة إلى طاقة كهربائية. ويسهل إلكترون وسيط انتقال الإلكترونات إلى القطب. والإلكترون الوسيط عبارة عن مركب يدخل ضمن سلسلة انتقال الإلكترون للخلايا ويسرق الإلكترونات المنتجة.

#### البيانات والملاحظات

يوضح الرسم البياني التيار الناتج عن خلية ووقود حيوية باستعمال إلكترون وسيط (الخط الأزرق)، ومن دون استعماله (الخط الأخضر).



#### التفكير الناقد

1. استنتج الزمن التقريبي لإدخال الإلكترون الوسيط.
2. حدّد هل أحدث إدخال الإلكترون الوسيط اختلافاً في إنتاج التيار؟ فسر إجابتك.
3. حلّل ما أعلى شدة تيار تم الحصول عليها من الخلية؟

54

### دفتّر الكيمياء

**حماية الأدوات** اطلب إلى مجموعة صغيرة من الطلاب القيام بزيارة متجر المعدات وإعداد قائمة بالأنواع المختلفة للمسامير وطرائق حمايتها من التآكل. سيجد الطلاب - بالاعتماد على نوع المتجر - أن المسامير مصنوعة من الحديد أو الألومنيوم والنحاس الأصفر، وبعضها مطلي ومجلفن أو مطلي بالطرائق الباردة أو الساخنة أو مطلي كهربائياً.

تعلم تعاوني

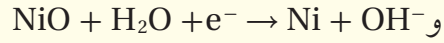
ض م

### طرائق تدريس متنوعة

**فوق المستوى** دع الطلاب يبحثوا لماذا ستكون تقنية الوقود الحيوي ذات فائدة كبيرة لنوعية الحياة على كوكبنا؟ ودعهم يقوموا المحددات والمعوقات التي يجب تخطيها لجعل الوقود الحيوي بديلاً معقولاً لمصادر الطاقة الأخرى. **ف م**

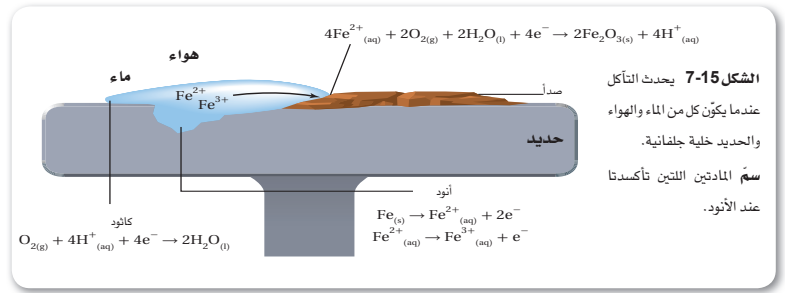
## التقويم

المعرفة نصف التفاعل في بطارية النيكل-الكادميوم هما:

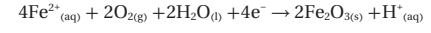


اطلب إلى الطلاب أن يوازنوا التفاعلات باستعمال طريقة نصف التفاعل، ويحددوا ما الذي تأكسد، وما الذي اختزل، وأي العنصرين يعد الأنود، وأيها يعد الكاثود. وإذا استعين بمصدر خارجي خلال عملية الشحن، فأَي العنصرين يصبح الأنود، وأيها يصبح الكاثود. ثم اطلب إلى الطلاب كذلك رسم أشكال الخلية الكهروكيميائية ووضع أسماء الأجزاء عليها.

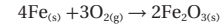
■ **إجابة سؤال الشكل 7-15 و Fe<sup>2+</sup> و Fe**



الحديد Fe<sup>2+</sup> في المحلول إلى أيونات Fe<sup>3+</sup> عن طريق التفاعل مع الأكسجين الذائب في الماء. وتتحد أيونات Fe<sup>3+</sup> بالأكسجين لتكوين صدأ غير ذائب من Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:



وعند جمع المعادلات الثلاث تنتج المعادلة الكلية لتفاعل الخلية لتآكل الحديد:



والصدأ عملية بطيئة؛ لأن قطرات الماء تحتوي على كمية قليلة من الأيونات، لذا فهي محاليل موصلة غير جيدة. أما إذا كان الماء يحتوي على كمية كبيرة من الأيونات - كما في ماء البحر أو المناطق التي ترش فيها الطرق بالملح شتاءً - فإن التآكل يحدث أسرع؛ لأن الماء يصبح محلولاً موصلاً جيداً.

**منع التآكل** لما كان تآكل السيارات والجسور والسفن وهياكل المباني الفولاذية والعديد من الأشياء الفولاذية يكلف أكثر من 100 بليون دولار من الخسائر سنوياً في الولايات المتحدة، لذا تم ابتكار طرائق عديدة لتقليل هذا التآكل. ومن هذه الطرائق عمل غطاء من الطلاء لعزل الماء والهواء. ونظراً لأن الطلاء يتلف مع الزمن، كالجسر الذي في الشكل 7-16 مثلاً، فإنه يجب إعادة طلائه مرات عديدة.



55

## طرائق تدريس متنوعة

**ضعاف السمع** عيّن لكل طالب زوجاً من التفاعلات التي تشكل خلية كهروكيميائية. واطلب إليهم إعداد ملصق حائط لكل منهما يشمل على رسم الخلية والتفاعل الكهروكيميائي فيها مستخدمين أكبر عدد من مفردات ومفاهيم هذا الفصل.

# تجربة

الهدف يلاحظ الطلاب تأثير التآكل لفلزين مختلفين في مسمار الحديد.

المهارات العملية التصنيف، الملاحظة والاستنتاج، وإدراك علاقات السبب والنتيجة.

احتياطات السلامة تأكد من تعبئة الطلاب لبطاقة السلامة في المختبر قبل بدء العمل. ثم اطلب إلى الطلاب اتخاذ الحيطة والحذر من رأس المسمار المدبب، والتأكد من كمية شرائط الماغنسيوم قبل التجربة وبعدها.

التخلص من النفايات يمكن سكب المحاليل في المغسلة، ولكن لا تلتق قطع النحاس والماغنسيوم في المغسلة، بل اغسلها بالماء وأعد استعملها.

## استراتيجيات التدريس

- راجع كيفية تحضير المحاليل.
- ينتج عن هذه التجربة نتائج متعددة؛ لذا اطلب إلى الطلاب مناقشة التنوع في نتائجهم.

النتائج المتوقعة يظهر المسمار المغلف بالنحاس علامات التآكل، ويبقى النحاس نظيفاً لامعاً في كلا الدورقين. كما يظهر راسب برتقالي في كل منهما. يتآكل الماغنسيوم في كل من المسارين الملفوفين به، ويبقى المسمار كما هو.

## التحليل

1. يحدث تآكل المسمار المغمور في الماء المالح أكثر من تآكل المسمار المغمور في الماء المقطر.
2. يحدث تآكل لفلز الماغنسيوم في الماء المالح بصورة أكبر من تآكله في الماء المقطر.
3. يتآكل المسمار الملفوف بالنحاس، في حين لا يتآكل المسمار الملفوف بالماغنسيوم، ولكن الماغنسيوم هو الذي يتآكل بدلاً من المسمار.

## تجربة

### ملاحظة التآكل

أي الفلزات ستتآكل؟



### خطوات العمل

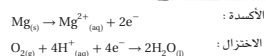
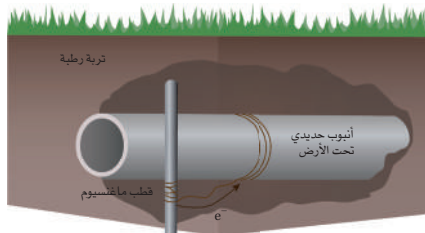
1. اقرأ تعليمات السلامة في المختبر.
2. استعمل ورق الصنفرة لتلميع سطوح أربعة مسامير حديد، وغلف مسارين بشريط ماغنسيوم، وغلف مسارين آخرين بقطع من النحاس، وتأكد من إحكام لف المسامير حتى لا تتزلق.
3. ضع المسامير في كؤوس منفصلة، وأضف ماءً مقطرًا إلى أحد المسامير الملفوفين بالماغنسيوم وأحد المسامير الملفوفين بالنحاس. وأضف كمية ماء كافية حتى تغمر المسامير، ثم أضف ماءً مانحاً إلى الكاسين الآخرين. وسجل ملاحظتك عن المسامير في كل كأس.
4. اترك الكؤوس في أكثر الأماكن دفئاً خلال الليل، وافحص المسامير والمحاليل في اليوم التالي، وسجل ملاحظتك.

### التحليل

1. صف الاختلاف بين المسامير الملفوفة بالنحاس في الماء المقطر والماء المالح بعد تركها خلال الليل.
2. صف الاختلاف بين المسامير الملفوفة بالماغنسيوم في الماء المقطر والماء المالح بعد تركها خلال الليل.
3. فسّر الاختلاف بين المسامير الملفوفة بالنحاس والمسامير الملفوفة بالماغنسيوم.

لما كانت هياكل السفن تتصل بصورة دائمة بالماء المالح، لذا فإن منع التآكل شيء ضروري. وعلى الرغم من إمكانية طلاء الهيكل إلا أن هناك طريقة أخرى تستعمل في تقليل التآكل؛ حيث توصل كتل من الفلز مثل الماغنسيوم أو الألومنيوم أو التيتانيوم بالهيكل الفولاذي، فتتأكسد هذه الكتل أسهل من الحديد، وتصبح الأنود في خلية التآكل، في حين يبقى حديد الهيكل دون تآكل أو أكسدة. وتستعمل التقنية نفسها في حماية أنابيب الحديد المدفونة في الأرض؛ حيث يلف الماغنسيوم بواسطة أسلاك بالأنابيب، فيتآكل الماغنسيوم بدلاً من الأنابيب، كما في الشكل 7-17.

الشكل 7-17 يستعمل الماغنسيوم أو أي فلز نشط آخر لمنع التآكل؛ إذ يتأكسد الماغنسيوم الملفوف حول أنابيب الحديد المدفونة في الأرض أولاً، مما يساعد على منع تآكل الأنابيب.



56

## التقويم

الأداء دع الطلاب يجتبروا أنواعاً مختلفة من المسامير المغطاة بأغطية الحماية من التآكل. وعليهم لف هذه المسامير ووضعها في الماء المقطر والماء المالح وتسجيل الملاحظات لما يحدث خلال مدة من الزمن. **ضم**



### 3. التقويم التحقق من الفهم

اطلب إلى الطلاب إعداد مخطط للمقارنة بين الأنواع الرئيسة من البطاريات (الخلايا الجافة أو البطاريات الأولية والمراكم الرصاصية وخلايا الوقود) التي نوقشت في هذا الفصل، والمقارنة بينها من حيث الحجم وكمية الطاقة الناتجة وطول عمر البطارية. **ض م**

### إعادة التدريس

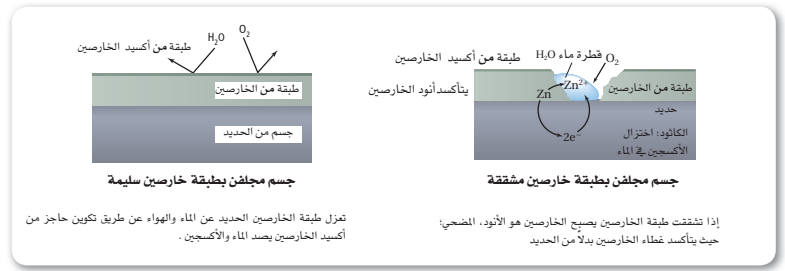
تأكد من فهم الطلاب للاختلافات بين البطاريات الأولية والثانوية. واطلب إليهم تصنيف البطاريات المختلفة، والموصوفة بالأولية أو الثانوية، وتفسير ذلك. **ض م**

### التوسع

اطلب إلى الطلاب البحث عن طرائق منع تآكل وصدأ معادن السفن العابرة للمحيطات؛ وذلك بتعليق قطع كبيرة من الماغنسيوم على طول هيكل السفينة. يتأكسد الماغنسيوم الأكثر نشاطاً بدلاً من الحديد، ويحل محل قطع الماغنسيوم المستنفذة قطع جديدة. **ض م**

### التقويم

**المعرفة** اسأل الطلاب عن أسباب اختلاف أنواع البطاريات التي قد تستعمل لتشغيل لعب الأطفال عن البطارية التي تستخدم في جهاز تنظيم ضربات القلب الذي يزرع جراحياً. إن أهم الأسباب هو المدة الزمنية التي تستعمل خلالها البطارية قبل أن تستبدل. ويعد الحجم هو السبب الثاني. وتعد قدرة البطارية على البقاء في الجسم ومقاومتها للتآكل والتلف أطول فترة سبباً آخر للاختلاف، أما الأسباب الأخرى التي تتعلق بالتكلفة فهي أقل أهمية. **ض م**



والطريقة الأخرى لمنع التآكل هي **الجلفنة**؛ إذ يتم بها تغليف الحديد بفلز أكثر مقاومة للتآكل. وكمثال على ذلك يتم تغليف الحديد بطبقة من الخارصين؛ إما عن طريق غمس القطعة الحديدية بمصهور الخارصين، وإما بطلاء الجسم بالخارصين كهربائياً. وعلى الرغم من أن الخارصين يتأكسد أسهل من الحديد إلا أنه أحد العناصر التي تحمي نفسها، وتتضمن الألومنيوم والكروم. فعند تعرضها للهواء يتأكسد سطحها مكوناً طبقة رقيقة من أكسيد الفلز تحمي الفلز من التآكل مرة أخرى. وتحمي الجلفنة الحديد بطريقتين ما دامت طبقة الخارصين سليمة؛ إذ لا تمكن الماء والهواء من الوصول إلى سطح الحديد. ولكن عند تشقق طبقة الخارصين فإنه يقوم بحماية الحديد من التآكل السريع بأن يصبح الخارصين أنود الخلية الجلفنانية المتكونة ملاصقة للهواء والماء للحديد والخارصين في الوقت نفسه. ويوضح الشكل 7-18 كيف تعمل طريقتنا للحماية من التآكل.

### التقويم 2-7

#### الخلاصة

- 15. **الفكرة الرئيسية** حدد ما الذي يتأكسد؟ وما الذي يختزل في بطارية الخلية الجافة الخارصين والكربون؟ وما الخواص التي تجعل الخلية الجافة القلوية أكثر تطوراً من أنواع البطاريات الجافة الأقدم؟
- 16. فسر ماذا يحدث عند إعادة شحن البطارية؟
- 17. صف أنصاف التفاعل التي تحدث في خلية وقود الهيدروجين، واكتب معادلة التفاعل الكلية.
- 18. صف عمل أنود عندما يستخدم قطباً مضمخياً. وفيه يتشابه عمله مع الجلفنة؟
- 19. فسر لماذا يعد الليثيوم اختياراً جيداً ليكون أنوداً للبطارية؟
- 20. احسب باستعمال بيانات الجدول 7-1 جهد خلية وقود الهيدروجين-الأكسجين الموضحة في صفحة 53.
- 21. صمّم تجربة استخدم معرفتك بالأحماض في ابتكار طريقة لتحديد ما إذا كان المركب الرصاصي مشحوناً بصورة كاملة أم أن شحنه بدأ ينفد.

### التقويم 2-7

15. يتأكسد Zn، ويختزل MnO<sub>2</sub> في العجينة الموصلة للتيار. يكون Zn في صورة مسحوق لتوفير مساحة سطح أكبر للتفاعل. تستبعد الخلايا القلوية قطب الكربون غير النشط بوصفه كاثوداً.
16. يجبر مصدر الطاقة المضاف إلى نظام الخلية على العمل في الاتجاه غير التلقائي المعاكس؛ لذا تُعاد المواد الأصلية إلى الخلية.
17. يتأكسد غاز الهيدروجين على الأنود ويختزل غاز الأكسجين لأيونات الهيدروكسيد على الكاثود. ويمثل التفاعل الكلي بالمعادلة الآتية:
$$2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$$
18. للأنود المضمحي جهد اختزال أقل من جهد اختزال الفلز المراد الحفاظ عليه ومنع تآكله. تشقق طبقة الجلفنة التي تتكون من الخارصين أو تنكسر. ويفضل الخارصين التآكل تاركاً الفلز الذي تحته خالياً من التآكل.
19. عنصر Li خفيف وله أقل جهد اختزال من كل الفلزات، وينتج طاقة أكبر مما تنتجه نصف خلية الخارصين.
20.  $E_{\text{cell}}^0 = +1.229\text{V}$
21. ستنوع التصاميم؛ ومنها يمكن معايرة عينة من محلول حمض الكبريتيك الموصل للتيار مع قاعدة، ومقارنة مولارته بمولارية عينة من محلول حمض الكبريتيك المأخوذ من بطارية جديدة.

# 7-3

## 1. التركيز

### شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (23) الواردة في مصادر التعلم للفصول (6-9)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: **دم**

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

### الفكرة الرئيسية

خلايا التحليل الكهربائي أحضر شاحن بطارية إلى الصف، واسأل الطلاب: ما استعماله؟ يستعمل في شحن البطارية عند نفاذ شحنها. واسأل أيضًا: كيف يعمل؟ تنعكس التفاعلات التي تستهلك البطارية. ثم أخبر الطلاب أن شاحن البطارية يعمل؛ لأن البطارية تصبح خلية تحليل كهربائي بدلاً من خلية جلفانية. **ض م**

## 2. التدريس

### تطوير المفهوم

التفاعلات الانعكاسية لا يدرك الطلاب أن التفاعلات دائماً انعكاسية. لذا ارجع إلى مثال تدحرج كرة الجولف من أعلى التل؛ الذي عُرض في بداية الفصل، واسأل الطلاب عما يجب فعله حتى يمكن إعادة الكرة إلى أعلى التل. يتطلب توافر طاقة لاستعمالها في دفع الكرة إلى أعلى التل. وكذلك يمكن إجبار التفاعل على الحدوث في الاتجاه العكسي، عند بذل الطاقة الكهربائية الخارجية. **ض م**

**إجابة سؤال الشكل 7-19** في الخلية الجلفانية، يتأكسد الخارصين ويُختزل النحاس، أما في خلية التحليل الكهربائي فيتأكسد النحاس ويُختزل الخارصين.

## 7-3

### الأهداف

تصف كيف يمكن عكس تفاعل الأكسدة والاختزال التلقائي في الخلية الكهروكيميائية.

تقارن التفاعلات المرتبطة مع التحليل الكهربائي لمصهور كلوريد الصوديوم بالتفاعلات المرتبطة مع التحليل الكهربائي لماء البحر.

تناقش أهمية التحليل الكهربائي في عملية صهر الفلزات وتثبيتها.

### مراجعة المفردات

تفاعلات الأكسدة والاختزال التفاعل الذي يتضمن فقد واكتساب الإلكترونات.

### المفردات الجديدة

التحليل الكهربائي خلية التحليل الكهربائي

## التحليل الكهربائي Electrolysis

يؤدي وجود مصدر تيار كهربائي في التحليل الكهربائي إلى حدوث تفاعل غير تلقائي في الخلايا الكهروكيميائية.

**الربط مع الحياة** لا يتطلب الهبوط بالدراجة الهوائية إلى أسفل التل بذل أي جهد؛ لأنها تهبط بفعل الجاذبية. ولكن الأمر يختلف عند الصعود إلى أعلى التل؛ إذ عليك بذل طاقة كبيرة لقيادة الدراجة.

### عكس تفاعلات الأكسدة والاختزال Reversing Redox Reactions

عندما تولد بطارية تيارًا كهربائيًا تتدفق الإلكترونات الناتجة عند الأنود من خلال الدائرة الخارجية إلى الكاثود؛ حيث تستعمل في تفاعل الاختزال. والبطاريات الثانوية نوع من البطاريات يمكن إعادة شحنها عن طريق تمرير تيار كهربائي من خلالها في الاتجاه المعاكس.

ولمساعتك على فهم العملية ادرس الخلايا الكهروكيميائية في الشكل 7-19؛ حيث تحتوي الكؤوس التي في الجهة اليسرى على قطعة خارصين في محلول أيونات الخارصين، وفي حين تحتوي الكؤوس التي في الجهة اليمنى على قطعة نحاس في محلول أيونات النحاس. وتزود إحدى الخلايا الكهروكيميائية المصباح بالكهرباء لإضاءةه عن طريق تفاعل الأكسدة والاختزال التلقائي. وتتدفق الإلكترونات تلقائيًا من جهة الخارصين إلى جهة النحاس مولدة تيارًا كهربائيًا. ويستمر التفاعل حتى تستهلك قطعة الخارصين أو تنفذ أيونات النحاس، وعندئذ يتوقف التفاعل. إلا أنه يمكن تجديد الخلية إذا تم تزويدها بتيار في الاتجاه المعاكس باستعمال مصدر طاقة خارجي، وهو مطلوب؛ لأن التفاعل في الاتجاه العكسي غير تلقائي. وإذا تم تزويد الخلية بطاقة خارجية لفترة زمنية كافية فسوف تعود البطارية إلى قوتها الأصلية تقريبًا.

ويسمى استعمال الطاقة الكهربائية لإحداث تفاعل كيميائي التحليل الكهربائي. وتسمى الخلية الكهروكيميائية التي يحدث فيها تحليل كهربائي خلية التحليل الكهربائي. فعند إعادة شحن بطارية ثانوية مثلًا فإنها تعمل عمل خلية تحليل كهربائي.

الشكل 7-19 يمكن أن تكون خلية الخارصين والنحاس الكهروكيميائية خلية جلفانية أو خلية تحليل كهربائي.

استنتج أي الفلزين يتأكسد، وأيها يختزل في كل من الخليتين؟

عندما يتم تزويد الخلية بطاقة خارجية يتعكس تدفق الإلكترونات ويحدث التفاعل غير التلقائي، الذي يستعيد الوضع الأصلي للخلية.

58

### طرائق تدريس متنوعة

**ضعاف البصر** اسأل الطلاب الضعاف البصر أن يصفوا شفهيًا لماذا يساعد إضافة مادة متأينة إلى الماء في عملية التحليل الكهربائي. يجب أن يفسر الطلاب أن الماء جزيء قطبي؛ لذا فهو موصل ضعيف للكهرباء.

**ض م**

## المفاهيم الشائعة غير الصحيحة

قد لا يعرف الطلاب الفرق بين مصهور كلوريد الصوديوم والماء المالح.

## استكشاف المفاهيم الشائعة غير الصحيحة

اطلب إلى الطلاب رسم صورة توضح الفرق بين مصهور NaCl ومحلول NaCl المركز.

## عرض المفهوم

ذكر الطلاب أن عنصري الصوديوم والكلور عنصران سريعاً التفاعل، ولا يوجدان في الطبيعة في صورة عناصر حرة منفردة. لذا صمم لوحة انسيابية توضح تقنية التحليل الكهربائي التي تنتج هذه العناصر.

## تقويم المعرفة الجديدة

اطلب إلى الطلاب إعداد قائمة باستعمالات الكلور والصوديوم، بوصفها مواد خام في العمليات الصناعية.

ض م

## الإثراء

**ترميم القطع الفنية** اطلب إلى الطلاب البحث في عملية العزل الكهربائي بوصفه طريقة أخرى لترميم القطع الفنية التاريخية بواسطة تحليل الملح والأتربة والدقائق الأخرى المترسبة على القطع. واطلب إليهم وصف كيميائية هذه الطريقة في هذا التطبيق. ض م

✓ **ماذا قرأت؟** تتحرك الأيونات فقط إذا كانت في حالة المصهور أو المحلول.

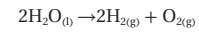
المطويات

اطلب إلى الطلاب تضمين معلومات من هذا القسم في مطويتهم.

## تطبيقات التحليل الكهربائي

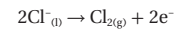
### Applications of Electrolysis

تقوم الخلايا الجلفانية بتحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية نتيجة تفاعل الأكسدة والاختزال التلقائي. وتعمل خلايا التحليل الكهربائي على عكس ذلك؛ حيث تستعمل الطاقة الكهربائية لإحداث تفاعل أكسدة واختزال غير تلقائي. ومن الأمثلة الشائعة التحليل الكهربائي للماء؛ حيث يعد هذا التفاعل عكس احتراق الهيدروجين في خلية الوقود:

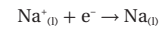


والتحليل الكهربائي للماء هو إحدى طرائق إنتاج الهيدروجين لاستعمالات تجارية.

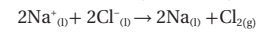
**التحليل الكهربائي لمصهور NaCl** لما كان التحليل الكهربائي يستطع تحليل الماء إلى عناصره، لذا فإنه يمكنه أيضاً أن يحلل مصهور كلوريد الصوديوم إلى فلز الصوديوم وغاز الكلور. وتحدث هذه العملية في حجرة خاصة تعرف بخلية داون Down's cell، كما في الشكل 7-20؛ حيث يتكون الموصل في الخلية من مصهور كلوريد الصوديوم نفسه. تذكر أن المركبات الأيونية يمكنها توصيل التيار الكهربائي فقط عندما تكون أيوناتها حرة الحركة، وذلك عند ذوبانها في الماء أو انصهارها. يتأكسد أيون الكلوريد عند الأنود إلى غاز الكلور  $\text{Cl}_2$ :



أما عند الكاثود فتختزل أيونات الصوديوم إلى فلز الصوديوم:



ويكون التفاعل الكلي للخلية كما يلي



ويمكن تقدير أهمية خلية داون بصورة ممتازة اعتماداً على أهمية الدور الذي يؤديه كل من الصوديوم والكلور في حياة كل فرد؛ إذ يستعمل الكلور في جميع أنحاء العالم في تنقية المياه لأغراض الشرب والسباحة. وتحتوي الكثير من منتجات التنظيف التي نستعملها - وخصوصاً المبيضات المنزلية - على مركبات الكلور. كما تُتخذ مركبات الكلور وسيلة لمعالجة الكثير من المنتجات، ومنها الورق والبلاستيك ومبيدات الحشرات والقماش والأصباغ والطلاء التي تحتوي على الكلور أو تستعمل في إنتاجها.

ويستعمل الصوديوم في حالته النقية مبرداً في المفاعلات النووية، وفي مصابيح الصوديوم الغازية المستعملة في الإضاءة الخارجية. أما في مركباته الأيونية فما عليك إلا النظر في قائمة محتويات المنتجات المستهلكة لتجد مدى تنوع أملاح الصوديوم في المنتجات التي نستخدمها ونأكلها.

✓ **ماذا قرأت؟** فسّر لماذا يجب أن يكون كلوريد الصوديوم مصهوراً في خلية داون؟

59

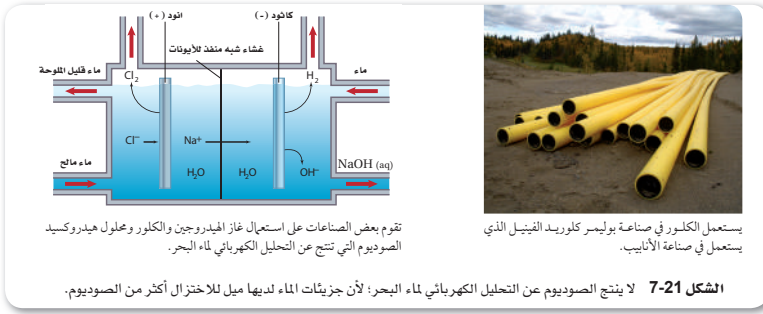
## مشروع الكيمياء

**وسائط نقل بديلة** يتم البحث عن بدائل للسيارات التي تعمل بالبنزين. وأحد هذه البدائل المحتملة هو السيارات الكهربائية. لذا اطلب إلى الطلاب العمل في مجموعات، والبحث في هذين النوعين من السيارات، من حيث التكلفة والطاقة والمسافة المقطوعة التقريبية لكل منهما. وانصحهم باستعمال الجداول في عرض نتائج البحث، وبيان الأسباب التي تدعوهم إلى تفضيل شراء سيارات تعمل بالكهرباء أو البنزين. ثم اطلب إلى كل مجموعة عرض ما توصلت إليه على الصف.

ض م تعلم تعاوني



المعرفة اطلب إلى الطلاب كتابة تفسير يصفون فيه الاختلافات بين خلايا التحليل الكهربائي وخلايا الكهروكيميائية. **ضم**

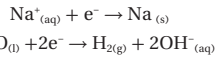


يستعمل الكلور في صناعة بوليستر كلوريد الفينيل الذي يستعمل في صناعة الأنابيب.

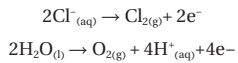
تقوم بعض الصناعات على استعمال غاز الهيدروجين والكلور ومخول هيدروكسيد الصوديوم التي تنتج عن التحليل الكهربائي لماء البحر.

الشكل 7-21 لا ينتج الصوديوم عن التحليل الكهربائي لماء البحر؛ لأن جزيئات الماء لديها ميل للاختزال أكثر من الصوديوم.

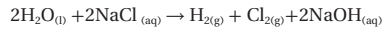
**التحليل الكهربائي لماء البحر** يتم تحليل ماء البحر - وهو محلول مائي لكلوريد الصوديوم - بواسطة التحليل الكهربائي أيضاً، ويوضح الشكل 7-21 خلية تحليل كهربائي نموذجية، ونواتج التحليل الكهربائي؛ حيث يوجد احتمال لحدوث تفاعلين عند الكاثود، هما: اختزال أيونات الصوديوم، أو الهيدروجين في جزيئات الماء.



إلا أن اختزال أيونات الصوديوم  $\text{Na}^+$  لا يحدث؛ بسبب أن اختزال أيونات الهيدروجين في الماء أسهل حدوثاً، ومن ثم يتم الاختزال التفضيلي. وكذلك هناك احتمال لحدوث تفاعلين عند الأنود، هما تأكسد أيونات الكلوريد، أو تأكسد الأكسجين في جزيئات الماء.



إلا أن تأكسد أيونات الهيدروكسيد لا يحدث؛ بسبب أن تأكسد أيونات الكلوريد أسهل حدوثاً، لذلك يحدث تفاعل الأكسدة للأكسجين في جزيئات الماء. أما التفاعل الكلي للخلية فهو على النحو الآتي:



وتكون النواتج الثلاثة جميعها مواد ذات أهمية تجارية.

**ماذا قرأت؟** حدد المواد التي تأكسدت والتي اختزلت في التحليل الكهربائي لماء البحر. **انتاج الألومنيوم** كان فلز الألومنيوم حتى أواخر القرن التاسع عشر ذا قيمة أكثر من الذهب؛ إذ لم يكن أحد يعرف كيف يُنقى بكميات كبيرة. قام تشارلز مارتن هول Charles Martin Hall وهو في سن 22 عاماً (1863-1914م) عام 1886م بتطوير عملية إنتاج الألومنيوم بالتحليل الكهربائي؛ حيث استعمل الكبر (آلة الحداد) في الحصول على الحرارة، والبطاريات المنزلية في الحصول على الكهرباء، واتخذ من القلادة أقطاباً. وفي الوقت نفسه اكتشف أحد طلبة لوتشاتييه Lechatelier وهو هيروليت T. Heroult البالغ من العمر 22 عاماً أيضاً (1863-1914م) العملية نفسها. لذا تسمى هذه العملية هول-هيروليت،

**المفردات**

الاستعمال العلمي مقابل

الاستعمال الشائع

يختزل Reduce:

الاستعمال العلمي: تقليل عدد

التأكسد بإضافة إلكترونات.

يختزل الخارصين أيونات النحاس

II إلى ذرات النحاس بفقدان

إلكترونين.

الاستعمال الشائع: تقليل الحجم

أو الكمية أو البعد أو العدد.

**عرض سريع**

**مكونات القطع النقدية المعدنية** وضح للطلاب أن العملة المعدنية عبارة عن سبيكة تتكون من الخارصين ومطوية بقشرة من النحاس. ثم اخذش 1/3 حافة إحدى القطع من الجهتين بالمبرد على أن تبقى بعض الحواف متصلة من أسفل ومن أعلى. وضع القطعة في كأس بها حمض الهيدروكلوريك (3M) واركها طوال الليل. وتخلص في اليوم التالي من الحمض بسكبه في المغسلة مع كمية كبيرة من الماء، واغسل القطعة النقدية، ونشفها بحذر. فيكون ما تبقى هو الغلاف النحاسي للقطعة الذي يجمل الصورة وأبعاد القطعة، في حين تفاعل الخارصين في الداخل مع حمض الهيدروكلوريك، ثم اسأل الطلاب: لماذا تفاعل الخارصين ولم يتفاعل النحاس؟ وهل تفاعل الخارصين مع أيون الهيدروجين بشكل تلقائي؟ ذكر الطلاب أنه حتى يتم طلاء الخارصين بالنحاس فإنه يجب اختزال أيونات النحاس على الكاثود.

**دفتر الكيمياء**

**الماء المالح** اسأل الطلاب: أي العناصر تكسب إلكترونات، وأيها تخسر؟ وما العدد الكلي للإلكترونات المفقودة والمكتسبة في تفاعل يحدث في التحليل الكهربائي للماء المالح؟ **يفقد** أيونان من الكلوريد ما مجموعه إلكترونان، ويكسب أيونان من الهيدروجين ما مجموعه إلكترونان.

**ماذا قرأت؟** تتأكسد أيونات الكلوريد  $\text{Cl}^-$  ويختزل الهيدروجين في جزيئات الماء.

## عرض سريع

**التحليل الكهربائي** ركب الجهاز بطريقة تسمح بعرض الصورة. تشتمل المواد المطلوبة على طبق بطري أو دورق، وسلكين نحاسيين معزولين أطرافهما مكشوفة بمقدار 1 cm عند نهاية كل طرف، بطارية 9 فولت، 5 mL تقريباً من محلول يوديد البوتاسيوم 0.1M. ثم أضف 5 mL من محلول النشا إلى محلول يوديد البوتاسيوم ووضعه قطرات من الفينولفثالين، وحرك المحلول ولاحظ اللون. صل إحدى نهايتي السلكين بالبطارية، واغمس الطرفين الآخرين في المحلول، ودع التفاعل يستمر بضع دقائق، ثم لاحظ التغير في لون المحلول، وضع فرضية تفسر ما يدل عليه التغير في اللون. لقد تكوّن اليود على أحد الأقطاب كما هو واضح من تفاعله مع النشا لتكوين اللون الكحلي الغامق. في حين تكوّن الهيدروكسيد (قاعدة) على القطب الآخر كما يوضحه تغير الفينولفثالين إلى اللون الأحمر الوردى. اطلب إلى الطلاب كتابة نصفي التفاعل لعملية التحليل الكهربائي هذه.

هذه. **ض م**

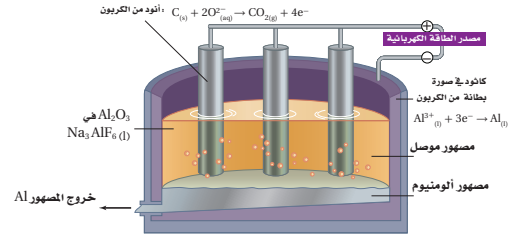
## تطبيقات في الكيمياء

**الطلاء** أحد تطبيقات الكيمياء الكهربائية هو تصنيع المجوهرات عن طريق طلاء جسم ما بفلز غالي الثمن. فالمجوهرات المطلية بالذهب أو الفضة تشبه المجوهرات المصنوعة من الذهب أو الفضة الخالصة. ولكن إذا خدشت طبقة الطلاء أو تشققت تأكل الفلز في الداخل وتغير لونه، فضلاً عن أن طبقة الذهب أو الفضة قد تكون مطلية بصورة غير متساوية، مما يؤثر في الشكل بصورة سيئة. وقد يطلي بعض فناني المجوهرات المعدن بأشياء من الطبيعة، منها ورق الشجر أو كوز الصنوبر.

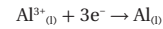
**الشكل 7-22** تتم عملية هول-هيروليت عند درجة 1000 °C في مصهر مشابه لهذا. ويستعمل الجرافيت أنوداً وكاثوداً. وتتم إضافة الألومنيوم المعدن لتدويره إلى الخلية مع الألومنيوم لتساعد على خفض درجة الانصهار.



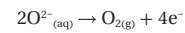
يوفر كل طن يعاد تدويره من الألومنيوم كميات كبيرة من الطاقة الكهربائية التي تستعمل في إنتاج الألومنيوم جديد من خاماته.



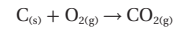
وهي موضحة في الشكل 7-22. يتم الحصول على فلز الألومنيوم في النموذج الحديث لطريقة هول-هيروليت من التحليل الكهربائي لأكسيد الألومنيوم المستخلص من خام البوكسيت  $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$ ؛ حيث يذوب أكسيد الألومنيوم عند 1000°C في مصهور الكربوليت الصناعي  $Na_3AlF_6$  الذي يعد مركباً آخر للألومنيوم؛ حيث تغطي الخلية من الداخل بطبقة من الجرافيت لتعمل عمل كاثود للتفاعل، كما في الشكل 7-22. وهناك مجموعة أخرى من أصابع الجرافيت تُغمس في المصهور وتعمل عمل الأنود، ومن ثم يحدث التفاعل الآتي عند الكاثود:



يستقر الألومنيوم المصهور في قاع الخلية، ويسحب بصورة دورية. وتتأكسد أيونات الأكسيد عند الأنود في نصف التفاعل الآتي:

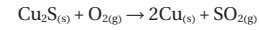


لما كانت درجات الحرارة عالية، لذا فإن الأكسجين الناتج يتفاعل مع كربون الأنود لتكوين ثاني أكسيد الكربون:



تستخدم عملية هول-هيروليت كميات ضخمة من الطاقة الكهربائية؛ لذا يتم إنتاج الألومنيوم في مصانع قريبة من محطات طاقة كهربائية؛ حيث تقل تكلفة الطاقة الكهربائية. والكمية الهائلة من الكهرباء التي يتطلبها إنتاج الألومنيوم من الخام هي السبب الأولي لإعادة تدوير الألومنيوم، الذي كان قد حلل كهربائياً من قبل، لذا فالطاقة الوحيدة اللازمة لجعله قابلاً للاستعمال هي الحرارة التي يتطلبها صهره في الفرن.

**تنقية الخامات** يستعمل التحليل الكهربائي أيضاً في تنقية الفلزات، ومنها النحاس. ويستخرج معظم النحاس على شكل خامات الكالكوبرايت  $CuFeS_2$  والكالكوسايت  $Cu_2S$  والملاكيت  $Cu_2(OH)_2CO_3$ . وتعد الكبريتيدات أكثر توافراً، وتنتج فلز النحاس عند تسخينها بقوة في وجود الأكسجين.



### 3. التقويم

#### التحقق من الفهم

اسأل الطلاب: أي الفلزات الآتية أكثر نشاطاً، وأصعب استخلاصاً من خاماته: الفضة أو الذهب أو الحديد أو النحاس؟  
الحديد.

#### إعادة التدريس

امنح الطلاب وقتاً كافياً ليدرخوا أن العديد من أمثلة هذا القسم مرتبط مع فصول سابقة مثل فصل التأكسد والاختزال وفصل أنواع التفاعلات.

#### التوسع

دع الطلاب يناقشوا لماذا تحتاج تفاعلات هذا القسم إلى الطاقة لكي تحدث. ودعهم أيضاً يناقشوا أهمية التفاعلات الكيميائية في هذا القسم، وكيف تؤثر هذه التفاعلات في حياتهم. يجب أن تُظهر إجابات الطلاب أن التفاعلات لا تحدث دون مصدر طاقة خارجي، أو لأنها تفاعلات غير تلقائية. وما كان للعديد من المنتجات الصناعية أن تصنع من غير معرفة هذه التفاعلات.

### التقويم 3-7

22. التحليل الكهربائي هو عملية استعمال الطاقة الكهربائية في إنتاج تفاعل كيميائي، وهو عملية غير تلقائية.

23. يتضمن التحليل الكهربائي للمصهور الحصول على الصوديوم والكلور فقط، أما في حالة ماء البحر فهناك احتمالات للحصول على نواتج متعددة بحسب طبيعة الأملاح الموجودة في الماء، لكن أحد النواتج المشتركة هو محلول قلوي من هيدروكسيد الصوديوم.

24. تتأكسد ذرات Cu إلى أيونات  $Cu^{2+}$ ، ثم تختزل إلى ذرات Cu النقية وترسب الشوائب بعيداً.

25. تتطلب عملية هول-هيروليت درجات حرارة عالية وكميات كبيرة من الكهرباء لفصل الألومنيوم من خامه، في حين تحتاج

ويحتوي النحاس المستخلص من هذه العملية على الكثير من الشوائب، ومن ثم يلزم تنقيته. لذا يصب مصهور النحاس في قوالب كبيرة وسميكة تستعمل مصاعد في خلية تحليل كهربائي تحتوي على محلول كبريتات النحاس II. أما كاثود الخلية فهو شريحة رقيقة من النحاس النقي. وتتأكسد ذرات النحاس غير النقي على الأنود خلال مرور التيار الكهربائي في الخلية إلى أيونات النحاس II. وتنتقل أيونات النحاس خلال المحلول إلى الكاثود؛ حيث يتم اختزالها إلى ذرات النحاس مرة أخرى، وتصح هذه الذرات جزءاً من الكاثود، في حين ترسب الشوائب في قاع الخلية.



الشكل 7-23 هناك حاجة إلى الطاقة لتأكسد الفضة على الأنود واختزالها على الكاثود. وفي خلية التحليل الكهربائي المستعملة للطلاء بالفضة، يوضع الجسم أو الشيء المراد طلاؤه على الكاثود؛ حيث يتم اختزال أيونات الفضة في المحلول إلى ذرات الفضة، وترسب على الجسم.

**الطلاء بالكهرباء** يمكن طلاء الأشياء كهربائياً بفلز مثل الفضة بطريقة تشبه طريقة تنقية النحاس؛ حيث يوصل الجسم المراد طلاؤه بالفضة بكاثود خلية تحليل كهربائي، ويكون الأنود عبارة عن قطعة فضة نقية، كما في الشكل 7-23، فتتأكسد الفضة عند الأنود إلى أيونات الفضة عند انتزاع الإلكترونات منها بواسطة مصدر الطاقة. وتختزل عند الكاثود أيونات الفضة إلى فلز الفضة بواسطة إلكترونات من مصدر الطاقة الخارجي، فتكون الفضة طبقة رقيقة تغلف الجسم. لذا يجب مراقبة شدة التيار المار في الخلية والتحكم فيها للحصول على طبقة تغليف فلزية ناعمة ومتساوية.

وتستعمل فلزات أخرى للطلاء الكهربائي. ولعل المجوهرات المطلية بالذهب تكون مألوفة لديك، وقد تعجب بسيارة طليت أجزاءها الفولاذية - مثل ماصات الصدمات - لتكون مقاومة للتآكل؛ حيث تطل بالنيكل أولاً ثم بالكروم.

#### التقويم 3-7

##### الخلاصة

22. الفكرة الرئيسية عرّف التحليل الكهربائي، وابطه مع تلقائية تفاعل الأكسدة والاختزال.
23. فسر اختلاف نواتج التحليل الكهربائي لكل من مصهور كلوريد الصوديوم وماء البحر.
24. صف كيف تتم تنقية النحاس المستخرج من مصهور خامه بالتحليل الكهربائي؟
25. فسر أهمية إعادة تدوير الألومنيوم، بالرجوع إلى عملية هول-هيروليت.
26. صف الأنود والكاثود في خلية تحليل كهربائي يستعمل فيها الذهب لطلاء الأشياء والأجسام.
27. فسر لماذا يحتاج إنتاج كيلوجرام واحد من أيونات الفضة بواسطة التحليل الكهربائي إلى طاقة كهربائية أقل من إنتاج كيلوجرام واحد من أيونات الألومنيوم؟
28. احسب جهد خلية داون باستعمال الجدول 7-1، وهل يجب أن يكون هذا الجهد موجباً أو سالباً؟
29. لخص فقرة تتعلق بكل هدف من الأهداف الثلاثة للبند 2-3 بملغتك الخاصة.

62

إعادة التدوير إلى الحرارة التي يتطلبها صهر الفلز فقط.

26. يتكون الأنود من قطعة من الذهب، ويتكون الكاثود من الجسم المراد طلاؤه.

27. أولاً، يحتوي كيلوجرام من الفضة على عدد من الذرات أقل مما يحويه كيلوجرام من الألومنيوم؛ لأن الكتلة المولية للفضة أكبر من الكتلة المولية للألومنيوم. ثانياً، عملية اختزال الفضة أسهل من عملية اختزال الألومنيوم؛ لأن جهد اختزالها هو  $+0.7796 \text{ V}$ ، في حين أن جهد اختزال الألومنيوم هو  $-1.662 \text{ V}$ .

28. في خلية داون التفاعل غير تلقائي؛ لذا يجب أن يكون الجهد سالباً.

29. يجب أن تلخص فقرات الطلاب الأفكار المهمة في القسم.

## كيف تعمل الأشياء؟

### الهدف

سيتعلم الطلاب كيفية عمل منظم ضربات القلب وغيره من الأجهزة في تنظيم آلية عمل القلب.

### الخلفية النظرية للمحتوى

استعمل جهاز منظم ضربات القلب أول مرة في الخمسينات من القرن الماضي. وقد تطوّر من حيث الأداء والكفاءة، وأصبح أصغر حجماً وأخف وزناً. قد يخلط الطلاب بين جهاز منظم ضربات القلب الذي يعمل مع قلب المريض والفكرة الأكثر تعقيداً للقلب الاصطناعي. ويمكن توضيح الاختلاف عن طريق المقارنة بين عمل جهاز التحكم في التلفاز عن بعد وجهاز التلفاز نفسه.

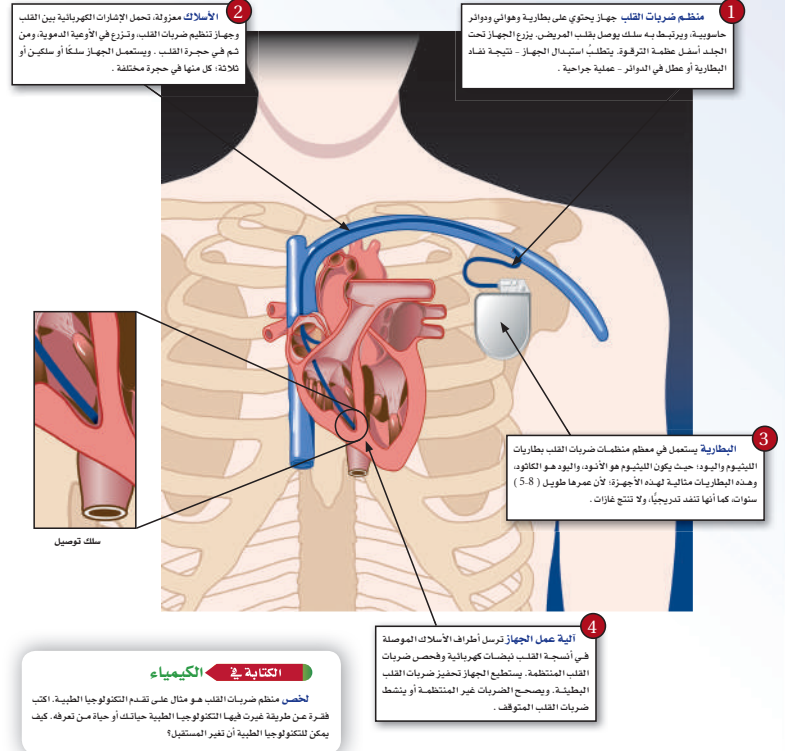
### استراتيجيات التدريس

- بين الرسم التوضيحي على هذه الصفحة موقع جهاز منظم ضربات القلب بالنسبة للقلب، حيث تربط الأقطاب مع القلب بواسطة خيوط عبر الوريد وتُغرس في جدار القلب.
- توضح الصورة المكبرة من الجهاز على نحو تفصيلي ما يحدث في بطارية يوديد الليثيوم في الجهاز. فالليثيوم هو مانح الإلكترونات وينتج أيونات الليثيوم الموجبة في العملية. واليود يكتسب الإلكترونات، ويكون المركب المتعادل يوديد الليثيوم  $LiI$ .

## كيف تعمل الأشياء؟

### منظم ضربات القلب: The Pacemaker

يتكون القلب من أنسجة عضلية تنقبض وتبسط باستمرار، ويتيح هذا الخفقان عن نبضات كهربائية تتحرك على طول مسارات تتخلل القلب. وتولد مجموعة من الخلايا المتخصصة في الجدار العلوي من الأذنين الأيمن للقلب - الحجرة العلوية - نبضات كهربائية، وإذا فشلت هذه الخلايا في العمل أو تعطلت طرائق النبضات الكهربائية فإن القلب لا يُخفق بصورة طبيعية. ومنظم ضربات القلب جهاز كهربائي يراقب ضربات القلب غير الاعتيادية ويصححها. فكيف يعمل هذا الجهاز؟



63

### الكتابة في الكيمياء

لخص جميعنا تقريباً تعرضنا لتناول اللقاحات، وهي تقنية تؤثر في كيمياء الجسم. ومن التقنيات الشائعة التي نحملها معنا سماعات الأذن وحشوات الأسنان، والعدسات اللاصقة.

# مختبر الكيمياء

## قياس جهد الخلية الجلفانية

الزمن اللازم حصة واحدة

المهارات العلمية التحليل والاستنتاج، المقابلة، والمقارنة.

**المواد البديلة** يمكن استعمال الفولتترات بدلاً من الأجهزة الأخرى المستخدمة لقياس الفرق في الجهد. أخبر الطلاب أي الفلزات هو الأنود وأيها هو الكاثود؛ لأن الجهد السالب قد يتلف بعض مقاييس فرق الجهد. أخبر الطلاب أن مدى الجهد لبعض الأجهزة  $\pm 10V$ .

**احتياطات السلامة تحذير:** لا تترك نترات البوتاسيوم قريبة من أي مصدر حراري؛ لأنها قد تنفجر وتؤدي إلى حريق خطر. وذكّر الطلاب بعدم استعمال مقاييس فرق الجهد على مخرج التيار المتردد. ولما كانت المحاليل المختبرية مهيجة للجلد فذكّر الطلاب أن يغسلوا أيديهم ومكان عملهم، وراجع معهم شروط سلامة استعمال المواد الخطرة قبل التجربة.

**التخلص من النفايات** اسكب المحاليل في المغسلة مع كميات كبيرة من الماء. وأعد استعمال الفلزات.

### تحضير المحاليل

راجع طرائق تحضير المحاليل في مقدمة الدليل للفصل الدراسي الأول.

### خطوات العمل

- لتركيب الخلايا ضع المحاليل المختلفة في الفجوات A1 و A2 و B1 و B2 من الصفيحة المجهرية، على أن توضع الفلزات مع الأيون المطابق. وصل الخلايا A1 مع A2 بالقنطرة الملحية (عبارة عن ورقة ترشيح مشبعة بمحلول نترات البوتاسيوم)، ثم انزع القنطرة الملحية بعد قياس فرق الجهد لهذه الخلية. واستخدم قنطرة ملحية جديدة لتوصيل الخلايا A1-B1 و A1-B2 و B1-B2 و A2-B1 و A2-B2.
- العيوب وإصلاحها قد تعطي بعض الأجهزة قراءة وإن لم تكن الخلايا موصولة، ويعد هذا من الأمور الطبيعية.

## مختبر الكيمياء

### قياس جهد الخلية الجلفانية

يحتوي على نترات الخارصين، واستعمل قنطرة ملحية مختلفة لكل خلية، ثم اربط مقياس فرق الجهد بالفلزات. وإذا حصلت على قراءة مقياس فرق الجهد بالسالب فاعكس التوصيل.

5. سجّل في جدول البيانات أي الفلزات أنود، وأيها كاثود في كل خلية. فالطرف الأسود لمقياس فرق الجهد يوصل بالأنود، في حين يوصل الطرف الأحمر لمقياس فرق الجهد بالكاثود.

6. سجّل فرق الجهد لكل خلية.

7. التنظيف والتخلص من النفايات استعمال الملاقظ لإزالة القطع الفلزية من الصفيحة المجهرية، ونظفها بورق الزجاج أو الصوف، ثم اغسلها بالماء.

### التحليل والاستنتاج

1. طبق اكتب في جدول البيانات معادلات أنصاف التفاعل التي تحدث عند الأنود والكاثود في كل خلية جلفانية، ثم ابحث عن جهود أنصاف التفاعل في الجدول 1-7، وسجلها في الجدول.

2. احسب الجهد النظري لكل خلية جلفانية وسجله.

3. توقع ترتيب الفلزات، بدءاً من أكثرها نشاطاً إلى أقلها، اعتماداً على بياناتك.

4. تحليل الخطأ احسب النسبة المئوية للخطأ، ولماذا تكون هذه النسبة مرتفعة في بعض الخلايا ومنخفضة في بعضها الآخر؟

### الاستقصاء

صمّم تجربة لتقليل النسبة المئوية للخطأ التي نوقشت في السؤال 4.

**الخلفية النظرية** عند توصيل نصفي خلية ينتج فرق جهد يمكن قياسه بالفولتметр.

**السؤال** كيف يقارن الجهد المقيس بالجهد المحسوب للخلية الجلفانية؟

### المواد والأدوات اللازمة

- قطع فلزية من النحاس والألومنيوم والخارصين والمغنسيوم قياسها (فولتметр)  $(0.6\text{ cm} \times 1.3\text{ cm})$  تقريباً
- 1M نترات النحاس II
- 1M نترات الألومنيوم
- 1M نترات الخارصين
- 1M نترات المغنسيوم
- طبق تفاعلات بلاستيكي ذو 24 فجوة

### إجراءات السلامة

تحذير، للصوف حواف حادة قد تحترق الجلد؛ لذا استعماله بحذر.

### خطوات العمل

1. اقرأ تعليمات السلامة في المختبر.
2. خنّط كيف تقوم بترتيب الخلايا الجلفانية باستعمال مجموع الفلزات الأربعة في طبق التفاعلات البلاستيكي (24 فجوة). دع معلمك يوافق على الخطة.
3. انقع قطعاً من ورق الترشيح في محلول نترات البوتاسيوم لانتخاذها قنطرة ملحية، وثبتها بملاقظ.
4. ركّب الخلايا باستعمال الفلزات الأربعة و 1M من محاليلها، وضع الفلزات في التجويف الذي يحتوي على المحلول المناسب. ضع الخارصين مثلاً في التجويف الذي

### التحليل والاستنتاج

1. ارجع إلى مصادر الفصول 9-6.
2. ارجع إلى مصادر الفصول 9-6.
3. ارجع إلى مصادر الفصول 9-6.
4. من الصعب الحصول على الظروف المثالية لكل خلية لذا تكون نتائج بعض الخلايا أفضل من غيرها.

### الاستقصاء

قد يقترح الطلاب تنظيف الأقطاب الفلزية باستعمال ورق الزجاج أو الصوف الزجاجي. لذا جفف الفلزات وتفحص أجزاء تلامسها بمقياس فرق الجهد. وقد يقترح الطلاب كذلك فحص مولارية المحاليل الموصلة للتيار.



# الفصل 7

## دليل مراجعة الفصل

### استعمال المفردات

اطلب إلى الطلاب استعمال مفردات هذا الفصل في جمل، لتعزيز معرفتهم بها. **ضم م**

### استراتيجيات المراجعة

- اطلب إلى الطلاب العمل في مجموعات لتصميم لغز من الكلمات المتقاطعة باستعمال مفردات الفصل. **ضم م**
- **تعلم تعاوني**
- اطلب إلى الطلاب رسم خلية كهروكيميائية وعنوانها بالاسم المناسب.

### الكيمياء عبر المواقع الإلكترونية

- لمراجعة محتوى هذا الفصل وأنشطته، ارجع إلى الموقع الإلكتروني: [www.obeikaneducation.com](http://www.obeikaneducation.com) وذلك من أجل:
- مراجعة الفصل ودراسته عبر الشبكة.
  - الوصول إلى المواقع التي تزودك بمزيد من المعلومات والمشاريع والأنشطة.
  - مراجعة المحتوى عبر الشبكة بالإضافة إلى التفاعل والاختبارات الذاتية.
  - الحصول على اختبارات الفصل والتدريب على (الأنشطة) والاختبارات المقننة.

## دليل مراجعة الفصل

# 7 الفصل

يمكن تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية، كما يمكن تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية. **الفكرة العامة**

7-1 الخلايا الجلفانية	الفكرة الرئيسية
<p>تحدث الأكسدة في الخلايا الجلفانية عند الأنود منتجة إلكترونات تتدفق نحو الكاثود، حيث يحدث الاختزال.</p> <p><b>المفردات</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• القطرة الملحقة</li> <li>• الخلية الكهروكيميائية</li> <li>• الخلية الجلفانية</li> <li>• نصف الخلية</li> <li>• الأنود</li> <li>• الكاثود</li> <li>• جهد الاختزال</li> <li>• قطب الهيدروجين القياسي</li> </ul>	<p><b>المفاهيم الرئيسية</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• يحدث تفاعل الأكسدة والاختزال في الخلايا الجلفانية على أقطاب منفصلة بعضها عن بعض.</li> <li>• الجهد القياسي لنصف خلية التفاعل هو جهد التيار الناتج عند اقترانها بقطب الهيدروجين القياسي تحت الظروف القياسية.</li> <li>• يكون جهد اختزال نصف خلية سالباً إذا حدث لها تأكسد عند توصيلها بقطب الهيدروجين القياسي، ويكون لها جهد اختزال موجب إذا حدث لها اختزال عند توصيلها بقطب الهيدروجين القياسي.</li> <li>• الجهد القياسي لخلية جلفانية هو الفرق بين جهود الاختزال لأنصاف الخلايا:</li> </ul> $E^{\circ}_{\text{cell}} = E^{\circ}_{\text{cathode}} - E^{\circ}_{\text{anode}}$
7-2 البطاريات	الفكرة الرئيسية
<p>تفاعلات تلقائية لإنتاج الطاقة لأغراض متعددة.</p> <p><b>المفردات</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• البطارية</li> <li>• الخلية الجافة</li> <li>• البطارية الأولية</li> <li>• البطارية الثانوية</li> </ul>	<p><b>المفاهيم الرئيسية</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• تستعمل البطارية الأولية مرة واحدة، في حين يمكن شحن البطارية الثانوية.</li> <li>• يتم تزويد البطارية عند شحنها بطاقة كهربائية تعكس اتجاه تفاعل البطارية التلقائي.</li> <li>• تحصل بطاريات خلايا الوقود على المادة المتأكسدة من مصدر خارجي.</li> <li>• طرائق الحماية من التآكل هي: الطلاء، والتغليب بفلز آخر (الجلفنة)، واستعمال الأنود المضحى.</li> </ul>
7-3 التحليل الكهربائي	الفكرة الرئيسية
<p>يؤدي وجود مصدر تيار كهربائي في التحليل الكهربائي إلى حدوث تفاعل غير تلقائي في الخلايا الكهروكيميائية.</p> <p><b>المفردات</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• التحليل الكهربائي</li> <li>• خلية التحليل الكهربائي</li> </ul>	<p><b>المفاهيم الرئيسية</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• يؤدي وجود مصدر خارجي للتيار في خلية التحليل الكهربائي إلى حدوث تفاعل أكسدة واختزال غير تلقائي.</li> <li>• ينتج عن التحليل الكهربائي لمصهور كلوريد الصوديوم فلز الصوديوم وغاز الكلور، في حين ينتج عن التحليل الكهربائي لماء البحر غاز الكلور والهيدروجين وهيدروكسيد الصوديوم.</li> <li>• تُنقى الفلزات ومنها النحاس بواسطة خلايا التحليل الكهربائي.</li> <li>• يستعمل التحليل الكهربائي في طلاء الأجسام والأشياء وإنتاج الألمنيوم النقي من خامه.</li> </ul>

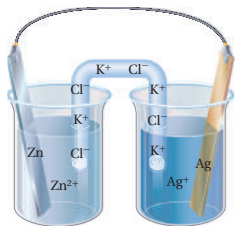
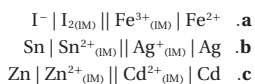
7-1

إتقان حل المسائل

39. استعمل الجدول 7-1 في كتابة رمز الخلية القياسية لكل نصف خلية مما يأتي وموصلة بقطب الهيدروجين القياسي.



40. اكتب معادلة كيميائية موزونة لكل ترميز يمثل الخلايا القياسية الآتية:



الشكل 7-25

41. يوضح الشكل 7-25 خلية جلفانية تتكون من قطعة خارصين في 1.0 M من محلول نترات الخارصين، وقطعة فضة في 1.0 M من محلول نترات الفضة. استعمل الشكل والجدول 7-1 في الإجابة عن الأسئلة الآتية:

- حدّد الأنود.
- حدّد الكاثود.
- أين تحدث الأكسدة؟
- أين يحدث الاختزال؟
- ما اتجاه مرور التيار خلال أسلاك التوصيل؟
- ما اتجاه مرور الأيونات الموجبة خلال القنطرة الملحية؟
- ما جهد الخلية عند 25°C و 1 atm؟

إتقان المفاهيم

30. ما الخواص التي تسمح باستعمال تفاعلات الأكسدة والاختزال في توليد تيار كهربائي؟

31. صف العملية التي تنتج الإلكترونات في الخلية الجلفانية خارصين - نحاس.

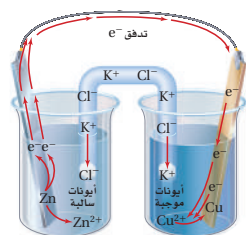
32. ما وظيفة القنطرة الملحية في الخلية الجلفانية؟

33. ما المعلومات اللازمة لتحديد الجهد القياسي للخلية الجلفانية؟

34. في الخلية الجلفانية الممثلة بالرموز الآتية:

$Al|Al^{3+}_{(aq)}||Cu^{2+}_{(aq)}|Cu$ ، ما الذي يتأكسد، وما الذي يختزل عندما يمر التيار في الخلية؟

35. عند أي ظروف يتم قياس جهد الاختزال القياسي؟



الشكل 7-24

36. حدّد كلاً من الفلز الذي يتأكسد والكاثود في الشكل 7-24.

37. تملأ القنطرة الملحية بـ  $KNO_3$ . فسر لماذا يُعد من الضروري أن تتحرك أيونات البوتاسيوم عبر القنطرة الملحية إلى الكاثود؟

38. تذكر أن العامل المختزل هو المادة التي تتأكسد، وأن العامل المؤكسد هو المادة التي تختزل. استعمل الجدول 7-1 لاختيار العامل المؤكسد الذي سيحوّل  $Au$  إلى  $Au^{3+}$  ولا يحول  $Co^{2+}$  إلى  $Co^{3+}$ .

7-1

إتقان المفاهيم

30. انتقال الإلكترونات بين الذرات.

31. يتأكسد الخارصين من  $Zn$  إلى  $Zn^{2+} + 2e^-$ .

32. تكمل القنطرة الملحية الخلية وتمنع تكدس الشحنات الموجبة والسالبة في أنصاف الخلايا.

33. معرفة جهد الاختزال القياسي لقطبي الخلية.

34. يتأكسد  $Al$  ويختزل  $Cu$ .

35. 1 atm، 25°C و 1M للمحاليل الأيونية.

36. يتأكسد الخارصين، والنحاس هو الكاثود.

37. تسمح حركة الأيونات في القنطرة الملحية للتيار بالتدفق وإن لم تكن المتفاعلات على اتصال مباشر معاً. تحمل الأيونات التيار الكهربائي وتمنع تكدس الشحنات الموجبة على الأنود والشحنات السالبة على الكاثود.

38.  $MnO_4^-$ ،  $Au^+$ ،  $H_2O_2$

إتقان حل المسائل

39. a.  $Zn|Zn^{2+}||H^+|H_2$

b.  $H_2|H^+||Hg^{2+}|Hg$

c.  $H_2|H^+||Cu^{2+}|Cu$

d.  $Al|Al^{3+}||H^+|H_2$

40. a.  $2I^- + 2Fe^{3+} \rightarrow I_2 + 2Fe^{2+}$

b.  $Sn + 2Ag^+ \rightarrow Sn^{2+} + 2Ag$

c.  $Zn + Cd^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Cd$

41. a. الأنود هو الخارصين.

b. الكاثود هو الفضة.

c. يحدث التأكسد عند قطب الخارصين.

d. يحدث الاختزال عند قطب الفضة.

e. يتدفق التيار من قطب الخارصين إلى قطب الفضة.

f. تتدفق الشحنات الموجبة من نصف خلية الأنود إلى نصف خلية الكاثود.

g.  $E^0 = +1.5614 V$

$$+0.9258 \text{ V.a.42}$$

$$+0.928 \text{ V.b}$$

$$+0.673 \text{ V.c}$$

## 7-2

### إتقان المفاهيم

43. الأنود هو طبقة الخارصين حيث تتأكسد ذرات Zn إلى أيونات  $Zn^{2+}$ .

44. يتم التخلص من البطاريات الأولية؛ إذ يصعب عكس التفاعل، في حين يعاد شحن البطاريات الثانوية حيث يمكن عكس التفاعل.

45. يُختزل  $PbO_2$  ويتأكسد  $Pb_{(s)}$  وينتج  $PbSO_4$  وماء

$$E_{\text{cell}}^0 = 0.68 \text{ V.46}$$

47. يستخدم تأكسد الوقود في خلية الوقود لإنتاج الكهرباء. يجب استبدال البطارية أو إعادة شحنها. يمكن إنتاج التيار والحفاظ على استمراره ما دام مصدر الوقود مستمرًا.

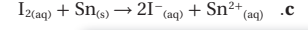
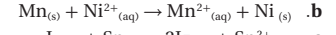
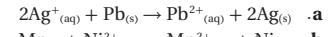
48. الجلفنة هي تغطية الفلزات المعرضة للتآكل بفلزات الحماية الذاتية لمنع التآكل. تعمل الجلفنة على الحفاظ على الفلز الموجود أسفلها عن طريق منع الرطوبة والهواء من الاتصال معه. وعند تلف طبقة الجلفنة تستطيع الاستمرار في حماية الفلز عن طريق العمل كأنود أضحية ويتأكسد بنفسه.

49. يُسهّم حمض الكبريتيك في التفاعل، وعند انخفاض تركيزه يتوقف التفاعل.

50. الفقرة c.

51. الجلفنة، الطلاء، الأنود المضحي.

42. بالرجوع إلى الجدول 7-1، احسب جهد الخلية لكل من الخلايا الجلفنانية الآتية:



## 7-2

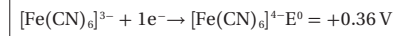
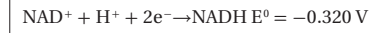
### إتقان المفاهيم

43. أي جزء في خلية الخارصين والكربون الجافة يمثل الأنود؟ وما التفاعل الذي يحدث عنده؟

44. كيف تختلف البطاريات الأولية عن الثانوية؟

45. بطارية الرصاص الحمضية ما المادة التي تختزل في بطاريات تخزين المراكم الرصاصية؟ وما المادة التي تتأكسد؟ وما المواد التي تنتج في كل تفاعل؟

46. خلية الوقود الحيوي يُختزل  $Fe^{3+}$  عند كاثود خلية الوقود الحيوي في بوتاسيوم سداسي سيانيد الحديد III  $(K_3[Fe(CN)_6])$  إلى  $Fe^{2+}$  في بوتاسيوم سداسي سيانيد الحديد II  $(K_4[Fe(CN)_6])$ . ويُختزل عند الأنود نيكوتين أميد - أدنين - ثنائي النيوكليوتيد (NADH) الذي يتأكسد إلى  $NAD^+$ . استعمل جهود الاختزال القياسية الآتية لتحديد جهد الخلية:



47. خلايا الوقود اذكر طريقتين تختلف فيها خلية الوقود عن البطارية العادية.

48. الجلفنة ما الجلفنة؟ وكيف تحمي الجلفنة الحديد من التآكل؟

49. البطاريات فسر لماذا لا تنتج بطاريات المراكم الرصاصية التيار عند انخفاض تركيز  $H_2SO_4$ ؟

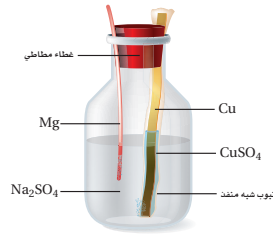
50. الصوف حزمة من الشعيرات الفولاذية المصنوعة من الفولاذ، وهي سبيكة من الحديد والكربون. ما أفضل طريقة لتخزين سلك المواعين المستعمل في غسل الأواني؟

51. الحماية من التآكل اذكر ثلاث طرائق لحماية الفلز من التآكل؟

52. فيما يأتي أنصاف تفاعل بطاريات تخزين المراكم الرصاصية:



ما جهد الخلية القياسي لخلية واحدة في بطارية السيارة؟



الشكل 7-26

53. التركيب في الشكل 7-26 يعمل عمل بطارية.

a. حدّد التفاعل الذي يحدث عند قطعة النحاس.

b. حدّد التفاعل الذي يحدث عند سلك الماغنسيوم.

c. حدّد الأنود.

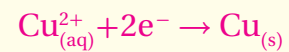
d. حدّد الكاثود.

e. احسب جهد الخلية القياسي لهذه البطارية.

### إتقان حل المسائل

52. جهد الخلية =  $2.041 \text{ V}$

53. a. يُختزل النحاس



b. يتأكسد الماغنسيوم

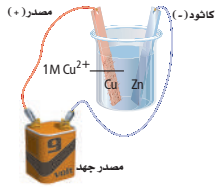


c. سلك الماغنسيوم

d. قطعة النحاس

$$E_{\text{cell}}^0 = +2.714 \text{ V.e}$$

## 7 تقويم الفصل



الشكل 7-28

62. اعتمادًا على الشكل 7-28، أجب عن الأسئلة الآتية:
- أي الأقطاب يزداد حجمه؟ اكتب معادلة التفاعل الذي يحدث عند هذا القطب.
  - أي الأقطاب يقل حجمه؟ اكتب معادلة التفاعل الذي يحدث عند هذا القطب.
63. مستعينًا بالشكل 7-28، فسر ماذا يحدث لأيونات النحاس في المحلول؟

### مراجعة عامة

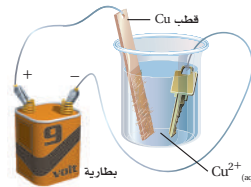
64. لماذا تتدفق الإلكترونات من قطب إلى آخر في الخلية الجلفانية؟
65. إنتاج الألمنيوم من المادة التي يتم تحليلها كهربائيًا في العملية الصناعية لإنتاج فلز الألمنيوم؟
66. اكتب أنصاف تفاعل الأكسدة والاختزال للخلية الجلفانية فضة-كروم، وحدد الأنود والكاثود واتجاه تدفق الإلكترونات.
67. حدّد ما إذا كانت تفاعلات الأكسدة والاختزال الآتية تلقائية أو غير تلقائية:
- $Mn^{2+}_{(aq)} + 2Br^{-}_{(aq)} \rightarrow Br_2(l) + Mn(s)$
  - $2Fe^{2+}_{(aq)} + Sn^{2+}_{(aq)} \rightarrow 2Fe^{3+}_{(aq)} + Sn(s)$
  - $Ni^{2+}_{(aq)} + Mg(s) \rightarrow Mg^{2+}_{(aq)} + Ni(s)$
  - $Pb^{2+}_{(aq)} + 2Cu^{+}_{(aq)} \rightarrow Pb(s) + 2Cu^{2+}_{(aq)}$

54. إذا قمت بتصميم بطارية تستعمل نصف خلية تتكون من Sn و  $Sn^{2+}$ ، ونصف خلية أخرى تتكون من Cu و  $Cu^{2+}$ ، مع العلم أن قطب النحاس هو الكاثود وقطب القصدير هو الأنود. فارسم البطارية، ثم اكتب أنصاف التفاعل التي تحدث في كل نصف خلية. ما أكبر جهد يمكن أن تنتجه هذه الخلية؟

### 7-3

#### إتقان المفاهيم

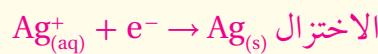
55. كيف يمكن عكس تفاعل الأكسدة والاختزال التلقائي لخلية جلفانية؟
56. أين يحدث تفاعل الأكسدة في خلية التحليل الكهربائي؟
57. خلية داون ما التفاعل الذي يحدث عند الكاثود في أثناء التحليل الكهربائي لمصهور كلوريد الصوديوم؟
58. صناعة فسر لماذا يستعمل التحليل الكهربائي لماء البحر في جميع أرجاء العالم بكميات كبيرة؟
59. إعادة تدوير فسر كيف تحفظ عملية إعادة تدوير الألومنيوم الطاقة؟
60. صف ماذا يحدث عند الأنود والكاثود في التحليل الكهربائي لمحلول KI؟



الشكل 7-27

61. الطلاء بالكهرباء يوضح الشكل 7-27 مفتاحًا يُطل كهرائيًا بالنحاس في خلية تحليل كهربائي. فأين تحدث الأكسدة؟ فسر إجابتك.

68



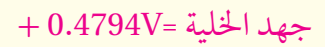
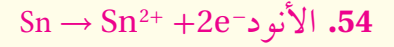
تتدفق الإلكترونات من الأنود (Cr) إلى الكاثود (Ag).

67. a. غير تلقائي

b. غير تلقائي

c. تلقائي

d. غير تلقائي



### 7-3

#### إتقان المفاهيم

55. يتم ذلك عن طريق تمرير تيار كهربائي من خلال الخلية في

الاتجاه المعاكس.

56. عند الأنود.

57. تختزل أيونات  $Na^+$  إلى ذرات Na.

58. نواتج التحليل الكهربائي للماء المالح: غاز الهيدروجين

وغاز الكلور وهيدروكسيد الصوديوم، وهي نواتج مهمة

تجاريًا.

59. لأنها تتطلب طاقة أقل مقارنة مع الطاقة اللازمة

لاستخلاصه من خاماته الأصلية.

60. تختزل أيونات البوتاسيوم عند الكاثود إلى ذرات البوتاسيوم،

وتتأكسد أيونات اليوديد عند الأنود إلى جزيئات  $I_2$ .

61. يحدث التأكسد عند الأنود وهو قطب Cu. وتتحرك

الإلكترونات منه إلى الطرف الموجب للبطارية.

62. a. يزداد حجم قطب الخارصين  $Zn + 2e^- \rightarrow Zn^{2+}$ .

b. يقل حجم قطب النحاس  $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^-$ .

63. تنجذب أيونات النحاس إلى الكاثود وترسب عليه وتغطيه.

### مراجعة عامة

64. في الخلية الجلفانية، تكتسب الأيونات في المحلول عند

الكاثود الإلكترونات بسهولة أكبر من الأيونات عند

الأنود، وعند وضع القنطرة الملحقة والأسلاك في أماكنها

يحدث تفاعل التأكسد والاختزال التلقائي وتتدفق

الإلكترونات من الأنود إلى الكاثود.

65. أكسيد الألومنيوم  $Al_2O_3$ .

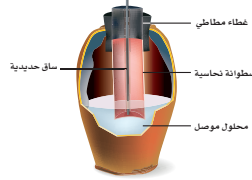
66. التأكسد  $Cr(s) \rightarrow Cr^{3+}_{(aq)} + 3e^-$

## 7 تقويم الفصل

فيما مقدار جهد قطب الهيدروجين إذا كان قطب النحاس هو القطب القياسي؟ وكيف يمكن أن تتغير العلاقات بين جهود الاختزال القياسية؟

76. طبق افتراض أن لديك خلية جلفانية يتكون أحد أنصافها من قطعة من القصدير مغموسة في محلول من أيونات القصدير II.

a. كيف تعرف من قياس جهد الخلية إذا كانت شريحة القصدير تمثل الكاثود أو الأنود؟  
b. كيف تعرف عن طريق الملاحظة البسيطة ما إذا كانت شريحة القصدير تمثل الكاثود أو الأنود؟  
77. ضع فرضية لما كان جهد نصف الخلية يتغير بتغير تركيز المتفاعلات والنواتج فإن الجهود القياسية تقاس عند تركيز 1M. كما أن الحفاظ على ضغط 1atm له أهمية خاصة في أنصاف الخلايا التي تحتوي على غازات بوصفها متفاعلات أو نواتج. فلماذا يعد ضغط الغاز نقطة حرجة في هذه الخلايا؟



الشكل 30-7

78. حُلِّل تم اكتشاف وعاء فخاري سنة 1938م بالقرب من بغداد. وكان هذا الوعاء القديم يحتوي على قضيب من الحديد محاط بأسطوانة من النحاس، كما في الشكل 30-7. وعند ملء هذا الوعاء بمحلول موصل كالحل فإنه قد يعمل بطارية.

- a. حدّد الكاثود.  
b. حدّد الأنود.  
c. احسب جهد الخلية القياسي لهذه البطارية.

68. حدّد جهد الخلية المتكونة من كل نصف خلية مما يأتي مرتبطة مع نصف خلية  $Ag|Ag^+$ :

- a.  $Be^{2+}|Be$  .c  
b.  $S|S^{2-}$  .d  
c.  $Au^+|Au$  .c  
d.  $I_2|I^-$  .d

69. التآكل فسر لماذا يعد وجود الماء ضروريًا لحدوث تآكل الحديد؟

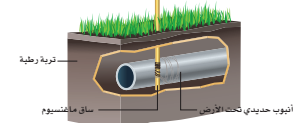
70. السفر عبر الفضاء تستخدم السفن الفضائية خلايا الوقود  $H_2/O_2$  في إنتاج الكهرباء.

- a. ما التفاعل الذي يحدث عند الأنود والكاثود؟  
b. ما جهد الخلية القياسي لخلية الوقود؟

71. خلايا الوقود فسر الاختلاف بين تأكسد الهيدروجين في خلية الوقود وتأكسده عند احتراقه في الهواء.

72. تنقية النحاس عند تنقية النحاس بالتحليل الكهربائي، ما العوامل التي تحدد أي قطعة نحاس هي الأنود، وأيهما الكاثود؟

73. بطاريات التخزين تسمى المراكم الرصاصية وغيرها من البطاريات التي يمكن إعادة شحنها أحيانًا بطاريات التخزين، فما الذي يميز في هذه البطاريات؟



الشكل 29-7

74. منع التآكل يوضح الشكل 29-7 كيف يتم حماية أنابيب الحديد المدفونة من التآكل؛ إذ توصل هذه الأنابيب بفلز أكثر نشاطًا يتآكل بدلاً من الحديد.

- a. حدّد الكاثود والأنود.  
b. فسر كيف يعمل المانغنسيوم على حماية الأنابيب.

### التفكير الناقد

75. التوقع افترض أن العلماء قد اختاروا نصف خلية  $Cu|Cu^{2+}$  على أنها خلية قياسية بدلاً من نصف الخلية  $H^+|H_2$ .

$$E_{\text{cell}}^0 = + 1.2759 \text{ V. b}$$

$$E_{\text{cell}}^0 = + 0.892 \text{ V. c}$$

$$E_{\text{cell}}^0 = + 0.2641 \text{ V. d}$$

69. لأن ذرات Fe تتأكسد إلى  $Fe^{2+}$  في المحلول المائي. ثم تتأكسد هذه الأيونات مرة أخرى إلى أيونات  $Fe^{3+}$  التي تتحد مع  $O_2$  المختزل لإنتاج الصدأ  $Fe_2O_3$ .

70. a. الأنود  $2H_2 + 4OH^- \rightarrow 4H_2O + 4e^-$

الكاثود  $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$

b. جهد الخلية =  $+1.229 \text{ V}$

71. يتم التحكم في تأكسد الهيدروجين في خلية الوقود حيث تتحول معظم الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية بدلاً من طاقة حرارية.

72. يحدد اتجاه التيار في الخلية أن النحاس غير النقي سيكون الأنود.

73. طاقة الوضع الكيميائية.

74. a. الكاثود هو الفولاذ، والأنود هو Mg.

b. Mg أكثر نشاطاً؛ لذا فهو أكثر عرضة لتفاعل التأكسد وهو ما يسبب تآكل المانغنسيوم قبل الفولاذ.

### التفكير الناقد

75. ستتغير قيم جدول جهود الاختزال القياسية بمقدار 0.342، وسيصبح جهد قطب الهيدروجين  $-0.342$ . ولكن تبقى العلاقات دون أن تتغير، إلا أن قيم الجهود ستتغير.

76. a. يوضح مقياس فرق الجهد تدفق الإلكترونات من قطعة القصدير أو إليها. لذا يمكن معرفة ما إذا كانت القطعة تمثل الكاثود أو الأنود. بتأكسد القصدير إذا كان الجهد موجباً.

b. توضح الترسيبات الملحوظة عند الكاثود اختزال  $Sn^{2+}$ . وإذا تأكسد Sn عند الأنود فسينقص حجم القطعة.

77. الضغط دلالة على التركيز، لذا يُعد الضغط من عوامل التركيز في أنصاف الخلايا التي تحتوي على غازات.

78. a. أسطوانة النحاس  $E^0 = +0.3419 \text{ V}$

b. قضيب الحديد  $E^0 = -0.447$

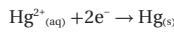
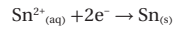
c. جهد الخلية =  $+0.789 \text{ V}$

## 7 تقويم الفصل

79. طبق تنتج خلية تحليل كهربائي أبخرة البروم وغاز الهيدروجين خلال عملية تحليل كهربائي. وقد تبين بعد انتهاء التحليل الكهربائي أن الخلية تحتوي على محلول مركز من هيدروكسيد البوتاسيوم. ما محتويات الخلية قبل عملية التحليل الكهربائي؟
80. ضع فرضية افترض أنه في إحدى عمليات الجلفنة تم طلاء الحديد بالنحاس بدلاً من الخارصين، فهل يمكن للنحاس أن يحمي الحديد من التآكل مثل الخارصين، حتى لو تصدعت طبقة النحاس؟ فسر إجابتك.

### مسألة تحفيز

81. تم تركيب بطارية باستعمال القصدير والزنك، وكانت أنصاف تفاعلات الاختزال فيها على النحو الآتي:



- a. اكتب معادلة موزونة لتفاعل الخلية.  
b. ما الذي تأكسد؟ وما الذي اختزل؟ حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل.  
c. ما التفاعل الذي يحدث عند كل من الأنود والكاثود؟  
d. ما جهد الخلية؟ استخدم الجدول 1-7.  
e. إذا كانت القنطرة الملحية تحتوي على محلول كبريتات الصوديوم، ففي أي اتجاه تتحرك أيونات الكبريتات؟

### مراجعة تراكمية

82. فسر، لماذا تجد الكرسي المصنوع من الألومنيوم أكثر سخونة من الكرسي المصنوع من الخشب عند وضع الكرسيين تحت أشعة الشمس لفترة الزمنية نفسها.  
83. علام تدل الإشارة السالبة للطاقة الحرة للتفاعل؟

$$\Delta G_{\text{system}} = \Delta H_{\text{system}} - \Delta T_{\text{system}}$$

70

79. بروميد البوتاسيوم والماء.

80. إذا تصدع النحاس تصبح هذه الأماكن معرضة للتآكل. لا؛ لأن الحديد يتأكسد بسهولة أكثر من النحاس، لذا تتضاءل الحماية.

### مسألة تحفيز



- b. يجتزل الزئبق ويتأكسد القصدير. العامل المؤكسد هو الزئبق، والعامل المختزل هو القصدير.  
c.  $\text{Sn} \rightarrow \text{Sn}^{2+} + 2\text{e}^{-}$  يحدث عند الأنود.  
d.  $\text{Hg}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Hg}$  يحدث عند الكاثود.  
e. جهد الخلية =  $+0.989 \text{ V}$   
e. تتحرك أيونات الكبريتات في اتجاه نصف خلية القصدير.

### مراجعة تراكمية

82. لأن الحرارة النوعية للكرسي المصنوع من الألومنيوم أعلى منها للخشب.  
83. أن التفاعل تلقائي.

84. قد لا تتصادم الجزيئات بالاتجاه الصحيح، أو لا يتضمن التصادم الطاقة الكافية لتكوين المعقد المنشط.

85. طبيعة المواد المتفاعلة، ومساحة السطح، ودرجة الحرارة، والتركيز، والعوامل المحفزة.

86.  $K_{\text{eq}} = 5.02 \text{ mol}^2 / \text{L}^2$

87.  $9.2 \times 10^{-9} \text{ mol} / \text{L}$

88. ليس بالضرورة، فالحمض القوي يتفكك كلياً، وقد يكون مخففاً أو مركزاً، ويعتمد ذلك على عدد مولات الحمض في المحلول.

89. للأكسجين = -2، وبذلك تكون للفوسفور:

$$(+8) + (-3) = +5$$

تقويم إضافي

الكتابة في الكيمياء

90. قد تنص ورقة الطالب على أن المجتمع الحيوي الملائم للصدأ قد يحتوي على مركبات الحديد بنسبة 35% .
91. ينتج أخطر أنواع التآكل عن خلية كهروكيميائية تحدث طبيعيًا ويتضمن هيكلًا حديديًا داخليًا يدعم الغلاف النحاسي.

أسئلة المستندات

92.  $NADH \rightarrow NAD^+ + H^+ + 2e^-$
93. جهد الخلية = +1.549 V
94. لا، جهد اختزال  $NAD^+ = -0.320 V$  .
- جهد الخلية = 1.091V، لأنه تفاعل غير تلقائي .

تقويم إضافي

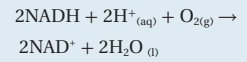
90. **التعبية في الكيمياء** السفن الغارقة كشفت دراسة سفينة التيتانك الغارقة في المحيط مجالاً لاحتلال أن سبب تلف الهيكل الحديدي يعود جزئيًا إلى وجود بيئات ملائمة للصدأ. ابحث كيف يؤدي هذا النشاط الحيوي إلى تأكسد الحديد، واكتب مقالًا تصف فيه دور المجتمعات الملائمة للصدأ في تدمير التيتانك.

91. **العملات المعدنية الأثرية:** تتعرض العملات المعدنية الأثرية لعمليات الصدأ الذي ينتج عن تفاعل المعدن مع الأكسجين في وجود الرطوبة وعوامل مساعدة أخرى.

ابحث عن المواد التي صيغت منها العملات المعدنية، ولماذا تآكلت بصورة سيئة جدًا؟ اكتب تقريرًا تفسر فيه العمليات الكيميائية التي حدثت وجعلت العملات المعدنية الأثرية تبدو في هذه الصورة.

أسئلة المستندات

التفاعلات البيولوجية الكهروكيميائية: يتضمن الجدول 7-2 قائمة بجهود الاختزال القياسية لبعض التفاعلات الحيوية المهمة، ويعد الأكسجين أقوى العوامل المؤكسدة الموجودة في الأنظمة الحيوية. تأمل تأكسد مادة نيكوتين أميد - أدنين - ثنائي النيكوتينيد (NADH) المختزلة بواسطة جزيء أكسجين، والذي يمكن تمثيله على النحو الآتي:



الجدول 7-2	
E°	القطب
-0.4141	$2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightarrow H_{2(g)}$
-0.320	$NAD^+ + H^+_{(aq)} + 2e^- \rightarrow NADH$
+0.19	$HOOCCHOHCH_3^* + 2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightarrow HOOCCHOHCH_3^{**}$
+0.769	$Fe^{3+}_{(aq)} + e^- \rightarrow Fe^{2+}_{(aq)}$
+0.8147	$O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^- \rightarrow 2H_2O_{(l)}$

\* حمض البيروفيك ( $HOOCCHOHCH_3$ )  
 \*\* حمض اللاكتيك ( $HOOCCHOHCH_3$ )

92. اكتب نصفي التفاعل اللذين يحدثان في هذا التفاعل .  
 93. احسب جهد الخلية لهذا التفاعل باستعمال الجدولين 7-1 و 7-2 .  
 94. هل يستطيع  $NAD^+$  أكسدة  $Fe^{2+}$  إلى  $Fe^{3+}$ ؟ فسر إجابتك.

## اختبار مقنن

### اسئلة الاختيار من متعدد

1. b
2. b
3. b
4. a
5. c
6. a
7. c
8. a

## اختبار مقنن

### اسئلة الاختيار من متعدد

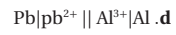
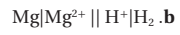
استخدم الجدول الآتي للإجابة عن الأسئلة من 1 إلى 4.

جهود الاختزال القياسية لبعض أنصاف الخلايا عند 25°C و 1M	
الاسم	E° (V)
$Mg^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Mg$	-2.372
$Al^{3+} + 3e^{-} \rightarrow Al$	-1.662
$Pb^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Pb$	-0.1262
$Ag^{+} + e^{-} \rightarrow Ag$	0.7996
$Hg^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Hg$	0.851

1. أي الأيونات الآتية أسهل اختزالاً؟

- a.  $Mg^{2+}$       b.  $Hg^{2+}$   
c.  $Ag^{+}$         d.  $Al^{3+}$

2. اعتاداً على جهود الاختزال القياسية الموضحة في الجدول، أي رمز للخلية يمثل خليته الجلفانية بصورة صحيحة؟

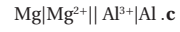


3. خلية جلفانية تتكون من قضيب من الماغنسيوم مغموس في محلول أيونات  $Mg^{2+}$  تركيزه 1M، وقضيب من الفضة مغموس في محلول أيونات  $Ag^{+}$  تركيزه 1M. ما الجهد القياسي لهذه الخلية؟

a. 1.572 v      b. 3.172 v

c. 0.773 v      d. 3.971 v

4. لو افترضنا توافر الشروط القياسية، فأى الخلايا الآتية تعطي جهداً مقداره 2.513 V؟



72

5. أي العبارات الآتية غير صحيحة؟

- a. البطاريات نابذ مضمغطة من الخلايا الجلفانية.
- b. البطاريات الثانوية من بطاريات التخزين.
- c. يمكن أن تتكون البطاريات من خلية واحدة.
- d. تفاعل الأكسدة والاختزال في البطاريات التي يمكن إعادة شحنها تفاعل معكوس.

6. ما الذي تتوقع حدوثه إذا غمرت شريحة من الفضة في محلول مائي يحتوي أيونات  $Cu^{2+}$ ؟

- a. عدم حدوث تفاعل
- b. تأكسد الفضة
- c. يترسب النحاس على شريحة الفضة
- d. اختزال أيونات النحاس

7. ما المادة التي تتكون على المهبط عند التحليل الكهربائي لمحلول مائي من NaCl؟

- a. اليود
- b. الأكسجين
- c. الهيدروجين
- d. البوتاسيوم

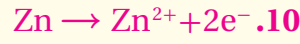
8. ما الذي يحدث عند وضع قطعة من الخارصين Zn في محلول  $Cu(NO_3)_2$  1.0 M؟

- a. يقل  $[Cu^{2+}]$
- b. يقل  $[Zn^{2+}]$
- c. يزداد  $[NO_3^{-}]$
- d. لا يحدث تغير



### أسئلة الإجابات القصيرة

9. القطب الموجب: النحاس، القطب السالب: الخارصين.



11. إكمال الدائرة الكهربائية، ونقل الأيونات.

### أسئلة الاجابات المفتوحة

12. جهد تفاعل الفضة الاختزالي القياسي موجب، في حين يكون جهد الكروم الاختزالي القياسي سالباً أكثر. لأي قطبين، يعمل القطب الذي له أقل جهد اختزال قياسي في الاتجاه العكسي كما هو موضح في الجدول. في هذه الحالة هو الكروم؛ لأنه سوف يفقد إلكترونات ويتأكسد. أما القطب الذي له أكبر جهد اختزال قياسي فسيختزل، وفي هذه الحالة سيكون قطب الفضة.

### أسئلة الإجابات القصيرة

استعمل الشكل الآتي للإجابة عن الأسئلة من 9 إلى 11.



9. حدد القطب الموجب والقطب السالب في هذا الجهاز.

10. اكتب نصف تفاعل الأكسدة.

11. اشرح وظيفة القنطرة الملحية في هذا الجهاز.

### أسئلة الإجابات المفتوحة

استعمل الجدول الآتي في الإجابة عن السؤال 12.

جهود اختزال قياسية مختارة عند $25^{\circ}\text{C}$ و $1\text{atm}$ وتركيز $1\text{M}$	
0.7996	$\text{Ag}^{+} + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Ag}$
-0.744	$\text{Cr}^{3+} + 3\text{e}^{-} \rightarrow \text{Cr}$

12. إذا وصل قطب فضة بقطب كروم في خلية جلفانية فأَي القطبين سيتأكسد، وأيها سيختزل؛ اعتماداً على جهود الاختزال القياسية أعلاه؟ فسر إجابتك.

# المخطط التنظيمي للفصل 8: مشتقات المركبات الهيدروكربونية وتفاعلاتها

## Substituted Hydrocarbones & Their Reactions

**الفكرة العامة** يؤدي استبدال ذرات الهيدروجين في المركبات الهيدروكربونية بمجموعات وظيفية مختلفة إلى تكوين مركبات عضوية متنوعة.

أهداف القسم	القسم
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. يتعرّف المجموعات الوظيفية، ويعطي أمثلة عليها.</li> <li>2. يقارن بين تراكيب هاليدات الألكيل وهاليدات الأريل.</li> <li>3. يقوم درجة غليان الهاليدات العضوية.</li> </ol>	<h3>8-1 هاليدات الألكيل وهاليدات الأريل</h3> <p><b>الفكرة الرئيسية</b> يمكن أن تحل ذرة الهالوجين محل ذرة الهيدروجين في بعض المركبات الهيدروكربونية.</p>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. يتعرّف المجموعات الوظيفية التي تميز الكحول والإثيرات والأمينات.</li> <li>2. يرسم الصيغة البنائية لكل من الكحول والإثيرات والأمينات.</li> <li>3. يناقش خواص واستعمالات الكحولات والإثيرات والأمينات.</li> </ol>	<h3>8-2 الكحولات، والإثيرات، والأمينات</h3> <p><b>الفكرة الرئيسية</b> الأكسجين والنيتروجين من أكثر الذرات شيوعاً في المجموعات الوظيفية العضوية.</p>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. يحدّد تركيب مركبات الكربونيل، بما فيها الألدهيدات والكيونونات والأحماض الكربوكسيلية والأسترات والأميدات.</li> <li>2. يناقش خواص المركبات التي تحتوي على مجموعة الكربونيل.</li> </ol>	<h3>8-3 مركبات الكربونيل</h3> <p><b>الفكرة الرئيسية</b> تحتوي مركبات الكربونيل على ذرة أكسجين ترتبط برابطة ثنائية في المجموعة الوظيفية.</p>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. يصنّف تفاعلات المركبات العضوية إلى أحد الأنواع الخمسة الآتية: الاستبدال، الإضافة، الحذف، الأكسدة، والاختزال، أو التكاثر.</li> <li>2. يستعمل الصيغ البنائية لكتابة معادلات تفاعلات المركبات العضوية.</li> <li>3. يتوقع نواتج التفاعلات للمركبات العضوية.</li> </ol>	<h3>8-4 تفاعلات أخرى للمركبات العضوية</h3> <p><b>الفكرة الرئيسية</b> تصنيف التفاعلات الكيميائية للمركبات العضوية يجعل توقع نواتج هذه التفاعلات أكثر سهولة.</p>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. يرسم العلاقة بين البوليمر والمونومرات المتكونة له.</li> <li>2. يصنّف تفاعلات البلمرة إلى إضافة أو تكاثر.</li> <li>3. يتوقع خواص البوليمر اعتماداً على التراكيب الجزيئية ووجود المجموعة الوظيفية.</li> </ol>	<h3>8-5 البولييمرات</h3> <p><b>الفكرة الرئيسية</b> البولييمرات الصناعية مركبات عضوية كبيرة تتكون من تكرار وحدات مرتبطة معاً عن طريق تفاعلات الإضافة أو التكاثر.</p>
<p><b>تعلّم تعاوني</b></p>	<p><b>م</b> فوق المستوى</p>
<p><b>م</b> ضمن المستوى</p>	<p><b>م</b> دون المستوى</p>

الزمن المقترح للتدريس - الفصل 8 / مشتقات المركبات الهيدروكربونية وتفاعلاتها (13 حصة)

القسم	8-1	8-2	8-3	8-4	8-5	التقويم
عدد الحصص	2	3	3	2	2	1

مصادر تقويم التعلم	المواد الإثرائية الداعمة	المواد والأدوات المختبرية
<p><b>متابعة التقدم</b></p> <p>التقويم البنائي: ص 78، 79، 80                      ماذا قرأت؟ ص 78، 79، 80                      تقويم القسم: ص 81</p>	<p>كراسة الملاحظات التفاعلية <b>ض م</b></p> <p><b>مصادر الفصول</b></p> <p>دليل مراجعة الفصل <b>ض م</b></p> <p><b>الشرائح</b></p> <p>شريحة التركيز رقم 24 <b>د م</b>                      شريحة التعليم رقم 22 <b>ض م</b>                      شريحة مهارات الرياضيات رقم 12 <b>ض م</b></p>	<p>تجربة استهلاكية ص 75</p> <p>نخبار مدرج، محلول كحولي البولي فينيل، كأس بلاستيكي، ساق تحريك، محلول رابع بورات الصوديوم، قفازين.                      عرض سريع ص 77: خرانة جمع الغازات، نظارات واقية، معطف المختبر، سلك نحاس، ثنائي كلوريد الإيثيلين، هب بنزن.</p>
<p><b>متابعة التقدم</b></p> <p>التقويم البنائي ص 83، 85                      ماذا قرأت؟ ص 83، 84                      تقويم القسم: ص 85</p>	<p>كراسة الملاحظات التفاعلية <b>ض م</b></p> <p><b>مصادر الفصول</b></p> <p>دليل مراجعة الفصل <b>ض م</b></p> <p>ورقة عمل مختبر الكيمياء <b>ض م</b></p> <p><b>الشرائح</b></p> <p>شريحة التركيز رقم 25 <b>د م</b>                      شريحة التعليم رقم 23 <b>ض م</b></p>	<p>عرض سريع ص 82: ورقة نقدية، محلول الميثانول، ملقط، هب قداحة (ولاعة).</p> <p>مختبر الكيمياء ص 106: ثرمومتر غير زئبقي، إيثانول، ساعة توقيت، 2- بروبانول، بروبانول، محارم ورقية، سلك ربط، منشفة قماش، ورق مقوى، ماصة، ميثانول.</p>
<p><b>متابعة التقدم</b></p> <p>التقويم البنائي ص 88، 91                      ماذا قرأت؟ ص 87، 88، 90                      تقويم القسم: ص 91</p>	<p>كراسة الملاحظات التفاعلية <b>ض م</b></p> <p><b>مصادر الفصول</b></p> <p>دليل مراجعة الفصل <b>ض م</b></p> <p><b>الشرائح</b></p> <p>شريحة التركيز رقم 26 <b>د م</b>                      شريحة التعليم رقم 24 <b>ض م</b></p>	<p>عرض سريع ص 89: حلوى مختلفة، أكواب معتمدة، رقائق الألومنيوم، قلم رصاص.</p> <p>تجربة ص 90: حمام ماء ساخن، ماء، كأس مدرجة سعة 250 ml، سخان كهربائي، ميزان، ورقة وزن، حمض السيلسليك، انبوبة اختبار، ماء مقطر، نخبار مدرج، ميثانول، ماصة، حمض الكبريتيك المركز، ثرمومتر، طبق بتري، ملقط، ماسك أنابيب.</p>
<p><b>متابعة التقدم</b></p> <p>التقويم البنائي ص 94، 96، 97                      ماذا قرأت؟ ص 92، 96، 97                      تقويم القسم: ص 98</p>	<p>كراسة الملاحظات التفاعلية <b>ض م</b></p> <p><b>مصادر الفصول</b></p> <p><b>الشرائح</b></p> <p>شريحة التركيز رقم 27 <b>د م</b>                      شريحة التعليم رقم 25 <b>ض م</b></p>	<p>عرض سريع ص 93: حمض الكبريتيك المركز، انبوب اختبار، حمام ماء ساخن. إيثانول، حمض الإيثانويك، نكهة فاكهة، حمض البيوتانويك، تفاح عطر، ح- نفثول.</p>
<p><b>متابعة التقدم</b></p> <p>التقويم البنائي ص 101، 103                      تقويم القسم: ص 104</p> <p><b>تقويم ختامي</b></p> <p>مراجعة الفصل: ص 109</p>	<p>كراسة الملاحظات التفاعلية <b>ض م</b></p> <p><b>مصادر الفصول</b></p> <p>دليل مراجعة الفصل <b>ض م</b></p> <p><b>الشرائح</b></p> <p>شريحة التركيز رقم 28 <b>د م</b>                      شريحة التعليم رقم 26 <b>ض م</b>                      شريحة مهارات الرياضيات رقم 13 <b>ض م</b></p>	<p>عرض سريع ص 99: رغوة مواد بناء، رغوة البولي يور إيثان.</p> <p>عرض توضيحي ص 102: ملاقط غسيل عدد 10، مشابك ورق (باكيت).</p>



حمض الفورميك

**الفكرة العامة** يؤدي استبدال ذرات الهيدروجين في المركبات الهيدروكربونية بمجموعات وظيفية مختلفة إلى تكوين مركبات عضوية متنوعة.

#### 8-1 هاليدات الألكيل وهاليدات الأريل

**الفكرة الرئيسية** يمكن أن تحل ذرة الهالوجين محل ذرة الهيدروجين في بعض المركبات الهيدروكربونية.

#### 8-2 الكحولات، والإثيرات، والأمينات

**الفكرة الرئيسية** الأكسجين والنيتروجين من أكثر الذرات شيوعاً في المجموعات الوظيفية العضوية.

#### 8-3 مركبات الكربونيل

**الفكرة الرئيسية** تحتوي مركبات الكربونيل على ذرة أكسجين ترتبط برابطة ثنائية مع الكربون في المجموعة الوظيفية.

#### 8-4 تفاعلات أخرى للمركبات العضوية

**الفكرة الرئيسية** تصنف التفاعلات الكيميائية للمركبات العضوية يجعل توقع نواتج هذه التفاعلات أسهل.

#### 8-5 البولييمرات

**الفكرة الرئيسية** البولييمرات الصناعية مركبات عضوية كبيرة تتكون من تكرار وحدات مرتبطة معاً عن طريق تفاعلات الإضافة أو التكثف.

#### حقائق كيميائية

- تفرز يرقة فراشة العث Larva نافورة من حمض الفورميك عندما تتعرض لتهديد.
- تحتوي قرون استشعار الفراشة البالغة على مستقبلات كيميائية للكشف عن المركبات العضوية.

**مشتقات المركبات الهيدروكربونية** لعرض الفكرة العامة لهذا الفصل، استعمل الميثان مثلاً لتوضيح كيفية استبدال ذرات الهيدروجين بذرات أو مجموعات أخرى لإنتاج مركبات ذات خواص مختلفة. اكتب الصيغة الجزيئية للميثان  $CH_4$  على السبورة، وذكر الطلاب بأن الميثان هو المركب الأساسي في الغاز الطبيعي. ثم اكتب الصيغة الجزيئية لحمض الفورميك  $HCOOH$  إلى جانب الصيغة الجزيئية للميثان، وبين للطلاب أن حمض الفورميك هو أحد مشتقات الميثان. حيث تم انتزاع ثلاث ذرات هيدروجين من الميثان وإضافة رابطة ثنائية مع ذرة الأكسجين ورابطة مفردة أخرى مع مجموعة الهيدروكسيل. وذكر الطلاب أيضاً بأن الميثان يختلف عن حمض الفورميك في خواصه.

### الربط مع المعرفة السابقة

اطلب إلى الطلاب مراجعة المفاهيم الآتية قبل دراسة هذا الفصل.

- تفاعلات الاحتراق
- قوى التجاذب بين الجسيمات
- الهيدروكربونات، والمتشكلات (الأيزومر).

### استعمال الصورة

**حمض الفورميك** اطلب إلى الطلاب إمعان النظر في صورة يرقة فراشة العث. وذكرهم بأن هذه اليرقة مثال على كيفية استعمال مشتقات المركبات الهيدروكربونية في الطبيعة. حيث تقوم اليرقة برش حمض الفورميك من غدة توجد على سطح جسمها كوسيلة للدفاع عن نفسها ضد الحيوانات المفترسة. وأخبر الطلاب أيضاً بأن حمض الفورميك موجود في سُم النمل اللاذع.

## تجربة استهلاكية

**الهدف** يشاهد الطلاب تأثير الروابط في سلاسل البوليمر.

**احتياطات السلامة** تأكد من تعبئة الطلاب لبطاقة السلامة في المختبر قبل بدء العمل. ويتعين على الطلاب ارتداء معاطف المختبر ووضع النظارات الواقية، كما يجب عليهم لبس القفازات عند سكب محلول البوراكس وغسل أيديهم بعد الانتهاء من كل النشاط.

**التخلص من النفايات** يمكن التخلص من محتويات الكؤوس الورقية أو البلاستيكية في المستودعات الخاصة (زجاجات المخلفات الكيميائية) بذلك.

### استراتيجيات التدريس

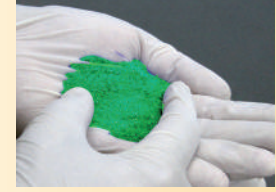
- حضر 20 mL كحول بولي فينيل تركيزه 4% لكل طالب، ولتحضير كمية من المحلول تكفي 50 طالبًا، أضف 40g من كحول البولي فينيل المائي تركيزه 100%-98% إلى 900 mL من ماء الصنبور ببطء مع التحريك المستمر. ثم سخن هذا المزيج حتى درجة حرارة 800°C مع الاستمرار في تحريك المزيج. ثم أضف إلى المزيج بضع قطرات من ملونات الطعام، واحفظه في زجاجات ذات أغطية بعد تبريده.
- ولتحضير محلول البوراكس يكفي خمسين طالبًا، أذب 12g من رابع بورات الصوديوم في 300 mL من ماء الصنبور الدافئ.
- قد تُتخذ العجينة اللزجة المحضرة في هذه التجربة وسيلة لإزعاج الصفوف الأخرى في أثناء اليوم الدراسي؛ لذا اطلب إلى الطلاب عدم اصطحاب ما تم تحضيره خارج المختبر.

**النتائج المتوقعة** يتحول السائل إلى مادة صلبة، ولكنها تنساب عند إسقاطها على يد الطالب مكونة سلاسل طويلة، قد تنفصل إذا سحبت بسرعة.

## تجربة استهلاكية

### كيف تعد عجينة لزجة؟

تحتوي معظم المركبات العضوية على عناصر أخرى غير الهيدروجين والكربون، تكسبها خواص مميزة. كيف تتغير خواص هذه المركبات عندما تقوم المجموعات الوظيفية بتكوين روابط بين السلاسل؟



### خطوات العمل

1. اقرأ تعليمات السلامة في المختبر.
2. استعمل مخبارًا مدرجًا لقياس 20 mL من محلول كحول البولي فينيل بتركيز 4%، ثم ضع المحلول في كأس بلاستيكية، ولاحظ لزوجة المحلول في أثناء تحريكه بساق التحريك.
3. أضف في أثناء التحريك 6 mL من محلول رابع بورات الصوديوم بتركيز 4%، إلى محلول كحول البولي فينيل، واستمر في التحريك حتى يبدو المحلول متجانسًا تمامًا.
4. البس القفازين، واسكب المادة الناتجة خارج الكأس، ثم اعجن البوليمر، واسحبه بالطول.

### تحليل النتائج

5. قارن الخواص الفيزيائية للمادة المتفاعلة والمواد الناتجة.
  6. اشرح كيف أثرت قوى التجاذب بين السلاسل الجزئية في لزوجة المحلول.
- استقصاء** ما النسبة بين محلولي رابع بورات الصوديوم وكحول البولي فينيل؟ ما الذي تحصل عليه لو تغيرت هذه النسبة؟

### المطويات

المجموعات الوظيفية: اعمل المطوية الآتية لتنظيم المعلومات حول المجموعات الوظيفية للمركبات العضوية.

#### الخطوة 1

ضع سبعة أوراق على شكل طبقات، كما في الصورة المجاورة.



#### الخطوة 2

قص الأوراق السبعة أفقيًا بطول 3 سم، وذلك عند السطر السادس من الجهة العلوية للأوراق.



#### الخطوة 3

قطعًا عموديًا من أسفل حتى يلتقي مع القطع الأفقي.



#### الخطوة 4

ضع ورقة صحيحة أسفل الأوراق المقطوعة الأخرى، ثم اضبط قلم وجوانب كافة الأوراق، ودبس المطوية أو ضعها في دفتر الملاحظات، ثم ضع عليها علامات التبويب كما هو مبين في الشكل.

### المطويات

استعمل هذه المطوية مع الأقسام 1-8، و2-8، و3-8، و4-8، وفي أثناء قراءتك لهذه الأقسام لخص ما تعلمته عن تصنيف المركبات العضوية وتركيبها، واذكر أمثلة على كل منها.



### تحليل النتائج

5. توجد المواد المتفاعلة في الحالة السائلة. لا تمتلك النواتج خواص المادة الصلبة أو السائلة جميعها.
6. زاد الترابط التشابكي للسلسلة من لزوجة المحلول.

**استقصاء 6: 20؛ مركب مختلف.**

## شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (24) الواردة في مصادر التعلم للفصول (6-9)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: **دم**

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

## الفكرة الرئيسية

**الهالوجينات** اطلب إلى الطلاب الرجوع إلى الجدول الدوري الموجود في الصفحة الأخيرة من كتاب الطالب، أو لوحة الجدول الدوري المعلقة على الحائط، أو اعرض الجدول الدوري من خلال جهاز عرض الشفافيات، ثم أشر إلى مجموعة الهالوجينات. واطلب إليهم إعطاء اسم هذه المجموعة. **الهالوجينات** اطلب إلى الطلاب تعرف هذه المجموعة في جداولهم الدورية. وأخبرهم بأنه عندما يتم استبدال ذرة هيدروجين بذرة هالوجين في المركبات الهيدروكربونية، ينتج هاليد الألكيل أو هاليد الأريل. **ض م**

## التعلم البصري

الشكل 8-1 استخدم الصورة لإطلاع الطلاب على أن المجموعات الوظيفية توجد في معظم الأشياء. فالكحول الطبي يحتوي على مجموعة الهيدروكسيل. وأما الخل فيحتوي على مجموعة الكربوكسيل. كما أن الفواكه والورود تحتوي على الأسترات التي تمنحها الرائحة الطيبة. ويحتوي الجبن على العديد من المجموعات الوظيفية، ولكن الكيتون هو الذي يعطي الجبن رائحة القوية. كما أن الألعاب البلاستيكية تتكون من البوليمرات التي ستدرسها في هذا الفصل **ض م**

## 8-1

## الأهداف

- تتعرف المجموعة الوظيفية، وتعطي أمثلة عليها.
- تقارن بين تراكيب هاليدات الألكيل وهاليدات الأريل.
- تقوم درجة غليان الهاليدات العضوية.

## مراجعة المفردات

**المركب الأليفاتي:** مركب هيدروكربوني غير عطري، مثل الألكان، والألكين، والألكاين.

## المفردات الجديدة

المجموعة الوظيفية  
هاليدات الألكيل  
هاليدات الأريل  
البلاستيك  
تفاعلات الاستبدال  
المهجنة

هاليدات الألكيل وهاليدات الأريل  
Alkyl Halides and Aryl Halides

**الفكرة الرئيسية** يمكن أن تحل ذرة الهالوجين محل ذرة الهيدروجين في بعض المركبات الهيدروكربونية.

**الربط مع الحياة** إذا كنت تلعب ضمن فريق، فأى اللاعبين يمكن تغييرهم في أثناء اللعب؟ يمكن على سبيل المثال تغيير اللاعب الذي يشعر بالإرهاق. نلاحظ أن خواص الفريق قد تغيرت بعد عملية الاستبدال.

## المجموعات الوظيفية Functional Groups

من المعروف أن ذرات الكربون في الهيدروكربونات ترتبط فقط مع ذرة كربون أخرى أو ذرات هيدروجين. ولكن يمكن لذرة الكربون أيضاً أن تكون رابطة تساهمية قوية مع عناصر أخرى، ومن أكثرها شيوعاً الأكسجين والنتروجين والفلور والكلور والبروم واليود والكبريت والفسفور.

وتوجد ذرات هذه العناصر في المواد العضوية بوصفها جزءاً من المجموعات الوظيفية. **المجموعة الوظيفية** في المركبات العضوية هي ذرة أو مجموعة من الذرات تكسبه خواص مميزة، وتتفاعل دائماً بالطريقة نفسها. وعند إضافة المجموعات الوظيفية للمركبات الهيدروكربونية ينتج دائماً مواد لها خواص فيزيائية وكيميائية مختلفة عن المركبات الهيدروكربونية الأصلية. والمواد الظاهرة في الشكل 8-1 - صناعية كانت أم طبيعية - جميعها تحتوي على مجموعات وظيفية تكسبها خواص فريدة تميزها، ومنها الرائحة مثلاً. ويبين الجدول 8-1 المركبات العضوية التي تحتوي على أكثر من مجموعة وظيفية. ويذكر أن الرمزان R و R' سلسلة أو حلقة من الكربون مرتبطة مع المجموعة الوظيفية. تذكر أن كلا من الرابطين الثنائية والثلاثية بين ذرات الكربون تعد مجموعات وظيفية، على الرغم من وجود ذرات كربون وهيدروجين فقط. ومن خلال معرفة خواص المجموعة الوظيفية يمكنك توقع خواص المركبات العضوية التي تحتوي عليها، حتى لو لم تكن تعلمتها سابقاً.

**الشكل 8-1** جميع هذه المواد تحتوي على نوع واحد - على الأقل - من المجموعات الوظيفية التي ستدرسها في هذا الفصل. فعلى سبيل المثال يكون للفواكه والأزهار رائحة تميزها، ويعزى هذا إلى وجود جزيئات الإستر في هذه المواد.



## 2. التدريس

### عرض سريع



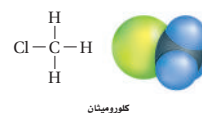
**اختبار اللهب** اعرض على الطلاب اختبار لهب بنزن، وشرح لهم أن هذا الاختبار النوعي مفيد في الكشف عن هاليدات الألكيل. تحذير: نفذ العرض العملي في خزانة طرد الأبخرة، أو في غرفة جيدة التهوية. وضع النظارات الواقية، والبس معطف المختبر والقفازات المقاومة للحريق. اغمس طرف سلك نظيف من النحاس في عينة صغيرة من ثنائي كلوريد الإيثيلين (1،2 - ثنائي كلورو إيثان). ضع طرف السلك فوق لهب بنزن، فإذا ظهر لهب بلون أزرق أو أخضر فإن ذلك يعني وجود الكلور أو البروم، أو اليود في المركب. وأخبر الطلاب بأن المركبات التي تحتوي على الكلور تتفاعل مع سلك النحاس لتعطي لهبًا لونه أخضر، أما المركبات التي تحتوي على البروم فتعطي لهبًا لونه أزرق - مخضر، وتعطي المركبات التي تحتوي على اليود لهبًا لونه أزرق.

المركبات العضوية ومجموعاتها الوظيفية		الجدول 8-1
المجموعة الوظيفية	الصيغة العامة	نوع المركب
الهالوجين	$R-X$ (X = F, Cl, Br, I)	هاليدات الألكيل
الهالوجين		هاليدات الأريل
الهيدروكسيل	$R-OH$	الكحولات
الإيثر	$R-O-R'$	الإيثرات
الأمين	$R-NH_2$	الأمينات
الكربونيل	$R-C(=O)-H$	الألدهيدات
الكربونيل	$R-C(=O)-R'$	الكيوتونات
الكربوكسيل	$R-C(=O)-OH$	الأحماض الكربوكسيلية
الإستر	$R-C(=O)-O-R$	الإسترات
الأميد	$R-C(=O)-N-R'$	الأميدات

### مركبات عضوية تحتوي على الهالوجينات Organic Compounds Containing Halogens

الهالوجينات هي أبسط المجموعات التي يمكن أن تفكر فيها على أنها مجموعات وظيفية مرتبطة مع الهيدروكربونات؛ فإذا حلت ذرة هالوجين محل أي ذرة هيدروجين من الألكان نتج هاليد الألكيل. وهاليدات الألكيل مركبات عضوية تحتوي على ذرة هالوجين أو أكثر مرتبطة برابطة تساهمية مع ذرة كربون أليفاتية. وتوجد الهالوجينات الأربع الأولى - الفلور والكلور والبروم واليود - في العديد من المركبات العضوية. وعلى سبيل المثال، فإن الكلوروميثان هو هاليد ألكيل يتكون عندما تحل ذرة كلور محل ذرة من ذرات الهيدروجين الأربع في الميثان، كما هو موضح في الشكل 8-2.

**الشكل 8-2** الكلوروميثان هو هاليد ألكيل، ويستخدم في صناعة المواد اللاصقة المعروفة تجاريًا بالسليكون؛ لتثبيت الأبواب والنوافذ.



77

### طرائق تدريس متنوعة

**فوق المستوى** اطلب إلى الطلاب رسم الصيغ البنائية لمتشكلات هاليد الألكيل جميعها ذات الصيغة  $C_4H_8Br_2$ .

هذه الصيغة الجزيئية 9 صيغ بنائية مختلفة هي :

- 1،1 - ثنائي برومو بيوتان
- 2،2 - ثنائي برومو بيوتان
- 2،1 - ثنائي برومو بيوتان
- 3،1 - ثنائي برومو بيوتان
- 1،1،1 - ثنائي برومو - 2 - ميثيل بروبان
- 2،1،1 - ثنائي برومو - 2 - ميثيل بروبان
- 1،1،3 - ثنائي برومو - 2 - ميثيل بروبان
- 1،1،4 - ثنائي برومو بيوتان

ف م



**المعرفة** اعرض على الطلاب النماذج الجزيئية (الكرات والعصي) لعدد من هاليدات الألكيل، ثم اطلب إليهم تسمية هذه المركبات. وتأكد من تضمين واحدة على الأقل من الهالوجينات الشائعة في المركبات العضوية: الفلور، الكلور، والبروم، واليود. واطلب إليهم كذلك ذكر خواص الهالوجينات وصفاتها. **تكوّن** الهالوجينات أيونات سالبة الشحنة شحنتها (-1)، وتمتلك 7 إلكترونات تكافؤ في مدارها الأخير، وتتفاعل مع الفلزات القلوية والقلويات الترابية لتكوين الأملاح، كما توجد في الطبيعة على صورة جزيئات ثنائية الذرات. **ضم م**

**ماذا قرأت؟** يجب أن تكون تسمية المركبات العضوية موحدة حتى يتمكن الكيميائيون في جميع أنحاء العالم من معرفة أي المركبات يتحدثون عنها.

### التعلم البصري

الشكل 8-3 استخدم هذا الشكل والنص الذي يصف كيفية تسمية الهالوكربونات (هاليد الألكيل)، واتبع الطريقة نفسها لتسمية الجزيئات العضوية. **ضم م**

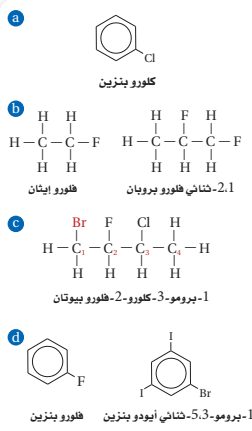
**هاليدات الأريل** مركبات عضوية تتكون من هالوجين مرتبط مع حلقة البنزين أو مجموعة أروماتية أخرى. وتكتب الصيغة البنائية هاليدات الأريل برسم المركب الأروماتي أولاً، ثم استبدال ذرات الهيدروجين بذرات الهالوجين بشكل محدد، كما في الشكل 8-3a.

**الربط علوم الأرض** تستعمل هاليدات الألكيل على نطاق واسع في المبردات وأنظمة التكييف على شكل كلوروفلوروكربونات (CFCs). وقد بقيت كذلك حتى أواخر الثمانينيات. ومعلوم أن CFCs يؤثر في طبقة الأوزون. وقد استبدلت الفلوروكلوروكربون (CFCs) بالهيدروفلوروكربون (HFCs)، حيث تحتوي فقط على ذرات الهيدروجين والفلور المرتبطة مع الكربون. ومن أكثر مركبات HFCs شيوعاً 2،1،1 - ثلاثي فلوروايثان.

**تسمية هاليدات الألكيل** تسمى المركبات العضوية التي تحتوي على مجموعات وظيفية وفق طريقة IUPAC اعتماداً على السلسلة الرئيسية للألكان. أما هاليدات الألكيل فيدل المقطع الأول على اسم الهالوجين مع إضافة حرف (و) في نهاية الاسم. لذا يكون المقطع الأول للفلور هو فلورو، والكلور هو كلورو، والبروم هو برومو، واليود هو أيودو، كما هو مبين في الشكل 8-3b.

في حالة وجود أكثر من ذرة هالوجين في الجزيء نفسه ترتب أسماء الذرات أبجدياً بحسب ترتيب الأحرف الإنجليزية. ويجب ترقيم السلسلة بحيث يعطى أقل رقم لموقع الذرة المرتبطة بذرة الهالوجين بحسب الترتيب الأبجدي. لاحظ كيفية تسمية هاليدات الألكيل في الشكل 8-3c. وبالطريقة نفسها ترقم حلقة البنزين في هاليدات الأريل لإعطاء أقل رقم لكل موقع بحسب الترتيب الأبجدي؛ بحيث يكون أقل رقم للذرة التي تأتي أولاً، كما في الشكل 8-3d.

**ماذا قرأت؟ استنتج** لماذا يتم وضع أقل قيمة رقمية عند تسمية هاليد الأريل بدلاً من استعمال الترقيم العشوائي؟



الشكل 8-3 تحتوي الجزيئات العضوية على مجموعات وظيفية، تسمى اعتماداً على تركيب سلسلة الألكان، ووفق النظام الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC).

### مسائل تدريبية

سمّ هاليدات الألكيل أو الأريل التي لها الصيغ البنائية الآتية:

- $\text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H}$   
| | | |  
H F F H  
H H H H
- $\text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H}$   
| | | |  
H H H H
- 

78

### مسائل تدريبية

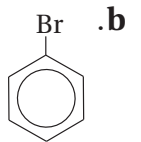
- 1، 2، 3 - ثنائي فلورو بيوتان.
- 1 - برومو - 5 - كلوروبنتان
- 3، 1، 3 - ثنائي برومو - 2 - كلورو بنزين

### مشروع الكيمياء

**كلوروفلوروكربون** اطلب إلى الطلاب أن يبحثوا كيف قامت بعض الدول بالتقليل من استعمال مركبات الكلوروفلوروكربون (CFCs)، أو منع استعمالها مطلقاً لاشتباهم في أن هذه المادة تحطم طبقة الأوزون التي تحمي الأرض، ويكتبوا تقريراً حول ذلك. **ضم م**

### مثال في الصف

**السؤال** سمّ هاليد الألكيل وهاليد الأريل المبين تركيبه أدناه.



الإجابة

- a. 1 - برومو بيوتان b. برومو بنزين



✓ **ماذا قرأت؟** كلما زاد عدد الإلكترونات الخارجية في ذرات الهالوجينات، زادت درجة الغليان بسبب زيادة قوة التجاذب الثنائية بين الجسيمات.

### التعلم البصري

**الجدول 2-3** اطلب إلى الطلاب دراسة الجدول 2-8 ومقارنة درجات الغليان والكثافة للبنتان بالمركبات التي تحتوي على 5 ذرات كربون وتحتوي على مجموعة وظيفية حلت مكان ذرات الهيدروجين. **درجة غليان البنتان 36°C وكثافته 0.326 g/mL.** اعتماداً على المعلومات التي في الجدول، يؤدي استبدال ذرة الهيدروجين بمجموعة وظيفية في البنتان إلى زيادة في درجة الغليان والكثافة. وتراوح درجة الغليان للجزيئات التي تم فيها الاستبدال ما بين 62.8°C إلى 155°C الكثافة من 0.791 g/mL إلى 1.516 g/mL. **ض م**

### التقويم

**المعرفة** اطلب إلى كل طالب أن يكتب سؤالاً حول مواد هذا الفصل على أن يتضمن هذا السؤال تسمية هاليدات الألكيل. واطلب إلى الطلاب تبادل الأسئلة فيما بينهم واختبار بعضهم بعضاً. **ض م**

✓ **ماذا قرأت؟** إن ذرات الهالوجين في هاليدات الألكيل أكثر نشاطاً من ذرات الهيدروجين التي حلت مكانها في الألكانات.

مقارنة بين هاليدات الألكيل والألكانات المتقابلة لها			الجدول 2-8
الاسم الكيميائي	الصيغة الكيميائية	درجة الغليان (°C)	الكثافة (g/ml) في الحالة السائلة
ميثان	CH <sub>4</sub>	-162	0.423 عند 162 °C
كلورو ميثان	CH <sub>3</sub> Cl	-24	0.911 عند 25 °C
بنتان	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	36	0.626
1-فلورو بنتان	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> F	62.8	0.791
1-كلورو بنتان	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> Cl	108	0.882
1-برومو بنتان	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> Br	130	1.218
1-أيودو بنتان	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> I	155	1.516

**خواص واستعمالات هاليدات الألكيل** بين الجدول 2-8 قائمة ببعض الخواص الفيزيائية لعدد من هاليدات الألكيل والألكانات المتقابلة لها.

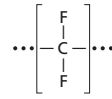
لاحظ أن درجة غليان وكثافة كل كلوريد ألكيل أعلى من درجة غليان وكثافة الألكان الذي يحتوي على عدد ذرات الكربون نفسها. لاحظ أيضاً أن درجة الغليان والكثافة تزداد عند الانتقال عبر الهالوجينات من الفلور إلى الكلور، والبروم، واليود. ويعود السبب في ذلك إلى أنه عند الانتقال من الفلور إلى اليود يزداد عدد الإلكترونات الخارجية البعيدة عن النواة. وتعمل هذه الإلكترونات على تغيير مكانها بسهولة، ونتيجة لذلك يزداد ميل هاليدات الألكيل لتكوين مركبات ثنائية القطب مؤقتة. ولأن الأقطاب تتجاذب معاً تزداد الطاقة اللازمة لفصل الجزيئات بعضها عن بعض، وبذلك تزداد درجة غليان هاليدات الألكيل بازدياد حجم ذرة الهالوجين.

✓ **ماذا قرأت؟** اشرح العلاقة بين عدد الإلكترونات في الهالوجين ودرجة الغليان.

على الرغم من أن هرمونات الغدة الدرقية في الإنسان تحتوي على يوديد عضوي إلا أنه من النادر أن يتم العثور على الهاليدات العضوية في الطبيعة. إن ذرات الهالوجين التي ترتبط بذرات الكربون أكثر نشاطاً من ذرات الهيدروجين المستبدلة. ولهذا السبب، كثيراً ما تستعمل هاليدات الألكيل مواداً أولية في الصناعات الكيميائية بوصفها مذيبات ومواد تنظيف؛ لأنها تذيب الجزيئات غير القطبية بسهولة، ومنها الدهون والزيوت. ويظهر الشكل 4-8 تطبيقات رباعي فلورو بولي إيثين (PTFE)؛ إذ يتم تصنيع هذا النوع من البلاستيك من غاز رابع فلورو إيثين. ويمكن تسخين البلاستيك وتشكيله عندما يكون ليئاً. وهناك بلاستيك آخر شائع يسمى الفينيل وهو كلوريد البولي فينيل (PVC) الذي يمكن صناعته في صورة لينة أو صلبة، ويمكن تشكيله على شكل صفايح رقيقة، أو نماذج للألعاب.

✓ **ماذا قرأت؟** اشرح لماذا تستعمل هاليدات الألكيل في الصناعات الكيميائية بوصفها مواد أولية بدلاً من الألكانات؟

**الشكل 4-8** رباعي فلورو بولي إيثين (PTFE) مكون من مئات الوحدات، ويوفر سطحاً غير لاصق لكثير من أدوات المطبخ، ومن ذلك أدوات الخبز.



79

### طرائق تدريس متنوعة

**دون المستوى** سيجد بعض الطلاب أن تسمية المركبات العضوية التي تحتوي على مجموعات وظيفية أسهل إذا اتبعوا طريقة الخطوة خطوة، لذا يجب عليهم أولاً تسمية المركب دون وجود المجموعات الوظيفية، والتأكد من تسمية السلسلة الأم وتفرعاتها على نحو صحيح، ثم تسمية كل مجموعة وظيفية وتحديد موقعها برقم. وأخيراً، يجب ربط هذه المعلومات جميعها ببعضها البعض لإكمال اسم المركب. **د م**

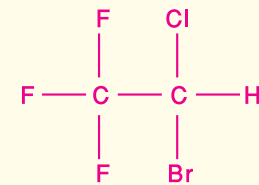
## تطبيقات في الكيمياء

الأصبغ الاصطناعية والأصبغ الطبيعية لم يتم تصنيع الأصبغ الاصطناعية حتى العام 1800م. وكان الناس قبل ذلك التاريخ يقتصر استعمالهم على عدد محدود من الأصبغ الطبيعية لإضافة الألوان إلى حياتهم. وكان من الصعب العثور على الأصبغ الطبيعية الأرجوانية لمدة تقارب 3000 سنة، ولذا سُمي هذا النوع من الأصبغ بالأصبغ الملكية، وكان واحداً من أكثر المواد الثمينة على الأرض. ووفقاً للقانون لا يمكن استعمال الأصبغ الملكية إلا لصبغ ثياب الأباطرة الرومان وملابسهم وخيام مساكنهم.

وكان المصدر الوحيد المعروف لهذا الصبغ هو حلزون البحر الأبيض المتوسط، وكان لا بد من جمع 1200 من القواقع البحرية للحصول على جرام واحد من الصبغ. وكاد الإفراط في جمع القواقع أن يؤدي إلى انقراضها، وقد توقف إنتاج الأصبغ الطبيعية في القرن الخامس عشر. أما اليوم، فلدينا الكثير من الأصبغ الاصطناعية الأرجوانية التي حلت محل الأصبغ الملكية.

## التقويم

مهارة اطلب إلى الطلاب رسم الصيغة البنائية لكل من هاليدات الألكيل الآتية: 2- برومو بيوتان، 1،3- ثنائي فلوروبنتان، أيودو هكسان حلقي، كلورو بنزين، 1،3- ثنائي برومو بنزين، 1- برومو - 3 - كلورو - 2 - فلورو أوكتان. **ضم م**



ماذا قرأت؟

■ **إجابة سؤال الشكل 5-8** يحتوي البترول على الألكانات التي يمكن تحويلها إلى مركبات هيدروكربونية أخرى، مثل هاليدات الألكيل والكحولات والأمينات، وتستعمل في تحضير المركبات العضوية الاصطناعية.

تفاعلات الاستبدال		الجدول 3-8
مثال على تفاعلات الاستبدال (المهلجنة) $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{Cl} + \text{HCl}$ إيثان كلورو إيثان	تفاعلات الاستبدال العامة لتكوين هاليدات الألكيل $\text{R}-\text{CH}_3 + \text{X}_2 \rightarrow \text{R}-\text{CH}_2\text{X} + \text{HX}$ حيث X فلور، أو كلور، أو بروم	
مثال على تفاعلات تكوين الكحولات $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl} + \text{OH}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{Cl}^-$ إيثانول كلوروإيثان	تفاعلات تكوين الكحولات $\text{R}-\text{X} + \text{OH}^- \rightarrow \text{R}-\text{OH} + \text{X}^-$ كحول هاليد الألكيل	
مثال على تفاعلات تكوين الأمينات $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_2\text{Br} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_2\text{NH}_2 + \text{HBr}$ 1-برومو أوكتان أوكتيل أمين	تفاعلات تكوين الأمينات $\text{R}-\text{X} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{R}-\text{NH}_2 + \text{HX}$ أمين هاليد الألكيل	

### تفاعلات الاستبدال Substitution Reactions

من أين يأتي التنوع الهائل للمركبات العضوية؟ يعد البترول المصدر الأول لجميع المركبات العضوية الصناعية. ويُظهر الشكل 5-8 عمال حقول النفط وهم يتقنون عن النفط، وهو أحد أشكال الوقود الأحفوري الذي يتألف مجمله من مواد هيدروكربونية تقريباً، وبخاصة الألكانات. كيف يمكن تحويل الألكانات إلى مركبات مختلفة مثل هاليدات الألكيل والكحولات والأمينات؟

من طرائق إدخال المجموعات الوظيفية لتفاعلات الاستبدال، كما هو مبين في الجدول 3-8. وفي تفاعلات الاستبدال تحمل ذرة أو مجموعة ذرية محل ذرة أو مجموعة ذرية أخرى في المركب. وفي حالة الألكانات، يمكن أن تحمل ذرة هالوجين - مثل الكلور أو البروم - محل ذرة هيدروجين في عملية تسمى **المهلجنة**. ويوضح الجدول 3-8 أحد الأمثلة على عملية المهلجنة؛ إذ يتم استبدال ذرة هيدروجين بذرة كلور في مركب الإيثان. وبين الشكل 6-8 نوعاً آخر من الهيدروكربونات المهلجنة يسمى الهالوثان (2-برومو - 2-كلورو - 1،1،1-ثلاثي فلورو إيثان)، والذي استعمل أول مرة في التخدير في خمسينيات القرن العشرين. وبين الجدول 3-3 المعادلات العامة لتفاعلات الاستبدال. ويمكن أن تكون X في هذا التفاعل الفلور أو الكلور أو البروم، ولكن ليس اليود؛ لأن اليود لا يتفاعل جيداً مع الألكانات.

ماذا قرأت؟ ارسم الصيغة البنائية للهالوثان.



الشكل 5-8 عمال حقول النفط يتقنون عن البترول. ويمكن استخراج ما يزيد على 100 ألف برميل يومياً من بئر النفط الواحد. اشرح العلاقة بين النفط والمركبات العضوية الصناعية.

80

### طرائق تدريس متنوعة

فوق المستوى اطلب إلى الطلاب البحث عن التطبيقات الاصطناعية لتفاعلات الاستبدال والموجودة في الجدول 3-8، وتبادل النتائج فيما بينهم. **ف م**

### 3. التقويم

#### التحقق من الفهم

اسأل الطلاب: هل يجب تحديد موقع رقم المجموعة الوظيفية في المركبات العضوية لكي نتأكد من صحة الصيغة البنائية لهذا المركب على نحوٍ لا لبس فيه. لا. لأن بعض المركبات العضوية لا تحتوي إلا على موقع واحد فقط لارتباط المجموعة الوظيفية، وجميع المواقع متكافئة. **ض م**

#### إعادة التدريس

وضّح النقطة السابقة من خلال رسم الصيغ البنائية للكloroإيثان على السبورة، واطلب إلى الطلاب تسميتها. ثم بيّن لهم أنه ليس من الضروري بيان موقع ذرة الكلور على سلسلة الكربون. **ض م**

#### التوسع

اطلب إلى الطلاب المقارنة بين الخواص الفيزيائية لكل من الكلوروإيثان و 1-كلورو بروبان عند درجة حرارة الغرفة والضغط الجوي. الكلوروإيثان غاز، 1-كلورو بروبان سائل.

الشكل 6-8 استعمل الهالوثان في الطب في خمسينيات القرن الماضي مخدرًا عامًا للمرضى عند إجراء العمليات الجراحية.



**تفاعلات استبدال أخرى** عندما تتم هليجة الألكانات يصبح هاليد الألكيل الناتج قابلاً للدخول في تفاعل استبدال آخر؛ حيث تحل ذرة أو مجموعة من الذرات محل ذرة الهالوجين. على سبيل المثال، تفاعل هاليد الألكيل مع المحاليل القاعدية، حيث تحل مجموعة  $\text{OH}^-$  محل ذرة الهالوجين لينتج الكحول. وبين الجدول 3-8 المعادلة العامة لتفاعل هاليد ألكيل مع محلول قلوي بالإضافة إلى مثال على هذا التفاعل.

كما يؤدي تفاعل هاليد الألكيل مع الأمونيا  $\text{NH}_3$  إلى أن تحل مجموعة الأمين  $\text{NH}_2$ - محل ذرة الهالوجين لينتج الألكيل أمين، كما هو مبين في الجدول 3-8.

الخطوات

ضمّن مطوبتك معلومات من هذا القسم.

#### التقويم 8-1

##### الخلاصة

4. **المعرفة > التسمية** قارن فيم تختلف هاليدات الألكيل وهاليدات الأريل؟
5. ارسم الصيغ البنائية لكل مما يأتي:
  - a. 2-كلورو بيوتان
  - b. 1،1،1-ثلاثي كلورو إيثان
  - c. 3،1-ثنائي فلورو هكسان
  - d. 4-برومو-1-كلورو بنزين
6. عرّف المجموعة الوظيفية، وسم المجموعة الوظيفية في كل من الصيغ البنائية الآتية، ثم سّم نوع المركب العضوي لكل منها:
  - a.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
  - b.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{F}$
  - c.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$
  - d.  $\text{CH}_3\text{C}(=\text{O})\text{OH}$
7. قوّم كيف يمكن توقع درجة غليان البروبان، و 1-كلورو بروبان عند إجراء مقارنة بينهما؟ فسر إجابتك.

#### التقويم 8-1

4. هاليد الألكيل هو أحد مشتقات المركبات الهيدروكربونية حيث ترتبط ذرة الهالوجين بروابط تساهمية بذرات الكربون الأليفاتية، أما هاليد الأريل فهو أحد مشتقات المركبات التي يرتبط فيها الهالوجين بحلقة البنزين أو مركبات عطرية أخرى برابطة تساهمية.
5. ارجع إلى دليل حلول المسائل.
6. المجموعة الوظيفية هي ذرة أو مجموعة من الذرات تتفاعل بطرائق عدة.
  - a. مجموعة الهيدروكسيل؛ كحول

- b. مجموعة الفلور؛ هاليد الألكيل
  - c. مجموعة الأمينات؛ أمين
  - d. مجموعة الكربوكسيل؛ أحماض كربوكسيلية
7. درجة غليان 1-كلورو بروبان أعلى من درجة غليان البروبان. لأن جزيئات 1-كلورو بروبان تشكل روابط ثنائية القطب أكثر من جزيئات البروبان.

## 1. التركيز

## شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (25) الواردة في مصادر التعلم للفصول (6-9)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: **دم**

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

## الفكرة الرئيسية

**الذرات الشائعة** اطلب إلى الطلاب النظر إلى الجدول 8.1 من القسم 8.1 والاطلاع على الصيغ العامة للكحول والإثيرات والأمينات، ثم اسأل: ما الذرات الأكثر شيوعًا في هذه المركبات؟ **الأكسجين والنيتروجين. دم ضم**

## 2. التدريس

## عرض سريع



**خصائص المواد غيرالمأثوفة** اغمس ورقة نقدية من فئة I ريال في محلول الميثانول، واسأل الطلاب إن كانوا يعتقدون أنك على وشك أن تحسّر ورقة نقدية لمجرد أن تعرض عليهم قابلية المركبات العضوية للتطاير أو الاشتعال؟ امسك قطعة النقد الورقية بملقط، ثم قربها من لهب قداحة يدوية. سيشتعل الميثانول وينطفئ قبل اشتعال الورقة. ثم اطلب إلى الطلاب تفسير ما حدث. **يشتعل الميثانول عند درجة حرارة أقل بكثير من درجة الحرارة اللازمة لاشتعال الورقة. دم**

## 8-2

## الأهداف

- تحديد المجموعات الوظيفية التي تميز الكحولات، والإثيرات، والأمينات.
- ترسم الصيغة البنائية لكل من الكحول والإثير والأمين.
- تناقش خواص واستعمالات الكحولات والإثيرات والأمينات.

## مراجعة المفردات

السوائل التامة الامتزاج تصف سائلين يذوب كل منهما في الآخر.

## المفردات الجديدة

مجموعة الهيدروكسيل  
الكحولات  
الإثيرات  
الأمينات

الكحولات والإثيرات والأمينات  
Alcohols, Ethers, and Amines

**الفكرة الرئيسية** الأكسجين والنيتروجين من أكثر الذرات شيوعًا في المجموعات الوظيفية العضوية.

**الربط مع الحياة** عندما تلتقيت آخر فصل طبي قامت المرخصة بتطهير جلدك بالكحول قبل حقنك. هل تعلم أن المرخصة كانت تستعمل أحد مشتقات الهيدروكربونات؟

## الكحولات Alcohols

كثير من المركبات العضوية تحتوي على ذرة أكسجين ترتبط مع ذرة كربون. ولأن ذرة الأكسجين تحتوي في مدارها الأخير على 6 إلكترونات، يكون لديها القدرة على تكوين رابطتين تساهميتين لتصل إلى نظام الثماني المستقر. كما يمكن لذرة الأكسجين أن ترتبط برابطة ثنائية مع ذرة الكربون لتحل محل ذرتين من الهيدروجين، وقد ترتبط برابطة أحادية مع الكربون ورابطة أخرى مع ذرة أخرى، مثل الهيدروجين. وتسمى مجموعة الأكسجين-والهيدروجين التي ترتبط برابطة تساهمية مع ذرة الكربون بمجموعة الهيدروكسيل (-OH). وتسمى المركبات العضوية الناتجة عن إحلال مجموعة هيدروكسيل محل ذرة هيدروجين **الكحولات**. ويبين الجدول 8-4 الصيغة العامة للكحولات ROH، كما يوضح أيضا العلاقة بين الألكانات البسيطة، مثل الميثان، وأبسط الكحولات الميثانول.

ويعد الإيثانول وثنائي أكسيد الكربون نواتج عملية تخمر السكر الموجود في العنب، وعجين الخبز، ويستخدم الإيثانول في الطب بسبب فاعليته بوصفه مطهرًا. كما يستعمل لتعقيم الجلد قبل إعطاء الحقن، ويمكن إضافته إلى البنزين، كما يعد مادة أولية مهمة لتحضير مركبات عضوية أخرى أكثر تعقيدًا.

يبين الشكل 7-8 نموذجًا لجزء الإيثانول ونموذجًا لجزء الماء. وبالمقارنة بين النموذجين ستلاحظ أن زاوية الرابطة التساهمية من الأكسجين في جزيء الإيثانول تساوي مقياس الزاوية نفسها في جزيء الماء، ولذلك تكون مجموعة الهيدروكسيل في جزيء الكحول متوسطة القطبية، كما في جزيء الماء، وقادرة على تكوين روابط هيدروجينية مع مجموعة هيدروكسيل في جزيئات كحول أخرى. وبسبب هذه الرابطة فإن درجة غليان الكحول أعلى من درجة غليان المركبات الهيدروكربونية المماثلة لها في الشكل والحجم.

الكحولات	الجدول 8-4
أبسط الكحولات وأبسط الألكانات	الصيغة العامة
$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H} \\ \text{CH}_3 \\ \text{ميثان} \\ \text{ألكان} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H} \\ \text{CH}_3\text{OH} \\ \text{ميثانول} \\ \text{كحول} \end{array}$
	ROH تمثل سلسلة أو حلقة الكربون المرتبطة مع المجموعة الوظيفية.

82

## طرائق تدريس متنوعة

**فوق المستوى** اطلب إلى الطلاب البحث عن الصيغ البنائية للأيزوبروبانول، أو الكحول الطبي، ومعرفة الطرائق والعمليات الاصطناعية المستعملة في تحضيره، وكتابة تقرير حول ذلك وعرضه على طلاب الصف. **ف م**

✓ **ماذا قرأت؟** لأن الرقمين 3 و 4 ليسا أقل قيمة رقمية تمثل مواقع المجموعات الوظيفية.

✓ **ماذا قرأت؟** الترقيم ليس ضرورياً لأن ذرات الكربون جميعها في الحلقة متكافئة.

## الإثراء

**اللزوجة** اطلب إلى الطلاب بيان العلاقة بين قوة الترابط بين الجسيمات ولزوجة السوائل التي تعلموها في فصل سابق. واطلب إليهم توقع لزوجة الكحولات التالية اعتماداً على معرفتهم هذه:

إيثان دايلول، (ويعرف أيضاً باسم إيثلين جلايكول) إيثانول؛  
1، 2، 3 - بروبان ترايول (أيضاً يعرف باسم الجليسرول). **ترتيب**  
اللزوجة من الأقل إلى الأكثر: إيثانول، وإيثاندايول، و1، 2، 3 -  
بروبان ترايول. تؤدي زيادة مجموعات الهيدروكسيل إلى زيادة  
قوى التجاذب بين الجسيمات، ومن ثم إلى زيادة اللزوجة. كما  
يعد طول السلسلة عاملاً آخر في قوة التجاذب. وبصورة عامة،  
تكون لزوجة سلسلة من ثلاث ذرات كربون أكبر من لزوجة  
سلسلة من ذرتين كربون. **ضم م**

## التقويم

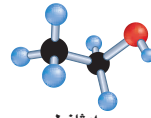
**المعرفة** اطلب إلى الطلاب كتابة الصيغة البنائية لحمسة  
ألكانات تحتوي على مجموعة أمين وظيفية، ثم سم كل مركب  
باستعمال المقطع أمين في نهاية الاسم وفي بدايته، ثم تسجيل هذه  
الصيغ البنائية والأسماء في دفاترهم. **ضم م**

**مختبر الكيمياء** يمكن استعمال مختبر الكيمياء الموجود في  
نهاية هذا الفصل عند هذا الجزء من الدرس.

**الشكل 7-8** الزاوية بين رابطتي الأكسجين التساهمية لها القياس نفسه تقريباً في جزيئي الماء والإيثانول.

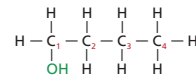


ماء

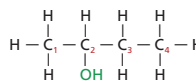


إيثانول

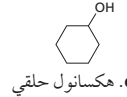
**الشكل 8-8** تعتمد تسمية الكحولات على أسماء الألكانات المقابلة لها.



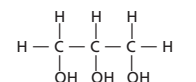
1. a - بيوتانول



2. b - بيوتانول



c. هكسانول حلقي



d. 1، 2، 3 - بروبان ترايول (الجليسرول)

ويمكن أن يمتزج الكحول تماماً مع الماء بسبب قطبيته ووجود الرابطة الهيدروجينية. وفي الحقيقة يصعب فصل الكحول عن الماء بشكل كامل بعد مزجها. ولذلك تستعمل عملية التقطير لفصل الكحول عن الماء، وعلى الرغم من ذلك يبقى حوالي 5% من الماء في مزيج الإيثانول والماء بعد نهاية هذه العملية تماماً، وبسبب قطبية مجموعة الهيدروكسيل في الكحول فإنه يعد مذيباً جيداً للمواد العضوية القطبية. فعلى سبيل المثال، يعد الميثانول أبسط الكحولات، وهو من المذيبات الشائعة الاستعمال في الصناعة، مثل استعماله في بعض الدهانات، كما يستعمل 2- بيوتانول مذيباً في بعض الأصباغ.

لاحظ أن اسم الكحولات يعتمد على اسم الألكانات المقابلة لها، مثل هاليدات الألكيل. فعلى سبيل المثال،  $\text{CH}_4$  هو الميثان، و  $\text{CH}_3\text{OH}$  الميثانول، و  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  الإيثان، و  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$  الإيثانول. وتعتمد تسمية الكحولات أساساً على عدد ذرات الكربون في الألكان، وتعتمد قواعد التسمية العالمية الأيوباك IUPAC على السلسلة أو الحلقة الأصلية أولاً، ثم إضافة المقطع (ول) إلى نهاية اسم الألكان ليمثل مجموعة الهيدروكسيل. وفي الكحولات التي تتكون من ثلاث ذرات كربون أو أكثر هناك أكثر من موقع لمجموعة الهيدروكسيل. لذلك يجب الإشارة إلى الموقع برقم يضاف إلى الاسم في البداية، كما هو مبين في الشكلين: 8-a، و 8-b.

✓ **ماذا قرأت؟** فسّر لماذا لا تكون الأسماء 3- بيوتانول، و 4- بيوتانول أسماء صحيحة للمواد؟

والآن انظر إلى الشكل 8-c تتكون حلقة المركب من 6 ذرات كربون مع روابط أحادية، وقد تعلمت من قبل أن اسم المركب هو هكسان حلقي. وبسبب وجود مجموعة -OH مرتبطة مع الكربون يتم إضافة المقطع (ول) في نهاية اسم الألكان لأنه كحول. والترقيم هنا ليس ضرورياً لأن جميع ذرات الكربون في الحلقة متكافئة. لذا يسمى هذا المركب هكسانول حلقي. وهو مركب سام يستعمل مذيباً لبعض المواد البلاستيكية ويدخل في صناعة المبيدات الحشرية.

ولتسمية الكحولات في حالة وجود أكثر من مجموعة هيدروكسيل في سلسلة الكربون يضاف المقطع «ثنائي» أو «ثلاثي» أو «رباعي» قبل الاسم ليشير إلى عدد مجموعات الهيدروكسيل قبل الاسم، ثم يضاف اسم الألكان والمقطع (ول) في نهاية الاسم.

يبين الشكل 8-d جزئي 1، 2، 3 - بروبان ترايول، واسمه الشائع الجليسرول. وهو كحول يحتوي على أكثر من مجموعة هيدروكسيل والجليسرول يستعمل غالباً مانعاً لتجمد الوقود في الطائرات.

✓ **ماذا قرأت؟** فسّر لماذا لم يتم ترقيم سلسلة ذرات الكربون عند تسمية المركب في الشكل 8-c؟

## دفتر الكيمياء

**الثاليدوميد** اطلب إلى الطلاب البحث في تاريخ عقار الثاليدوميد وكتابة تقرير حول استخداماته في الطب، بما في ذلك معلومات عن الفروق في الخصائص البيولوجية لاثنين من المتشكلات المتماثلة. **الثاليدوميد هو مادة مسكنة كانت تعطى للعديد من النساء الحوامل في أوروبا العام 1950م وحتى وقت مبكر من العام 1960م، حيث تم الكشف عن أن أحد هذه المتشكلات كان يسبب الإجهاض. ولحسن الحظ، لم تتم الموافقة على استعمالها باعتبارها مادة مسكنة. وقد تمت الموافقة على استعمال الثاليدوميد حديثاً في الولايات المتحدة باعتباره علاجاً لمرض الجذام.**

ماذا قرأت؟ لكونها سريعة الاشتعال.



## المفاهيم الشائعة غير الصحيحة

يعتقد كثير من الناس أن الفيتامينات والأدوية ذات المصادر الطبيعية أفضل من الاصطناعية.

## الكشف عن المفاهيم الشائعة غير الصحيحة

اطلب إلى الطلاب استخدام المواد المرجعية للبحث عن الصيغة البنائية للفيتامينات، مثل فيتامين C. واطلب إليهم رسم الصيغة على السبورة وكتابة اسمه. ثم اسألهم: هل الصيغ البنائية المرسومة أمامهم تمثل فيتامينًا طبيعيًا أم صناعيًا؟ قد يكون لدى الطلاب اعتقاد خطأ أن الصيغة البنائية للفيتامين الطبيعي تختلف عن الصناعي.

أكد على أن أي تركيب للفيتامين يعمل بصورة صحيحة في جسم الانسان بغض النظر عن مصدره، سواء أكان طبيعيًا أم صناعيًا.

## عرض المفهوم

اطلب إلى الطلاب إحضار بطاقات المحتويات لزجاجات أو عبوات من الفيتامين. واطلب إليهم أيضًا المقارنة بين ما هو مكتوب عليها مثل، "جميعها طبيعي". وأشر إلى أنه على الرغم من احتواء المنتجات على كميات مختلفة من المواد الاصطناعية المضافة، إلا أن الفيتامين يبقى متطابقًا كيميائيًا في جميع طرائق تحضيره.

## تقويم المعرفة الجديدة

اطلب إلى الطلاب البحث عن الصيغ البنائية للفيتامينات المذكورة على بطاقات العناوين المختلفة، ثم البحث عن تركيبها وعرض نتائج أبحاثهم على الصف. **ضم م**

## الإثيرات Ethers

الإثيرات مركبات عضوية تحتوي على ذرة أكسجين مرتبطة مع ذرتين من الكربون. والصيغة العامة للإثيرات هي ROR'. وأبسط إثير هو الذي ترتبط فيه ذرة الأكسجين مع مجموعتين من الميثيل. لاحظ التشابه بين الميثانول وثنائي ميثيل إثير، كما هو مبين في الجدول 5-8.

### المفردات

#### المفردات الأكاديمية

#### الرابطة (Bond)

الاتصال، والربط، والضم.  
ترتبط ذرة الأكسجين ذرتين من الكربون لتكون الإثير.

#### المصطلحات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

استعمل المصطلح إثير أول مرة في الكيمياء للمركب ثنائي إيثيل إثير، وهو مادة متطايرة وشديدة الاشتعال، وقد استعملت مادة مخدرة في العمليات الجراحية منذ عام 1842م حتى القرن العشرين. ومع مرور الوقت، استعمل المصطلح إثير ليبدل على المواد العضوية التي لها سلسلتان من الهيدروكربونات المرتبطة مع ذرة أكسجين واحدة. ولعدم وجود ذرات هيدروجين مرتبطة مع ذرة الأكسجين في الإثيرات، لا تكون جزيئاتها روابط هيدروجينية بعضها مع بعض. ولذلك فالإثيرات عمومًا شديدة التطاير؛ لأن درجات غليانها منخفضة مقارنة بالكحولات التي لها نفس الحجم والكتلة الجزيئية. كما أن الإثيرات قليلة الذوبان في الماء مقارنة بالكحولات لعدم وجود روابط هيدروجينية بين جزيئاتها والماء، وهي كذلك أقل قطبية. ومع ذلك يمكن لذرة الأكسجين أن تعمل مستقبلًا لذرات الهيدروجين من جزيئات الماء، وهو ما يفسر ذوبانها بشكل قليل.

ماذا قرأت؟ استنتج لماذا لا يفضل استعمال ثنائي إيثيل إثير مادة مخدرة؟

لتسمية الإثيرات التي لها سلسلتان متطابقتان من الألكيل ترتبط مع الأكسجين، يذكر اسم الألكيل أولاً، ثم يضاف كلمة إثير. وبين الجدول 5-8 أيضًا التراكيب والأسماء لمركبين متماثلين من الإثيرات، هما: بروبييل إثير، وهكسيل حلقي إثير. أما إذا كانت مجموعات الألكيل مختلفة فعندها ترتب أبجديًا بحسب الحروف الإنجليزية، ثم يتبع الاسم بكلمة إثير. ويحتوي الجدول 5-8 كذلك على مثالين من الإثيرات، إيثيل بيوتيل إثير، وإيثيل ميثيل إثير.

الإثيرات	الجدول 5-8
ثنائي الميثيل إثير والميثانول	الصيغة العامة
	ROR' حيث تمثل R و R' سلسلة أو حلقة مرتبطة مع المجموعة الوظيفية
أمثلة على الإثيرات	
 هكسيل حلقي إثير $CH_3CH_2-O-CH_2CH_2CH_2CH_3$ بيوتيل إيثيل إثير	$CH_3CH_2CH_2-O-CH_2CH_2CH_3$ بروبييل إثير $CH_3CH_2-O-CH_3$ إيثيل ميثيل إثير

## التقويم

الأداء اطلب إلى الطلاب تصميم جهاز يمكن استعماله لمقارنة اللزوجة بين الإيثانول، الإيثيلين جلايكول (1،2) - ثنائي إيثان دايلول)، والجليسرول (1،2،3 - بروبان ترايول). **ضم م**

### 3. التقويم

#### التحقق من الفهم

اسأل الطلاب: لماذا لا يعد البروبانول الاسم الصحيح لكحول يتكون من ثلاث ذرات كربون؟ لأن الاسم لم يحدد بالضبط موقع مجموعة الهيدروكسيل على ذرات الكربون الثلاث في السلسلة. إذ **يحتل أن يكون المركب 1- بروبانول، أو 2- بروبانول. ضم م**

#### إعادة التدريس

اعرض على الطلاب الصيغ الكيميائية لكل من: 2- بروبانول، بروبيلا أمين (1 - أمينو بروبان)، وإيثيل ميثيل إيثردون أن تكتب أسماءها. واطلب إليهم تحديد المجموعة الوظيفية في كل مركب وتسمية المركب حسب قواعد التسمية النظامية (IUPAC). ثم اطلب إليهم تحديد العلاقة بين 2- بروبانول وإيثيل ميثيل إيثردون. **يعدان متشككين بنائين للصيغة الجزئية نفسها. ضم م**

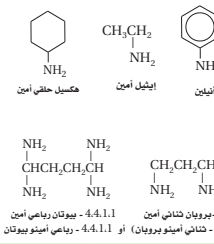
#### الجدول 8-6

##### الصيغة العامة



حيث تمثل R سلسلة كربون أو حلقة مرتبطة مع مجموعة وظيفية

##### أمثلة على الأمينات



#### الأمينات Amines

تحتوي الأمينات على ذرات نيتروجين مرتبطة مع ذرات الكربون في سلاسل أليفاتية أو حلقات أروماتية، ولها الصيغة العامة  $RNH_2$ ، كما هو مبين في الجدول 8-6.

ولقد اشتق الكيميائيون اسم الأمينات من الأمونيا  $NH_3$ . وتعد الأمينات أولية وثنائية أو ثالثة اعتياداً على ما إذا كانت واحدة أو اثنتان أو ثلاث من ذرات الهيدروجين في الأمونيا قد حل محلها بمجموعات عضوية.

وعند تسمية الأمينات يشار إلى مجموعة الأمين  $NH_2$  - بالمقطع أمينو في بداية الاسم أو أمين في نهاية الاسم. ويشار في بعض الحالات إلى موقع الأمين برقم، كما هو مبين في الجدول 6-8. وفي حالة وجود أكثر من مجموعة أمين يستعمل المقطع ثنائي أو ثلاثي أو رباعي... الخ في بداية الاسم ليدل على عدد مجموعات الأمين.

يستعمل الأنيلين في إنتاج الأصباغ ذات الظلال العميقة اللون. والاسم الشائع للأنيلين مستمد من النباتات التي عرفت في تلك الفترة التاريخية. كما أن لكل من هكسيل حلقي أمين والإيثيل أمين دوراً مهماً في صناعة المبيدات الحشرية والمواد البلاستيكية والأدوية والمطاط المستعمل في صناعة الإطارات.

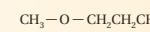
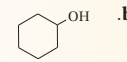
وتعد رائحة الأمينات المتطايرة غير مقبولة من قبل الإنسان. والأمينات هي المسؤولة عن الكثير من الروائح المميزة للمخلوقات الميتة، والمخلوقات المتحللة، وغالباً ما تستعمل الكلاب البوليسية المدربة لتحديد مكان الرفات البشري باستعمال هذه الروائح المميزة بعد الكوارث، مثل التسونامي والأعاصير، والزلازل، كما تستعمل الأمينات في تحقيقات الطب الجنائي.

#### التقويم 8-2

##### الخلاصة

8. **المفكرة** حدد عنصرين يتوافران بشكل كبير في المجموعات الوظيفية.

9. حدد المجموعة الوظيفية لكل مما يأتي، وسم المادة المبنية لكل صيغة بنائية.



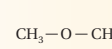
10. ارسم الصيغة البنائية لكل جزيء مما يأتي:

a. 1- بروبانول

b. 3,1- دايلول بنتان حلقي

11. ناقش خواص الكحولات، والإثيرات، والأمينات، ثم اذكر استعمالاً واحداً لكل منها.

12. حلل - اعتياداً على الصيغة البنائية أدناه - أي المركبين أكثر ذوبانية في الماء؟ فسر إجابتك.



تتكون الكحولات، والإثيرات، والأمينات عندما تحل مجموعة وظيفية معينة محل ذرة هيدروجين في المركبات الهيدروكربونية. الكحولات تكون روابط هيدروجينية بسهولة؛ لذلك فإن درجات غليانها تكون كبيرة وتذوب بسهولة في الماء مقارنة بالمركبات الأخرى.

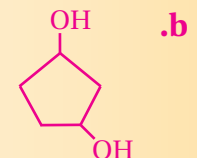
#### التقويم 8-2

8. الإجابات المحتملة: الأكسجين، النيتروجين، الفلور، الكلور، البروم، اليود، الكبريت، والفوسفور.

9. a. تمثل مجموعة  $NH_2$  - مجموعة الأمين الوظيفية؛ أيزوبروبيل أمين، 2 - بروبيلا أمين، أو 2 - أمينو بروبان.

b. تمثل مجموعة  $OH$  - مجموعة الهيدروكسيل الوظيفية؛ هكسانول حلقي.

c. تمثل  $O$  - ذرة الأكسجين في سلسلة الكربون؛ ميثيل بروبيلا إيثردون.



## مركبات الكربونيل Carbonyl Compounds

### الأهداف

- تحديد تركيب المركبات العضوية التي تحتوي على مجموعة الكربونيل مثل الألدهيدات، والكيوتونات، والأحماض الكربوكسيلية، والإسترات، والأميدات.
- تناقش خواص المركبات التي تحتوي على مجموعة الكربونيل.

**الفكرة الرئيسية** تحتوي مركبات الكربونيل على ذرة أكسجين ترتبط برابطة ثنائية مع الكربون في المجموعة الوظيفية.

**الربط مع الحياة** لعلك أكلت قطعة من الحلوى بنكهة الفاكهة الحقيقية. يجتوي الكثير من الفواكه الطبيعية - ومنها الفراولة - على الكثير من المركبات العضوية التي تعطي نكهة الفواكه المميزة. وتوجد مجموعة الكربونيل في أنواع كثيرة من النكهات الصناعية الشائعة.

### المركبات العضوية التي تحتوي على مجموعة الكربونيل Organic Compounds Containing the Carbonyl Group

يسمى الترتيب الذي ترتبط فيه ذرة الأكسجين برابطة ثنائية مع ذرة كربون **مجموعة الكربونيل**. وهي المجموعة الوظيفية في المركبات العضوية المعروفة باسم الألدهيدات والكيوتونات.

**الألدهيدات** تعد الألدهيدات مركبات عضوية تقع فيها مجموعة الكربونيل في آخر السلسلة، وتكون مرتبطة مع ذرة كربون متصلة بذرة هيدروجين من الطرف الآخر. والصيغة العامة للألدهيدات  $RCHO$ ؛ حيث R مجموعة الألكيل أو ذرة الهيدروجين، كما هو مبين في الجدول 8-7.

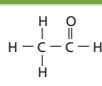
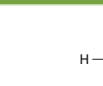
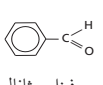
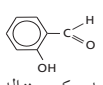
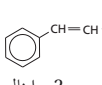
وتسمى الألدهيدات بإضافة المقطع (ال) إلى نهاية اسم الألكان الذي له عدد ذرات الكربون نفسه. وهكذا يجتوي المركب ميثانال، كما هو مبين في الجدول 8-7، على ذرة كربون واحدة. وهذا يعني أن اسم الألدهيد يؤخذ من اسم الألكان المقابل وهو الميثان. ولأن مجموعة الكربونيل ترتبط في الألدهيدات مع ذرة الكربون التي تقع في نهاية السلسلة، لذلك لا نستعمل الترقيم عند تسمية الألدهيدات إلا في حالات التفرعات أو وجود مجموعات وظيفية أخرى. وللميثانال اسم شائع يعرف به هو الفورمالدهيد. أما الاسم الشائع للإيثانال فهو أسيتالدهيد. ويستعمل العلماء غالبًا الأسماء الشائعة للمركبات العضوية؛ لأنها مأخوذة للكيميائيين.

### مراجعة المفردات

**الكهروسالبية** تشير إلى القدرة النسبية لذرات العنصر على جذب إلكترونات الرابطة.

### المفردات الجديدة

مجموعة الكربونيل  
الألدهيدات  
الكيوتونات  
الأحماض الكربوكسيلية  
مجموعة الكربوكسيل  
الإسترات  
الأميدات  
تفاعلات التكثف

الألدهيدات		الجدول 8-7
أمثلة على الألدهيدات		الصيغة العامة
		$RCHO$ حيث R تمثل مجموعة ألكيل أو ذرة هيدروجين
إيثانال (أسيتالدهيد)	ميثانال (فورمالدهيد)	
		$\begin{array}{c} O \\    \\ -C- \end{array}$
بنزال (بنزaldehid)	2-هيدروكسي بنزالدهيد (بنزaldehid)	مجموعة الكربونيل
		
	3-فينيل، بروب-2-ينال (سينامالدهيد)	

86

## 1. التركيز

### شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (26) الواردة في مصادر التعلم للفصول (9-6)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: **دم**

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

### الفكرة الرئيسية

**الذرة الأكثر شيوعًا** اطلب إلى الطلاب البحث عن الصيغ العامة للألدهيدات، والكيوتونات، والأحماض الكربوكسيلية، والإسترات، والأميدات في الجدول 8-7. واطلب إليهم المقارنة بين الصيغ العامة وتحديد الأشياء المشتركة. **وجود الرابطة الثنائية مع الأكسجين في المجموعة الوظيفية. ضم دم**

## 2. التدريس

### الخلفية النظرية للمحتوى

**مركبات الكربونيل** تضم هذه المجموعة الألدهيدات، والكيوتونات، والأحماض الكربوكسيلية، والإسترات، والأميدات. وتحتوي مركبات الكربونيل على ذرة أكسجين مرتبطة برابطة ثنائية مع ذرة كربون. وهذه المركبات قطبية؛ لأن ذرة الأكسجين غنية بالإلكترونات وتحمل شحنة سالبة جزئيًا، في حين تفتقر ذرة الكربون إلى الإلكترونات فتصبح موجبة جزئيًا.

### مشروع الكيمياء

**الفورمالدهيد** يُسمى الألدهيد الذي يحتوي ذرة كربون واحدة بالاسم الكيميائي ميثانال، غير أنه يُعرف بالفورمالدهيد وهو الاسم الأكثر شيوعًا. اطلب إلى الطلاب البحث عن استخدامات الفورمالدهيد والمشكلات الصحية المرتبطة بالتعرض لهذه المادة الكيميائية. واطلب إليهم أيضًا كتابة تقرير وعرضه على الصف. **ضم م**

### مشروع الكيمياء

**الكيمياء والتغذية** اطلب إلى الطلاب البحث في أقسام المحال التجارية الكبيرة للاطلاع على الأطعمة التي تحتوي على زيت النخيل، حمض الستريك، وحمض البنزويك، وتسجيل الملاحظات عنها. واطلب إليهم البحث عن مزايا هذه المركبات المستهلكة وعيوبها. واطلب إليهم أيضًا تبادل النتائج التي توصلوا إليها فيما بينهم وبين زملائهم. **ضم م**



## التعزيز

مشتقات المركبات الهيدروكربونية اطلب إلى الطلاب رسم المجموعات الوظيفية لكل من الكحولات، الأمينات، الإثيرات دون الرجوع إلى أي مصدر. ثم اطلب إليهم أيضاً التمييز بين هذه المركبات وبين الألدهيدات، والكي-tonات، والأحماض الكربوكسيلية، والأسترات، والأميدات التي تم تناولها في هذا

### القسم د م

## استخدام المصطلحات العلمية

مركبات الكربونيل اطلب إلى الطلاب كتابة بيانات تشرح معنى مصطلح الكيتون والألدريد. د م

ماذا قرأت؟ الإجابات المتوقعة: تستعمل في صنع الأزهار والأجهزة وقطع غيار السيارات. د م



الشكل 8-9 تم استعمال محلول الفورمالدهيد في الماضي لحفظ العينات البيولوجية. وقد تم تقييد استعمال الفورمالدهيد في السنوات الأخيرة لأن الدراسات تشير إلى أنه قد يسبب السرطان.

يحتوي جزيء الألدريد على مجموعة قطبية ونشطة في التفاعل. وكما هو الحال مع الإثيرات، لا تستطيع جزيئات الألدheids تكوين روابط هيدروجينية بعضها مع بعض؛ لأن جزيئاتها لا تحتوي على ذرات هيدروجين مرتبطة مباشرة مع ذرة الأكسجين، لذلك تكون درجة غليانها أقل من درجة غليان الكحولات التي لها عدد ذرات الكربون نفسه. ولجزيئات الماء القدرة على تكوين روابط هيدروجينية مع الأكسجين الموجود في مجموعة الألدريد، لذلك تكون أكثر ذوبانية في الماء من الألكانات، ولكن ليس كذوبانية الكحولات والأمينات.

استعمل محلول الفورمالدهيد في عمليات الحفظ عدة سنوات، كما هو مبين في الشكل 8-9. وصناعياً تستعمل كميات كبيرة من الفورمالدهيد للتفاعل مع اليوريا لصنع نوع من الشمع المقاوم، والمواد البلاستيكية الصلبة المستعملة في صناعة الأزرار، وقطع غيار السيارات، والأجهزة الكهربائية، فضلاً عن الغراء الذي يعمل على إلصاق طبقات الخشب معاً. ويعد كل من بنزالدهيد وساليسالدهيد، الموضح تركيبها في الجدول 7-8 نوعين من المركبات التي تعطي اللوز نكهته الطبيعية. أما رائحة القرفة ومذاقها - وهي نوع من التوابل التي تستخرج من لحاء شجرة استوائية - فيمكن إنتاجها بكميات كبيرة بواسطة السيتامالدهيد الموضح تركيبه في الجدول 7-8.

### ماذا قرأت؟ حدد اثنين من استعمالات الألدheids.

**الكيتونات** يمكن أن ترتبط مجموعة الكربونيل مع الكربون في وسط السلسلة بدلاً من ارتباطها في نهاية السلسلة. و**الكيتونات** مركبات عضوية ترتبط فيها ذرة الكربون في مجموعة الكربونيل مع ذرة كربون في السلسلة. وله الصيغة العامة الموضحة في الجدول 8-8. وترتبط ذرات الكربون على طرفي مجموعة الكربونيل مع ذرات كربون أخرى. إن أسطح الكيتونات وأكثرها شيوعاً هو الأستيتون، الذي ترتبط فيه ذرات الهيدروجين فقط مع ذرات الكربون الطرفية، كما هو مبين في الجدول 8-8 أيضاً. ويتم تسمية الكيتونات بإضافة المقطع (ون) إلى نهاية اسم الألكان، ووضع رقم قبل الاسم ليبدل على موقع مجموعة الكيتون. ففي المثال السابق تغير اسم الألكان من بروبان إلى بروبانون. ولا يمكن لمجموعة الكربونيل إلا أن تقع في الوسط فقط، ومع ذلك يمكن إضافة الرقم 2- للاسم؛ لمزيد من التوضيح، كما في الجدول 8-8.

وتتشارك الكيتونات والألدheids في الكثير من الخواص الفيزيائية والكيميائية لتشابه تركيبها. فالكيتونات مركبات قطبية وأقل نشاطاً من الألدheids. ولهذا السبب يعد الكيتون مذيباً شائعاً للمواد القطبية المعتدلة، ومنها الشمع والبلاستيك والطلاء والورنيش والغراء. وكما هو الحال مع الألدريد، لا تكوّن جزيئات الكيتون روابط هيدروجينية بعضها مع بعض، ولكن يمكن أن تكوّن روابط هيدروجينية مع جزيئات الماء. ولذلك فالكيتونات قابلة للذوبان في الماء إلى حد ما، ولكن الأستيتون قابل للذوبان في الماء بشكل تام.

الجدول 8-8	الكيتونات
الصيغة العامة	أمثلة على الكيتونات
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{R}' \end{array}$ <p>حيث تمثل R و R' سلاسل أو حلقات كربون مرتبطة مع مجموعات وظيفية</p>	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{O} & \text{H} & \text{H} \\   & \parallel &   &   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   & &   &   \\ \text{H} & & \text{H} & \text{H} \end{array}$ <p>2- بيوتانون (ميثيل إيثيل كيتون)</p>
	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{O} & \text{H} \\   & \parallel &   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   & &   \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$ <p>2- بروبانون (الأستيتون)</p>

87

## طرائق تدريس متنوعة

**دون المستوى** يستطيع بعض الطلاب فهم الاختلافات بين المجموعات الوظيفية بصورة أفضل إذا قاموا ببناء نماذج للمركبات التي تحتوي على هذه المجموعات الوظيفية؛ لذا اطلب إلى هؤلاء الطلاب بناء نماذج لبيوتانال، 2- بيوتانون، وحمص البيوتانونيك ودراسة كل نموذج بعناية، مشيرين إلى أوجه التشابه والاختلاف. د م

## التعزيز

**التسمية** عزز أهمية كتابة أسماء المركبات العضوية بعناية وعلى نحو صحيح، مستعملاً الأمثلة الآتية: أولاً اكتب الصيغة البنائية على السبورة، ثم اطلب إلى الطلاب تصحيح أسماء المركبات الآتية: إيثان؛ وإيثين؛ وإيثانين؛ وإيثانول؛ وإيثانال.

ض م

## التقويم

**المعرفة** اطلب إلى الطلاب مطابقة الصيغ

$C_7H_{14}O_2$  و  $C_7H_6O_2$  مع أسماء حمض البنزويك وحمض الهيبتانويك.  $C_7H_6O_2$  هو حمض البنزويك، و  $C_7H_{14}O_2$  هو حمض الهيبتانويك.

■ **إجابة سؤال الشكل 8-10 حمض الميثانويك**

✓ **ماذا قرأت؟** يكون الاسم بحسب النظام الدولي للتسمية بإضافة المقطع (ويك) إلى آخر اسم الألكان، وإضافة كلمة حمض في بداية الاسم.

✓ **ماذا قرأت؟** لأنها تعد مانحة للبروتونات في المحلول.

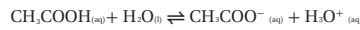
## الأحماض الكربوكسيلية Carboxylic Acids

الأحماض الكربوكسيلية مركبات عضوية تحتوي على مجموعة الكربوكسيل. وتتكون مجموعة الكربوكسيل من مجموعة كربونيل مرتبطة مع مجموعة هيدروكسيل. ولذلك تكون الصيغة العامة للأحماض الكربوكسيلية كما في الجدول 8-9. وبين الجدول 8-9 حمض مألوفاً، هو حمض الإيثانويك، وهو الحمض الموجود في الخل. وعلى الرغم من أن الكثير من الأحماض الكربوكسيلية لها أسماء شائعة، إلا أن الاسم بحسب طريقة التسمية الدولية يتكون من إضافة المقطع (ويك) إلى نهاية اسم الألكان وإضافة كلمة حمض في بداية الاسم. اسم حمض الأسيتيك مثلاً بحسب الطريقة الدولية هو حمض الإيثانويك.

وغالباً ما تكتب مجموعة الكربوكسيل في صورة  $COOH$  - . فعلى سبيل المثال، يمكن كتابة حمض الإيثانويك في صورة  $CH_3COOH$ . ويتكون أبسط الأحماض الكربوكسيلية من مجموعة الكربوكسيل المرتبطة مع ذرة هيدروجين واحدة  $HCOOH$  كما في الجدول 8-9. واسمه بحسب الطريقة الدولية هو حمض الميثانويك، بينما الاسم الشائع له حمض الفورميك. وتقوم بعض الحشرات بإنتاج حمض الفورميك بوصفه آلية للدفاع عن نفسها، كما في الشكل 8-10.

✓ **ماذا قرأت؟** اشرح كيف يشتق اسم حمض الإيثانويك.

الأحماض الكربوكسيلية مركبات قطبية نشطة. وما يذوب منها في الماء يتأين بشكل ضعيف لإنتاج أيون الهيدرونيوم، ويكون أيون الحمض السالب في حالة اتزان مع الماء والحمض غير المتأين. ويتأين حمض الإيثانويك كالآتي:



تتأين الأحماض الكربوكسيلية في المحاليل المائية؛ لأن ذرتي الأكسجين ذات كهروسالبية عالية، وتجذب الإلكترونات بعيداً عن ذرة الهيدروجين إلى مجموعة  $-OH$ . ونتيجة لذلك ينتقل بروتون الهيدروجين إلى ذرة أخرى لديها زوج من الإلكترونات غير المرتبطة، كذرة الأكسجين في جزيء الماء. ولأن الأحماض الكربوكسيلية تتأين في الماء فإنها تعمل على تحويل لون ورقة تباغ الشمس الزرقاء إلى حمراء، وتتميز بمذاق حمضي لاذع.

ولبعض الأحماض الكربوكسيلية المهمة - ومنها حمض الأساليك وحمض الأديبيك - مجموعتا كربوكسيل أو أكثر. مثل هذه الأحماض تسمى ثنائية الحمض. كما قد يحتوي البعض الآخر على مجموعات وظيفية إضافية مثل مجموعات الهيدروكسيل، كما في حمض اللاكتيك الموجود في اللبن. وعادةً تكون هذه الأحماض أكثر قابلية للذوبان في الماء، وأكثر حمضية من الأحماض التي تحتوي على مجموعة كربوكسيل واحدة فقط.

✓ **ماذا قرأت؟** قوّم مستعملاً المعلومات أعلاه. فسّر لماذا تصنف الأحماض الكربوكسيلية على أنها أحماض؟

الأحماض الكربوكسيلية		الجدول 8-9
أمثلة على الأحماض الكربوكسيلية		الصيغة العامة
$\begin{array}{c} H & O \\   &    \\ H-C & -C-OH \\   \\ H \end{array}$	$\begin{array}{c} O \\    \\ H-C-O-H \end{array}$	$\begin{array}{c} O \\    \\ R-C-OH \end{array}$
حمض الإيثانويك (حمض الأسيتيك)	حمض الميثانويك (حمض الفورميك)	R تمثل سلسلة أو حلقة من الكربون

88

## طرائق تدريس متنوعة

**فوق المستوى** يحتاج بعض الطلاب إلى التدرب على تسمية المجموعات الوظيفية والمركبات التي تحتوي عليها مرات عدة قبل حفظها عن ظهر قلب؛ لذا شجع الطلاب عن طريق استعمال بطاقات خاطفة على التدرب لتسمية أمثلة من الصيغ البنائية التي تحتوي على مجموعات وظيفية، ورسمها اعتماداً على أسئلتها. **ف م**

## طرائق تدريس متنوعة

**دون المستوى** اطلب إلى مجموعات من الطلاب تصميم اختبار يستعمل ورقة الرقم الهيدروجيني للتمييز بين الأحماض الكربوكسيلية من غيرها من فئات المركبات العضوية.

**د م** تعلم تعاوني

## عرض سريع



تجربة حسية ضع عينات من الحلوى بنكهات صناعية مختلفة في أكواب معتمة. وغط كل كوب بطبقة من رقائق الألومنيوم، ثم اثقبها ثقباً صغيراً بقلم الرصاص. مرر الأكواب حول الطلاب، واطلب إليهم تعرف نكهات الحلوى فقط باستعمال الروائح. قد يجد بعض الطلاب هذه المهمة صعبة؛ وذلك لأنه بإمكان البشر تعرف النكهات بصورة أفضل بناءً على عدة حواس في وقت واحد، بما في ذلك النظر والرائحة والتذوق؛ لذا اشرح لهم أن النكهات الاصطناعية التي تنتج منها المركبات تتضمن مركبات عضوية معظمها إسترات ومركبات كربونيل أخرى. **ضم م**

## تطوير المفهوم

الأحماض الكربوكسيلية والأميدات اطلب إلى الطلاب لمساعدتهم على فهم العلاقة بين الصيغ البنائية للأحماض الكربوكسيلية والأميدات بصورة أفضل، كتابة الصيغ البنائية لأزواج المركبات الآتية: حمض البروبانويك، بروبان أميد، وحمض البيوتانويك، بيوتان أميد والمقارنة بينها. **ضم م**

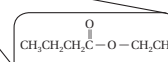
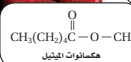
الإسترات	الجدول 8-10
مثال على الإسترات	الصيغة العامة
$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ <p>مجموعة إيثانوات مجموعة بروبييل مجموعة إستر إيثانوات (إسترات) البروبييل</p>	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{R}'$ <p>مجموعة إستر</p>

### مركبات عضوية مشتقة من الأحماض الكربوكسيلية

#### Organic Compounds Derived from Carboxylic Acids

يتألف العديد من أصناف المركبات العضوية من تركيب حمض كربوكسيلي استبدلت فيه ذرة الهيدروجين أو مجموعة الهيدروكسيل بذرات أو مجموعات أخرى. ومن أكثر الفئات شيوعاً الإسترات والأميدات.

**الإسترات** تعد الإسترات مركبات عضوية تحتوي على مجموعة كربوكسيل حلت فيها مجموعة الكيل محل ذرة الهيدروجين الموجودة في مجموعة الهيدروكسيل، كما في الصيغة العامة المبينة في الجدول 8-10. ويتم تسمية الإسترات بكتابة اسم الحمض الكربوكسيلي واستعمال المقطع (وات) بدل المقطع (ويك) متبوعاً بالألكيل، كما هو موضح في المثال المبين في الجدول 8-10. لاحظ كيف اشتق اسم البروبييل من الصيغة البنائية، وأن الاسم المبين بين الفوسفين يعتمد على حمض الأسيتيك، وهو الاسم الشائع لحمض الإيثانويك. والإسترات مركبات قطبية متطايرة ورائحتها عطرية. وتوجد أنواع كثيرة منها في العطور والنكهات الطبيعية وفي الفواكه والأزهار، كما في الشكل 8-11. وتنتج النكهات الطبيعية - ومنها نكهة التفاح أو الموز - عن مزيج من جزيئات عضوية مختلفة منها الإسترات. وقد يكون سبب بعض هذه النكهات تركيب إستر واحد فقط. لذا يتم تصنيع الإسترات لاستعمالها في كثير من الأطعمة والنكهات والمشروبات والعطور والشموع العطرية، والمواد العطرية الأخرى.



**الشكل 8-11** تعد الإسترات مصدر روائح وطعم الكثير من الفواكه؛ إذ يعزى طعم الفراولة إلى هكسانوات الميثيل، وطعم الأناناس لمركب بيوتانوات الإيثيل. ويعزى مصدر الروائح الطبيعية إلى خليط من الإسترات والأدهيدات والكحولات.

## دفتر الكيمياء

**كيمياء العطور** اطلب إلى الطلاب البحث عن الأسماء الكيميائية والصيغ البنائية للعديد من الروائح المفضلة لديهم، كالورد أو الفراولة، أو المسك، وإعداد قائمة بذلك، على أن يدونوا ما تضمنته هذه القائمة في دفتر الكيمياء الخاصة

٣٣٠. **ضم م**

# تجربة

**الهدف** يقوم الطلاب بتحضير إستر عن طريق تفاعل كحول مع حمض عضوي

**المهارات العلمية** التصنيف، الملاحظة والاستنتاج، استخلاص النتائج.

**احتياطات السلامة** تأكد من تعبئة الطلاب لبطاقة السلامة قبل بدء العمل، وارتداء معطف المختبر، ووضع النظارات الواقية ولبس القفازات في أثناء نقل حمض الكبريتيك؛ لأنه مهيج للجلد والعيون. ولما كان الميثانول مادة سامة وقابلة للاشتعال؛ لذا يجب إبقاؤه بعيداً عن اللهب المكشوف، وتجنب استعمال لهب بنزن لعمل حمام الماء الساخن.

**التخلص من النفايات** يمكن التخلص من الكرات القطنية بوضعها في حاوية النفايات.

## استراتيجيات التدريس

يجب تجنب إخبار الطلاب بالرائحة المتوقعة قبل إجراء التجربة لمفاجأتهم بالنتائج.

## تحليل النتائج

1. ستختلف إجابات الطلاب، ولكن قد تتضمن اللبان (العلكة) وحلوى النعناع.

2. ستختلف إجابات الطلاب. الفوائد: تنتج الإسترات الاصطناعية بكفاءة أكثر وتكاليف أقل من الإسترات الطبيعية. أما المضار فهي: روائح الإسترات الاصطناعية تختلف قليلاً عن الإسترات الطبيعية لاحتوائها على مركبات أخرى.

✓ **ماذا قرأت؟** الإجابات المتوقعة: المخللات، السلطة، الشطائر.

✓ **ماذا قرأت؟** الإجابة المتوقعة: اليوريا.

## تجربة

### تحضير الإستر

كيف تُميز الإستر؟

#### خطوات العمل

- اقرأ تعليمات السلامة في المختبر.
- حضّر حماماً مائياً ساخناً بإضافة 150mL من ماء الصنبور إلى كأس مدرجة سعتها 250mL، وضع الكأس على سخان كهربائي، واضبط حرارته عند منتصف التدريج.
- زن 1.5g من حمض السليليك، ثم ضعه في أنبوب اختبار وأضف إليه 3mL ماء مقطراً. استعمل مجازاً مدرجاً سعته 10mL لقياس حجم الماء، ثم أضف 3mL ميثانول. وباستعمال الماصة أضف 3 قطرات من حمض الكبريتيك المركز إلى أنبوب الاختبار. تحذير: يمكن أن يسبب حمض الكبريتيك المركز حرقاً، وقد يشتعل الميثانول ويسبب انفجاراً، لذا احفظه بعيداً عن مصدر اللهب. وتعامل دائماً مع المواد الكيميائية بحذر.
- عندما يسخن الماء وقبل الغليان ضع أنبوب الاختبار في الحمام المائي مدة 5 دقائق. استعمل ماسك الأنايب لنقل أنبوب الاختبار من الحمام المائي إلى حامل الأنايب لاستخدامه لاحقاً.
- ضع كرات قطنية في طبق بتري حتى المنتصف. ثم أفرغ محتويات أنبوب الاختبار فوق الكرات القطنية في طبق بتري، وسجل ملاحظتك حول الرائحة الناتجة.
- التحليل**  
سمِّ بعض المنتجات التي تعتقد أنها تحتوي على هذا الإستر.
- قوِّم فوائد ومضار استعمال الإسترات الصناعية على المستهلك بالمقارنة مع استعمال الإسترات الطبيعية.

**الأميدات** تعدّ الأميدات مركبات عضوية تنتج عن إحلل ذرة نيتروجين مرتبطة مع ذرات أخرى محل مجموعة هيدروكسيل OH - في الحمض الكربوكسيلي. ويوضح الجدول 8-11 الصيغة العامة للأميدات. تسمى الأميدات بكتابة اسم الألكان، ثم إضافة المقطع أميد في نهاية الاسم. لذا يكون اسم الأميد الظاهر في الجدول 8-11 هو إيثان أميد، ولكنه يعرف بالاسم الشائع أسيتاميد، المشتق من الاسم الشائع حمض الأسيتيك.

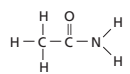
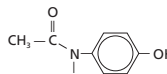
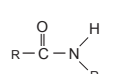
✓ **ماذا قرأت؟** سمّ ثلاثة أنواع من الطعام الذي يحتوي على حمض الخل (الإيثانويك).

توجد مجموعة الأميد الوظيفية بشكل متكرر في البروتينات الطبيعية وبعض المواد الصناعية. فعلى سبيل المثال، قد تكون استعملت مواد تحتوي على الأسيتامينوفين - غير الأسبرين - لتخفيف الألم. وبالنظر إلى تركيب الأسيتامينوفين الظاهر في الجدول 8-11، ستلاحظ في مجموعة الأميد أن (-NH-) تربط مجموعة كربونيل مع مجموعة أروماتية.

ويسمى أحد الأميدات المهمة كارباميد  $NH_2CONH_2$ ، والاسم الأكثر شيوعاً هو اليوريا، ويعرف أيضاً باسم ثنائي أميد حمض الكربونيك. واليوريا هي آخر نواتج عملية هضم البروتينات في الثدييات. وتوجد في الدم، والمرارة الصفراء، والحليب، وعرق الثدييات. عند تحطّم البروتينات تنتقل منها مجموعات الأمين  $NH_2$ ، ثم تتحول إلى أمونيا  $NH_3$ ، وهي مادة سامة للجسم، ويقوم الكبد بتحويلها إلى مادة اليوريا غير السامة. ويتم التخلص من اليوريا في الدم بواسطة الكلى وتخرج مع البول.

وبسبب احتواء اليوريا على نسبة عالية من النيتروجين وسهولة تحولها إلى أمونيا في التربة فإنها تستعمل في صناعة الأسمدة الزراعية. كما تستعمل اليوريا غذاءاً للماشية والأغنام؛ إذ تستعملها هذه الحيوانات لإنتاج البروتينات في أجسامها.

✓ **ماذا قرأت؟** حدّد أحد الأميدات الموجودة في جسم الإنسان.

الأميدات		الجدول 8-11
أمثلة على الأميدات		الصيغة العامة
		
الإيثان أميد (أسيتاميد)	(أسيتامينوفين)	مجموعة الأميد

90

## التنوع الثقافي

**الأسبرين في بداياته** على الرغم من أن الفضل في إنتاج النموذج الصناعي الحديث من الأسبرين يعود إلى الكيميائي الألماني فيليكس هوفمان، في أواخر 1800م، إلا أن العديد من الثقافات القديمة، وخاصة الأمريكيين الأصليين، اكتشفوا الصيغة الدوائية للأسبرين قبل فترة طويلة من اكتشاف هوفمان وقد ترجع بداياته إلى القرن الخامس قبل الميلاد على الأقل، عندما كان الطبيب اليوناني أبقراط يستعمل مسحوق المرير الذي يستخرج من لحاء نبات الصفصاف في تخفيف الأوجاع والالام وخفض درجة الحرارة. والمادة الموجودة في لحاء الصفصاف والتي يُعزى إليها الخواص الطبية هي salicin، وهو مركب عضوي مماثل للنموذج الحديث للأسبرين. **ف م**

### 3. التقويم

#### التحقق من الفهم

اطلب إلى الطلاب إعطاء أسماء وتراكيب خمسة مركبات، على أن يمثل كل فئة من الفئات الآتية مركباً من هذه المركبات: الألدريد، والكتيون، والحمض الكربوكسيلي، والإستر، والأميد. **ض م**

#### إعادة التدريس

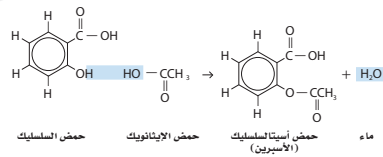
اطلب إلى الطلاب كتابة قائمة بفئات مركبات الكربونيل التي نوقشت في الفصل. واطلب إليهم وصف بعض الخصائص والاستعمالات لكل نوع من هذه المركبات. **ض م**

#### التوسع

اعرض على الطلاب صيغاً بنائية ضخمة ومعقدة، لجزئيات عضوية حيوية، مثل الكوليسترول أو ATP. واطلب إليهم وضع دائرة حول المجموعات الوظيفية الظاهرة في التراكيب جميعها وتسميتها. **ف م**

### التقويم

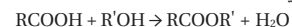
**الأداء** اطلب إلى الطلاب العمل في مجموعات صغيرة لبناء نماذج باستعمال نموذج الكرات والعصا لكل من هاليدات الألكيل، الكحولات، والألدهيدات، والكتيونات، والأحماض الكربوكسيلية، والإسترات، والأميدات. واستعمل هذه النماذج لإجراء امتحان عملي قصير، ويتعين على الطلاب جميعهم أن يسموا المركبات الممثلة لكل نموذج. **ض م** **تعلم تعاوني**



الشكل 8-12 تحضير الأسبرين يتحد جزيئان عضويان من خلال تفاعل التكثف لتكوين جزيء أكبر.

#### تفاعلات التكثف Condensation Reactions

تتضمن العديد من التحضيرات التي تتم في المختبرات والعمليات الصناعية تفاعل مادتين من المواد المتفاعلة العضوية لتكوين مركب عضوي ضخيم؛ مثل الأسبرين، كما هو موضح في الشكل 8-12. ويعرف هذا النوع من التفاعل بتفاعل التكثف. في تفاعل التكثف يتم ارتباط اثنين من جزيئات صغيرة لمركبات عضوية لتكوين جزيء آخر أكثر تعقيداً. ويرافق هذه العملية فقدان جزيء صغير مثل الماء. ويتيح هذا الجزيء عادة عن كلا الجزئيين المتحددين. وتعد تفاعلات التكثف تفاعلات حذف بحيث تتكون رابطة بين ذرتين لم تكونا مرتبطتين سابقاً. ومن أكثر تفاعلات التكثف شيوعاً تلك التي تتضمن الجمع بين الحمض الكربوكسيلي مع جزيئات لمركبات عضوية أخرى. والطريقة الشائعة لتحضير الإستر تتم بتفاعلات التكثف بين الأحماض الكربوكسيلية والكحول. ويمكن تمثيل هذا التفاعل بالمعادلة الكيميائية العامة الآتية.



#### المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

### التقويم 8-3

#### الخلاصة

- مركبات الكربونيل مركبات عضوية تحتوي على مجموعة C=O.
- هناك خمسة أنواع مهمة من المركبات العضوية تحتوي على مركبات الكربونيل، هي: الألدهيدات، والكتيونات، والأحماض الكربوكسيلية، والإسترات، والأميدات.

13. **المفكرة الرئيسية** صنف كل مركب من مركبات الكربونيل الآتية إلى أحد أنواع المواد العضوية التي درستها في هذا القسم.
- a.  $CH_3CH_2-O-C(=O)-CH_3$
- b.  $CH_3CH_2CH_2C(=O)-NH_2$
- c.
- d.  $CH_3CH_2CH_2CH=O$
14. صف نواتج تفاعل التكثف بين الحمض الكربوكسيلي والكحول.
15. حدد الصيغة العامة للألكانات  $C_nH_{2n+2}$ . اشتق الصيغة العامة التي تمثل الألدريد، والكتيون، والحمض الكربوكسيلي.
16. استنتج لماذا تكون المركبات العضوية التي تحتوي على مجموعات كربوكسيل ذات خواص حمضية عندما تذوب في الماء، بينما ليس لمركبات أخرى مشابهة لها في التركيب مثل الألدريد الخواص نفسها؟

### التقويم 8-3

13. a. إستر b. أميد c. كيتون d. الألدريد

14. النواتج هي إستر وماء.

15. الألدريد:  $C_nH_{2n}O$ ; الكيتون  $C_nH_{2n}O$ ; الحمض الكربوكسيلي:  $C_nH_{2n}O_2$ .

16. تتأين مجموعة الكربوكسيل بسهولة وتمنح أيون  $H^+$ . ومع ذلك، فإن ذرة الهيدروجين المرتبطة بمجموعة الكربونيل في الألدريد لا تتأين بسهولة.

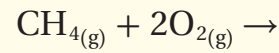
## شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (27) الواردة في مصادر التعلم للفصول (6-9)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: **دم**

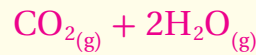
[www.obeikaneducation.com](http://www.obeikaneducation.com)

الفكرة الرئيسية

توقع النواتج اكتب التفاعل الجزئي الآتي على السبورة:



واطلب إلى الطلاب توقع نواتج هذا التفاعل، واكتب الإجابات الصحيحة على السبورة.



اسأل الطلاب: كيف توصلوا المعرفة نواتج التفاعل؟ لأن الهيدروكربونات جميعها تحترق لتنتج ثاني أكسيد الكربون والماء. أخبر الطلاب بأنه بالإمكان تصنيف التفاعلات الكيميائية للمركبات العضوية في مجموعات متشابهة من حيث التفاعلات، وهذا يسهل توقع نواتج التفاعلات. **ضم م**

ماذا قرأت؟ الإجابات المحتملة: التفاعل الذي يتم فيه حذف ذرتين أو أكثر من على ذرتي كربون متجاورتين، بحيث تكوّن ذرتي الكربون رابطة مزدوجة بينهما، وتكوّن الذرات التي تم انتزاعها جزيئاً مستقرّاً آخر.

## الأهداف

### تفاعلات أخرى للمركبات العضوية

#### Other Reactions of Organic Compounds

تصنيف تفاعلات المركبات العضوية يجعل توقع نواتج التفاعلات أسهل.

**الربط مع الحياة** عند تناولك طعام الغداء لا يخطر ببالك ما يحدث من أكسدة للمركبات العضوية. ومع ذلك فهذا ما يحدث داخل جسمك؛ حيث تعمل أجهزة الجسم على تفتيت الطعام الذي تناولته للحصول على الطاقة اللازمة لجسمك.

## تصنيف تفاعلات المواد العضوية

## Classifying Reactions of Organic Substances

اكتشف علماء الكيمياء العضوية آلاف التفاعلات التي يمكن بها تحويل المركبات العضوية إلى مركبات عضوية أخرى مختلفة. وباستعمال مجموعة من هذه التفاعلات، تعتمد الصناعات الكيميائية على تحويل المركبات الصغيرة من البترول والغاز الطبيعي إلى مركبات كبيرة. وتوجد المركبات العضوية المعقدة في العديد من المنتجات المفيدة، ومنها الأدوية والمواد المستهلكة، كما في الشكل 8-13. وبالإضافة إلى تفاعلات الاستبدال والتكثف هناك أنواع أخرى من التفاعلات العضوية، هي: الحذف والإضافة والأكسدة والاختزال.

**تفاعلات الحذف** هناك طريقة واحدة لتغيير الألكان إلى مادة أكثر نشاطاً في التفاعلات الكيميائية، ألا وهي تكوين رابطة تساهمية ثنائية بين ذرتين من الكربون لتكوين الألكين. وتسمى عملية تكوين الألكين من الألكان **تفاعلات الحذف**، وهي التفاعلات التي يتم فيها حذف ذرتين من الذرات المرتبطة مع ذرتي كربون متجاورتين؛ حيث يتم إضافة رابطة ثنائية بين ذرتي الكربون. وغالباً ما تكوّن الذرات المحذوفة جزيئات مستقرة، مثل  $\text{H}_2\text{O}$ ،  $\text{HCl}$ ، أو  $\text{H}_2$ .

ماذا قرأت؟ عرف تفاعلات الحذف مستعملاً كلماتك الخاصة.

تصنف تفاعلات المركبات العضوية إلى أحد الأنواع الخمسة الآتية: الاستبدال، أو الإضافة، أو الحذف، أو الأكسدة أو الاختزال، أو التكثف.

تستعمل الصيغ البنائية لكتابة معادلات تفاعلات المركبات العضوية.

توقع نواتج تفاعلات المركبات العضوية

## مراجعة المفردات

**المحفّز** مادة تزيد معدل سرعة التفاعل الكيميائي بخفض طاقات التنشيط دون أن تستهلك في التفاعل.

## المفردات الجديدة

تفاعلات الحذف

تفاعلات حذف الهيدروجين

تفاعلات حذف الماء

تفاعلات الإضافة

تفاعلات إضافة الماء

تفاعلات الهدرجة

الشكل 8-13 الكثير من المنتجات الاستهلاكية - ومنها الأواني البلاستيكية والألياف المستعملة في صناعة الحبال والملابس، والزيوت والشموع التي تستعمل في مستحضرات التجميل - مصنوعة من البترول والغاز الطبيعي.



92

## طرائق تدريس متنوعة

**فوق المستوى** اطلب إلى الطلاب البحث في الخطوات الفعلية المستعملة في تحضير مركب عضوي كبير، مثل علاج التاكسول المضاد للسرطان. واطلب إليهم في أثناء تقدمهم في الفصل، تسمية بعض الخطوات على أنها استبدال أو حذف أو إضافة أو تكاثف أو تفاعلات أكسدة واختزال. **ف م**

## 2. التدريس

### عرض سريع



**الروائح والنكهات** اختر واحدًا من أزواج (حمض كربوكسيلي - الكحول) الواردة أدناه، تحت عنوان الكحول، الحمض، النكهة.

امزج 1mL من كل مكون بقطرتين من حمض الكبريتيك المركز، في أنبوب اختبار، ثم ضعه في حمام مائي ساخن مدة عشر دقائق.

واطلب إلى الطلاب في أثناء انتظار حدوث التفاعل، استخدام ما تعلموه في الجزء السابق في توقع نوع التفاعل الذي سيحدث. **يتحد من خلال تفاعل التكاثف جزيئان لتكوين الإستر.** واسأل: كيف يمكن معرفة وقت انتهاء حدوث التفاعل بشكل تام؟

ستتغير رائحة التفاعل في أثناء حدوثه، وقد ينجم عن نقصان كثافة الإستر المتكون، طبقة مرئية فوق الجزء العلوي من الخليط الأصلي. ثم اطلب إلى الطلاب دراسة النواتج بعناية، وتحريك بخار المادة الناتجة باتجاه أنوفهم لتحديد الرائحة.

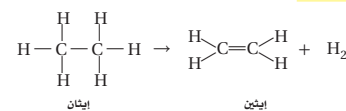
الكحول	الحمض	النكهة
كحول n - أميل	البيوتانويك	المشمس
كحول n - أميل	السلسليك	أناناس
كحول n - أميل	الإيثانويك	موز
أوكتانول	الإيثانويك	نكهة الفاكهة
ميثانول	السلسليك	نبات المديدة (المسلقة)
ميثانول	2- نفتول	عطر
إيثانول	البيوتانويك	تفاح
إيثانول	الإيثانويك	نكهة الفاكهة



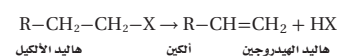
**الشكل 8-14** يصنع البولي إيثيلين المنخفض الكثافة من غاز الإيثين تحت ضغط مرتفع عند وجود مواد محضرة. ويستخدم هذا النوع من البلاستيك في تجهيزات ملاعب الأطفال؛ لسهولة تشكيله في أشكال متنوعة، كما يسهل إعطاؤه ألوانًا متعددة، إضافة إلى قدرته على تحمل الاستعمال المتكرر.

يحضر الإيثين، وهو المادة الأولية المستعملة في صناعة أدوات وأرضيات الملاعب، كما هو مبين في الشكل 14-8، وتسمى التفاعلات التي يصاحبها حذف ذرتي هيدروجين من الإيثان **تفاعلات حذف الهيدروجين**. لاحظ أن ذرتي الهيدروجين قد كَوْنتا غاز الهيدروجين.

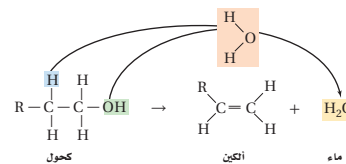
**المعطيات**  
ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.



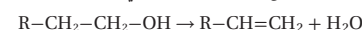
ويمكن أن يدخل هاليد الألكيل في تفاعل حذف لإنتاج الألكين وهاليد الهيدروجين، كما هو مبين لاحقًا.



ويمكن أن تدخل الكحولات أيضًا في تفاعلات حذف يتم فيها فقد ذرة هيدروجين ومجموعة هيدروكسيل وتكوين الماء، كما هو مبين أدناه. وتسمى تفاعلات الحذف التي يصاحبها تكوين الماء **تفاعلات حذف الماء**. وفي هذا التفاعل يتحول الكحول إلى ألكين وماء.



ويمكن كتابة معادلة هذا التفاعل عمومًا على النحو الآتي:





معرفة اطلب إلى الطلاب التمييز بين مصطلحي الإضافة والحذف. **ضم**

ماذا قرأت؟ تفاعل حذف الهيدروجين.

## تطبيقات في الكيمياء

حاويات التخزين البلاستيكية عمل سيلاس إيرل تاير عام 1930م لدى شركة دوبونت الكيميائية التي كانت تقوم بتطوير البلاستيك. ونظرًا إلى حماسه الشديد لصنع مواد جديدة، فقد طلب تاير من المشرف على المصنع تزويده بمواد بلاستيكية إضافية لاستعمالها في إجراء التجارب. فأعطي تاير قطعة سوداء، غير مرنة من النفايات الناتجة من عملية تكرير النفط التي تستعمل في الحصول على المواد الأولية لصناعة البلاستيك. وقد قام تاير بتفتيتها وقولبتها وذلك لصنع قوالب خفيفة الوزن، وآنية غير قابلة للكسر، مثل الصحون، والصواني. وأضاف في وقت لاحق أغطية محكمة الإغلاق على غرار أغطية الطلاء، ولكن في الاتجاه المعاكس. وقد أسس تاير شركته الخاصة في عام 1938م. وعلى الرغم من أن أوعية التخزين البلاستيكية التي يصنعها معروفة لدى جميع الناس هذه الأيام، إلا أن الزبائن كانوا في حاجة إلى بعض الوقت ليعتادوا على استعمال الأغطية. وفي الواقع، لم تلاق أوعية التخزين البلاستيكية التي قام بتصنيعها نجاحًا كبيرًا حتى أواخر 1940م.

**تفاعلات الإضافة** نوع آخر من تفاعلات المركبات العضوية، وهي تعد تفاعلات عكسية لتفاعلات الحذف. وتحدث **تفاعلات الإضافة** عندما ترتبط ذرات أخرى مع ذرات الكربون المكونة للرابطة التساهمية الثنائية أو الثلاثية. وتتضمن تفاعلات الإضافة تكسير الرابطة الثنائية في الألكينات أو الرابطة الثلاثية في الألكاينات. وتحدث هذه التفاعلات عند وجود تركيز عالٍ من الإلكترونات في الرابطة الثنائية أو الثلاثية. لذلك تميل الجزيئات والأيونات إلى جذب الإلكترونات لتكوين روابط تستعمل فيها إلكترونات الروابط الثنائية أو الثلاثية. وأكثر تفاعلات الإضافة شيوعًا هي التي تضيف كلاً مما يلي:  $H_2$ ، و  $HX$ ، و  $H_2O$  إلى الألكينات، كما في الجدول 8-12.

وتعد **تفاعلات إضافة الماء**، المبينة في الجدول 8-12، تفاعلات إضافة؛ حيث يتم فيها إضافة ذرة الهيدروجين ومجموعة الهيدروكسيل من جزيء الماء إلى الرابطة الثنائية أو الثلاثية. وتبين المعادلة العامة المبينة في الجدول 8-12 أن تفاعلات إضافة الماء عكس تفاعلات حذف الماء.

وتسمى تفاعلات إضافة الهيدروجين إلى ذرات الكربون التي تكوّن الرابطة الثنائية أو الثلاثية **تفاعلات الهدرجة**؛ حيث يتفاعل جزيء واحد من  $H_2$  مع الرابطة الثنائية بشكل تام، وعندما يضاف  $H_2$  إلى الرابطة الثنائية في الألكينات يتحول الألكين إلى الألكان.

ماذا قرأت؟ حدد التفاعل العكسي لتفاعل الهدرجة.

تفاعلات الإضافة		الجدول 8-12
المادة الناتجة	المادة المتفاعلة المضافة	الألكين المتفاعل
الكحول $\begin{array}{c} H & OH \\   &   \\ R-C & -C-H \\   &   \\ H & H \end{array}$	الماء $\begin{array}{c} H \\   \\ H-O \end{array}$	$\begin{array}{c} R & & H \\ & \backslash & / \\ & C=C \\ & / & \backslash \\ H & & H \end{array}$
ألكان $\begin{array}{c} H & H \\   &   \\ R-C & -C-H \\   &   \\ H & H \end{array}$	الهيدروجين $H-H$	
هاليد الألكيل $\begin{array}{c} H & X \\   &   \\ R-C & -C-H \\   &   \\ H & H \end{array}$	هاليد الهيدروجين $H-X$	
ثنائي هاليد الألكيل $\begin{array}{c} X & X \\   &   \\ R-C & -C-H \\   &   \\ H & H \end{array}$	الهالوجين $X-X$	

94

### دفتر الكيمياء

**تفاعلات ديلز-ألدر** تعد تفاعلات تكاثف ديلز-ألدر مثيرة لاهتمام تعلم الطلاب؛ لأنها تكون نواتج حلقيه. لذا شجعهم على البحث عن هذه المجموعة من التفاعلات، وتضمين ملخص نتائج هذه الدراسة في دفاترهم. **ضم**



## مختبر تحليل البيانات

### حول التجربة

- المصدر الأساسي للأحماض الدهنية المهدرجة غير المشبعة جزئياً في النظام الغذائي هي الزيوت النباتية والدهون والسمن النباتي المستعملة في الطبخ.
- هناك اثنان من المتغيرات في هذا التقصي، هما: كمية الترانس أيزومر، وكمية حمض الأوليك الناتجة.
- تشمل المتغيرات الثمانية: درجة حرارة التفاعل، وضغط  $H_2$ ، وتركيز المحفز، وطبيعة المتفاعلات، والقيمة المتوقعة لليود، ومحتوى الأحماض الدهنية الأولية غير المشبعة بما في ذلك حمض الأوليك، واللينوليك.

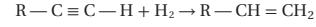
### التفكير الناقد

النسبة المئوية		
رقم المحاولة	الأحماض الدهنية trans	حمض الأوليك cis
1	118%	101%
2	96.2%	100%
3	114%	97.2%
4	119%	104%
5	117%	97.7%

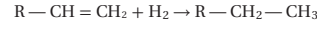
1. توجد أعلى نسبة من حمض الأوليك في المحاولة رقم 4، وتوجد أقل نسبة من الأحماض الدهنية في المحاولة 2.
2. تعد المحاكاة الحاسوبية والمنشآت الاصطناعية الصغيرة مفيدة؛ لأن تكلفتها أقل من تكلفة تشغيل خطوط الإنتاج الفعلية، كما يمكن ضبط العمليات الكيميائية والتحكم فيها مع الحد الأدنى من النفقات.

95

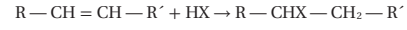
تستعمل المحفزات عادة في عملية هدرجة الألكينات؛ لأن طاقة تنشيط التفاعل عالية جداً في حال عدم وجود المحفزات. وتوفر المحفزات -مثل مسحق البلاتينوم أو البالاديوم- سطحاً يعمل على ادمصاص جزيئات المواد المتفاعلة، ويهيئ الفرصة للإلكترونات للارتباط مع ذرات أخرى. وتفاعلات الهدرجة شائعة الاستعمال في تحويل السوائل الدهنية غير المشبعة الموجودة في الزيوت النباتية -مثل فول الصويا والذرة والفول السوداني- إلى دهون مشبعة وصلبة عند درجة حرارة الغرفة؛ حيث تستعمل الدهون المهدرجة بعد ذلك في تصنيع السمن. وتدخل الألكينات أيضاً في تفاعلات الهدرجة لإنتاج الألكينات أو الألكانات. ويجب إضافة جزيء واحد من  $H_2$  إلى كل رابطة ثلاثية لتحويل الألكين إلى ألكين، كما يأتي:



ويتحول الألكين إلى ألكين بعد إضافة الجزيء الأول من  $H_2$ ، وعند إضافة الجزيء الثاني من  $H_2$  يستمر تفاعل الهدرجة ويتحول الألكين إلى ألكان.



وتعد إضافة هاليد الهيدروجين إلى الألكين تفاعلات إضافة مهمة، ومفيدة في التفاعلات الصناعية لإنتاج هاليد الألكيل. والمعادلة العامة لهذه التفاعلات هي كما يأتي:



## مختبر تحليل البيانات

\* مبنية على بيانات رقمية واقعية

### تفسير البيانات

ما الظروف المناسبة لهدرجة زيت الكانولا؟

1. احسب النسبة المئوية للناتج في كل محاولة في الجدول.
2. قوّم أي المحاولات تعطي أعلى نسبة مئوية من متشكلات سيس - حمض الأوليك وأقل نسبة من متشكلات ترانس - للأحماض الدهنية؟
3. فسر لماذا يتم استعمال هذه التقنية؟ وهل هي مفيدة في عمليات التصنيع؟

بيانات حول زيت الكانولا				
رقم المحاولة	المحاكاة الحاسوبية		التجريبية	
	ترانس	سيس	ترانس	سيس
1	4.90	69.10	5.80	70.00
2	4.79	63.75	4.61	64.00
3	4.04	68.96	4.61	67.00
4	5.99	62.80	7.10	65.00
5	4.60	68.10	5.38	66.50

### البيانات والملاحظات

يبين الجدول عن اليسار بعض بيانات التجربة.

## مشروع الكيمياء

**الدهون المهدرجة** اطلب إلى الطلاب زيارة أحد المتاجر الكبيرة، وتسجيل أسماء 10 منتجات تحتوي على مواد مهدرجة أو دهون أو زيوت مهدرجة بشكل جزئي على الأقل. واطلب إليهم البحث عن الصيغة الجزيئية والبنائية لواحد أو أكثر من هذه الدهون أو الزيوت، وعرض النتائج على طلاب

الصف. **ض م**

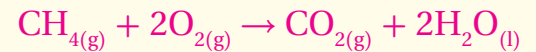


الأداء اطلب إلى الطلاب رسم الصيغة العامة لكل من الأحماض الكربوكسيلية، والأميدات، والإسترات، والأمينات.

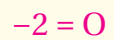
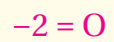
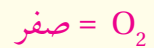
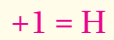
ضم

## التعزيز

الأكسدة والاختزال اطلب إلى الطلاب كتابة معادلة احتراق غاز الميثان لإنتاج ثاني أكسيد الكربون والماء.



عزز فهم الطلاب لمفهوم الأكسدة والاختزال بالطلب إليهم تحديد حالة التأكسد لكل عنصر في المواد المتفاعلة والناجمة.



ثم اطلب إليهم تحديد العناصر التي تأكسدت والعناصر التي اختزلت. (الكربون تأكسد، والأكسجين اختزل). وعلى الرغم من وجود التأكسد والاختزال في التفاعل نفسه، إلا أن هذه التفاعلات تُسمى تفاعلات أكسدة؛ لأن العنصر الموجود في الميثان، المركب العضوي، هو الذي تأكسد.

ماذا قرأت؟ حمض الميثانويك، وثاني أكسيد الكربون.

**تفاعلات الأكسدة والاختزال** يمكن تحويل كثير من المركبات العضوية إلى مركبات أخرى عن طريق تفاعلات الأكسدة والاختزال. فعلى سبيل المثال، افترض أنك تريد تحويل الميثان الموجود في الغاز الطبيعي إلى ميثانول، وهو مذيب صناعي عام ومادة أولية لصنع الفورمالدهيد وإسترات الميثيل. ويتم تحويل الميثان إلى ميثانول، كما في المعادلة المبينة في الجدول 8-13، بحيث تمثل [O] الأكسجين من مصدر مثل أكسيد النحاس II، أو ثاني كرومات البوتاسيوم، أو حمض الكبريتيك.

ماذا يحدث للميثان عندما يتفاعل؟ من المعروف أن الأكسدة هي عملية فقدان الإلكترونات، وتتأكسد المادة عندما تكسب الأكسجين أو تفقد الهيدروجين. أما الاختزال فهو عملية اكتساب الإلكترونات، وتختزل المادة عندما تفقد الأكسجين أو تكسب الهيدروجين. لذلك، حدثت أكسدة للميثان لأنه اكتسب الأكسجين وتحول إلى ميثانول. وبالتأكيد يتضمن كل تفاعل أكسدة واختزال عمليتي الأكسدة والاختزال. ويمكن وصف تفاعلات الأكسدة والاختزال في المواد العضوية اعتبارًا على التغير الذي يحدث للمركبات العضوية بعد التفاعل.

إن أكسدة الميثانول المبيّن في الجدول 8-13 يعد الخطوة الأولى من مجموعة خطوات لتحضير الألدريد، كما في الجدول 8-13. وللتوضيح تم حذف العوامل المؤكسدة. ويعد تحضير الألدريد بهذه الطريقة من المهام الصعبة؛ لأن الأكسدة قد تستمر فيتحوّل الألدريد إلى حمض كربوكسيلي.

ماذا قرأت؟ حدد استعمال الجدول 8-13 لتحديد ناتجين محتملين عند استمرار أكسدة الألدريد.

تفاعلات الأكسدة والاختزال		الجدول 8-13
تحويل الألكانات إلى كحولات		
$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array} + [\text{O}] \rightarrow \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$		الميثانول
الحصول على الألدريدات والأحماض الكربوكسيلية من الكحولات		
$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H} \end{array} \xrightarrow{\text{أكسدة}} \begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \end{array} \xrightarrow{\text{أكسدة}} \begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \end{array} \xrightarrow{\text{أكسدة}} \text{O}=\text{C}=\text{O}$		الميثانول (التحول الميثاني) الميثانال (الفورمالدهيد) حمض الميثانويك (الفورميك) ثاني أكسيد الكربون
الحصول على الكيتونات من الكحولات		
$\begin{array}{c} \text{OH} \\   \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{H} \end{array} + [\text{O}] \xrightarrow{\text{أكسدة}} \begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \end{array} ; \begin{array}{c} \text{OH} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\   \\ \text{H} \end{array} + [\text{O}] \xrightarrow{\text{أكسدة}} \begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$		2- بروبانول 2- بروبانون 1- بروبانون البروبانال

96

## التنوع الثقافي

**جورج واشنطن كارفر** George Washington Carver ولد في عصر العبودية، ثم أُطلق سراحه في مرحلة الطفولة، وقد أصبح معروفًا بسيرته الإبداعية في مجال تحسين التقنيات الزراعية. كما قدم مساهمات عديدة في مجال التكنولوجيا، والكثير منها في مجال كيمياء المركبات العضوية الطبيعية. قام كارفر في مختبره في ولاية ألاباما وفي معهد توسكيجي، بتطوير أكثر من 300 استعمال للبقول السوداني، وأكثر من 100 منتج من البطاطا الحلوة. وتضمنت ابتكارات كارفر الأخرى الرخام الصناعي من الخشب المطحون، والبلاستيك من نشارة الخشب، وأوراق الكتابة من وستيريا فينز (wisteria vines). وقد قام كارفر بتسجيل جزء بسيط من هذه الاختراعات الكثيرة.

لخص فلسفته في الحياة بقوله: "كان بوسعك أن يضيف الثروة إلى الشهرة، ولكنه وجد السعادة والشرف في أن يقدم كل ما هو مفيد للعالم".

ماذا قرأت؟ ارجع إلى دليل حلول المسائل.

## التقويم

المعرفة اطلب إلى الطلاب توقع أسماء النواتج المتكونة من تفاعل الهيدروجين و 2، 3 - ثنائي ميثيل - 1 - بيوتين.

2، 3 - ثنائي ميثيل بيوتان. **ضم م**

### الخلفية النظرية للمحتوى

السكريات أحد الألدهيدات المهمة التي قد يتعرفها الطلاب هي السلسلة المفتوحة للجلوكوز. وأما الفركتوز فهو من عائلة الكيتونات ذات السلسلة المفتوحة المألوفة. لذا ارسم الصيغة البنائية على السبورة، وضع دائرة حول مجموعة الكربونيل. فيختزل الجلوكوز من خلال تفاعل الأوكسدة والاختزال في أثناء عملية التنفس عندما يتحد بالأكسجين لتكوين ثاني أكسيد الكربون والماء والطاقة. اكتب معادلة التفاعل الكيميائية الموزونة على السبورة.

### الرياضيات في الكيمياء

الطاقة تنتج السكريات والكربوهيدرات، نحو 17 KJ/g من الطاقة عند استهلاكها. فإذا احتوت قارورة الصودا على 40.0 g من السكريات تقريباً، فكم سينتج من الطاقة عند تأكسد السكريات فيها؟ **680 KJ**.

#### واقع الكيمياء في الحياة الهيدروكربونات العطرية المتعددة الحلقات

Polycyclic Aromatic  
Hydrocarbons (PAHs)

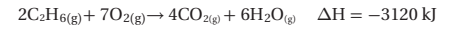


الجزيئات البيولوجية يرمز إلى الهيدروكربونات العطرية المتعددة الحلقات ب-PAHs. وقد تم العثور عليها في النيازك، والمادة المحيطة بالنجوم الميتة. ونتيجة لمحاكاة العلماء للظروف في الفضاء تبين أن حوالي 10% من PAHs يتم تحويلها إلى كحول، وكيتونات، وإسترات. ويمكن استعمال هذه الجزيئات لتكوين المركبات التي تعد ذات أهمية للأنظمة البيولوجية.

ومع ذلك، لا تتأكسد جميع الكحولات إلى الألدهيدات، ومن ثم إلى أحماض كربوكسيلية. ولنهم السبب، قارن بين أكسدة 1-بروبانول و 2-بروبانول في الجدول 8-13. لاحظ أن أكسدة 2-بروبانول تنتج كيتون، وليس الألدهيد. والكيتون لا يتأكسد بسهولة إلى حمض كربوكسيلي، بينما يتأكسد 1-بروبانول بسهولة لتكوين حمض البروبانويك، في حين يتكون 2-بروبانول من أكسدة 2-بروبانول وهو لا يتفاعل لإنتاج حمض كربوكسيلي.

ماذا قرأت؟ اكتب معادلة تكوين حمض البروبانويك مستعملاً صيغاً جزيئية تشبه تلك الموجودة في الجدول 8-13.

ما أهمية تفاعلات الأوكسدة والاختزال؟ لقد عرفت أن تفاعلات الأوكسدة والاختزال لديها القدرة على أن تغير مجموعة وظيفية إلى أخرى. وتساعد هذه الخاصية الكيميائية على استعمال تفاعلات الأوكسدة والاختزال، إضافة إلى تفاعلات الاستبدال والإضافة لتحضير مجموعة هائلة ومتنوعة من المنتجات النافعة. وتعتمد أنظمة المخلوقات الحية جميعها على الطاقة الناتجة عن تفاعلات الأوكسدة. وتعد تفاعلات الاحتراق من أكثر تفاعلات الأوكسدة والاختزال جذباً للانتباه؛ إذ تحترق المركبات العضوية التي تحتوي على الكربون والهيدروجين في وجود كمية كافية من الأكسجين لإنتاج ثاني أكسيد الكربون والماء. وتوضح المعادلة الآتية احتراق الإيثان الطارد للحرارة.



وتعتمد معظم بلدان العالم على احتراق المواد الهيدروكربونية بوصفها المصدر الرئيس للطاقة، كما في الشكل 8-15.

#### توقع نواتج التفاعلات العضوية Predicting Products of Organic Reactions

يمكن استعمال المعادلات العامة التي تمثل تفاعلات المواد العضوية - الاستبدال، والحذف، والإضافة، والأوكسدة والاختزال، والتكثف لتوقع نواتج التفاعلات العضوية. فعمل سبيل المثال، لو طلب إليك توقع نواتج تفاعل الحذف لتفاعل 1-بيوتانول فأنت تعلم أن تفاعل الحذف الشائع يتضمن حذف الماء من الكحول.

الشكل 8-15 يعتمد الناس في جميع أنحاء العالم على أكسدة الهيدروكربونات للوصول إلى العمل ونقل المنتجات.



#### طرائق تدريس متنوعة

فوق المستوى اطلب إلى الطلاب كتابة معادلات تأكسد 1-بيوتانول و 2-بيوتانول الكيميائية. واطلب إليهم استعمال نموذج الجدول 8-13، على أن يمثل الأكسجين العامل المؤكسد. **ف م**



## 1. التركيز

## شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (28) الواردة في مصادر التعلم للفصول (6-9)، ويمكنك عرضها

ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: **دم**

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

## الفكرة الرئيسية

**سلاسل البولييمر** أسأل الطلاب: هل استعملوا حلقات السلاسل لإجراء العد التنازلي في أيام المناسبات الخاصة بهم؟ **ستفاوت الإجابات.** ابدأ بإنشاء سلسلة باستخدام شرائط من الورق بطول 24 cm تقريباً ودباسة. (حجم الشرائط الورقية غير مهم). وعندما تبدأ بإعداد السلسلة، أخبر الطلاب بأن جزيئات صغيرة تدعى مونومرات ترتبط معاً لتكون سلاسل طويلة تسمى البولييمرات. وأخبرهم أيضاً بأن هذه المونومرات ترتبط معاً من خلال تفاعلات الإضافة أو التكاثف. **ض م**

## 2. التدريس

## عرض سريع

**تحضير البولييمرات** اعرض، في غرفة جيدة التهوية، عملية تحضير البولييمر باستعمال منتج أو أكثر من المنتجات المتاحة الآتية: رغوة البولي يوريثان، مثل علب الرغوة العازلة؛ اثنين من مكونات الرغوة المستخدمة في مواد بناء مجموعة التدريب؛ وبولييمر سلسلة الهباء الجوي، ونظام ثنائي لصنع البولييمرات المستعملة في الزهور. ثم اطلب إلى الطلاب مراقبة المظاهر النهائية المختلفة للمونومر والبولييمر بعناية.

غالبًا ما تكون المونومرات سائلة أو غازية، في حين تكون البولييمرات أكثر صلابة من المونومرات المستعملة في تحضيرها. **ض م**

## الأهداف

- ترسم العلاقة بين البولييمر والمونومرات المكوّنة له.
- تصف تفاعلات البلمرة إلى إضافة أو تكثف.
- توقع خواص البولييمر اعتمادًا على التراكيب الجزيئية ووجود المجموعات الوظيفية.

## مراجعة المفردات

**الكثافة المولية**، كتلة مول واحد من المادة.

## المفردات الجديدة

البولييمرات  
المونومرات  
تفاعلات البلمرة  
البلمرة بالإضافة  
البلمرة بالتكثف

## البولييمرات Polymers

**الفكرة الرئيسية** البولييمرات الصناعية مركبات عضوية كبيرة تتكون من تكرار وحدات مرتبطة معاً عن طريق تفاعلات الإضافة أو التكثف.

**الربط مع الحياة** فكّر كيف تكون حياتك مختلفة دون أكياس الفطائر البلاستيكية، وأكواب البلاستيك، وأقمشة النايلون والبليستر، والفينيل المستعمل في المباني، ومجموعة أخرى متنوعة من المواد الصناعية؟! تشترك جميع هذه المواد في شيء واحد على الأقل، هو أنها جميعاً مصنوعة من بولييمرات.

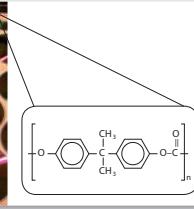
## عصر البولييمرات The Age of Polymers

تحتوي الأفراس المضغوطة، كما هو موضح في الشكل 8-16 على بولي كربونات، وهي مصنوعة من سلسلة جزيئات طويلة جداً مع مجموعات من الذرات ذات نمط تكراري منتظم. وهذا الجزئي مثال على البولييمرات الصناعية.

**البولييمرات** جزيئات كبيرة تتكوّن من العديد من الوحدات البنائية المتكررة. في الشكل 8-16 يستعمل الرمز n بجانب الوحدة البنائية للبولي كربونات ليشير إلى عدد الوحدات البنائية في سلسلة البولييمر. ولأن قيم n تختلف اختلافاً كبيراً من بولييمر إلى آخر، نجد أن الكثافة المولية للبولييمرات قد تكون أقل من 10,000 amu وقد تصل القيم إلى أكثر من 1,000,000 amu. فعمل سبيل المثال تحتوي سلسلة من الطلاء غير اللاصق على نحو 400 وحدة بنائية كتلتها المولية تساوي 40,000 amu.

وقديماً كان استعمال الناس يقتصر على المواد الطبيعية قبل تطوير البولييمرات الصناعية، مثل الحجر والخشب والمعادن والصوف والقطن. وبحلول مطلع القرن العشرين أصبحت بعض البولييمرات الطبيعية المعالجة كيميائياً -مثل المطاط والبلاستيك والسيلايلويد- متاحة للاستعمال، إلى جانب المواد الطبيعية. ويجزى السيلايلويد بمعالجة سيليلوز القطن أو الألياف الخشبية مع حمض النيتريك.

وكان أول بولييمر صناعي تم تحضيره عام 1909م قد تميز بالصلادة والممان. وهو نوع من البلاستيك يسمى الباكالايت. وبسبب مقاومته للحرارة، لا يزال يستعمل إلى اليوم في أجهزة الوقود الكبيرة. ومنذ عام 1909م، طورت مئات البولييمرات الصناعية الأخرى. وبسبب الاستعمال الواسع للبولييمرات، ربط الناس هذا العصر بالبولييمرات.



الشكل 8-16 الأفراس المدمجة مصنوعة من البولي كربونات، وتحتوي على سلاسل طويلة من الوحدات البنائية.

## دفتر الكيمياء

**المصادفة** عُرف الكثير من الاكتشافات المهمة في علم البولييمرات مصادفة؛ لذا اطلب إلى الطلاب البحث عن كيفية اكتشاف مادة الطلاء غير اللاصقة أو النايلون، ومعرفة الخطوات الأساسية التي أدت إلى هذه النتائج غير المتوقعة. ثم اطلب إليهم أن يكتبوا مقالات في دفاتر الكيمياء يلخصون فيها النتائج التي توصلوا إليها. **ض م**

## الخلفية النظرية للمحتوى

النقود المصنوعة من البولييمرات تصنع النقود في أستراليا من البولييمرات غير المسامية. وتطلى بطبقة واقية لمنع امتصاص الرطوبة والحفاظ عليها نظيفة.

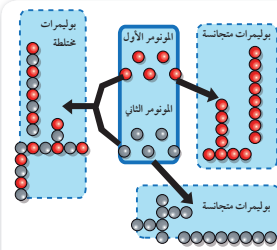
وتعمر أوراق النقود الجديدة في المتوسط أكثر من الأوراق النقدية المتداولة بأربع أو خمس مرات. وبعد تداول الأوراق النقدية المصنوعة من البولييمرات مدة 40 شهرًا، يتم تدويرها لإنتاج منتجات بلاستيكية أخرى. وتستعمل تقنيات الطباعة التقليدية في طباعة الحبر، ونظرًا لطبيعتها الشفافة يصبح من الصعب استخدام الماسح الضوئي أو الناسخة في إنتاج النقود الورقية المزيفة. **ضم م**

### التفاعلات المستعملة لصناعة البولييمرات Reactions Used to Make Polymers

يعد تصنيع البولييمرات عملية سهلة نسبيًا، إذ يمكن تصنيع البولييمرات في خطوة واحدة، تكون فيها المادة المتفاعلة الرئيسية جزيئات عضوية صغيرة بسيطة تسمى مونومرات. والمونومرات هي الجزيئات التي يصنع منها البولييمر. فعند صناعة البولييمر ترتبط المونومرات معًا الواحد تلو الآخر في سلسلة من الخطوات السريعة. وغالبًا ما تستعمل المحفزات ليتم التفاعل بسرعة معقولة. وفي بعض البولييمرات -مثل ألياف البوليستر والنايلون- يرتبط اثنان أو أكثر من المونومرات معًا بتسلسل متناوب. وتسمى التفاعلات التي ترتبط فيها المونومرات معًا **تفاعلات البلمرة**. وتسمى مجموعة الذرات المتكررة الناتجة عن ارتباط المونومرات وحدة بناء البولييمر، ويبين الشكل 17-8 العلاقة بين البولييمرات والمونومرات المكونة له.

وتتكون وحدة بناء البولييمر من اثنين من المونومرات المختلفة التي لها المكونات نفسها. ويبين الشكل 18-8 ألعاب الأطفال غير القابلة للكسر التي تصنع من البولي إيثيلين المنخفض الكثافة (LDPE)، والذي يحضر ببلمرة الإيثين تحت ضغط عال. كما يعد الإيثين أيضًا مادة أولية لتحضير وإنتاج البولي إيثيلين رباعي فثالات (PETE)، وهو المادة المستعملة في صناعة العبوات البلاستيكية. ويمكن تصنيعه في صورة ألياف تسمى ألياف البوليستر.

ويبين الشكل 19-8 الخط الزمني لأحداث بارزة أدت إلى عصر البولييمرات وتسلط الضوء على تطور صناعة البولييمرات. وعلى الرغم من أن أول بولييمر تمّت صناعته في العام 1909 م، إلا أن صناعة البولييمرات لم تزدهر إلا بعد الحرب العالمية الثانية.



الشكل 17-8 العلاقة بين البولييمر والمونومرات المكونة له.



الشكل 18-8 البولي إيثيلين مادة غير سامة وغير قابلة للكسر، لذا يدخل هذا البولييمر في صناعة ألعاب الأطفال.

الشكل 19-8 عصر البولييمرات يعمل العلماء

لفهم بنية وخواص المركبات العضوية لتطوير المنتجات التي تؤثر في حياة الناس في كل مكان. وقد ساعدت إسهاماتهم في الدخول إلى عصر البولييمرات.

1909 م أول بلاستيك صنع من البولييمرات الصناعية هو الباكالايت وقد تم تطوير صناعته.

1865 م تم تحديد تركيب البنزين الذي أصبح الأساس في إنتاج المركبات الأروماتية.

1890

1899 م انتشر الأسبرين على نطاق واسع من قبل الأطباء بوصفه مادة مسكنة للألم، وأصبح أكثر الأدوية بيئًا على مستوى العالم.

1860

1879 م تم اكتشاف السكرين بطريقة الصدفة في أثناء عمل الكيميائيين في تقطير الفحم.

1830

1840 م بدأ الأطباء استعمال الإيثر بوصفه مادة مخدرة في العمليات الجراحية.



100

### مشروع الكيمياء

النقود المصنوعة من البولييمرات لما كانت الأوراق النقدية المتداولة لها عمر محدد، ويمكن إتلافها بسهولة، وتزويرها. فقد قامت أستراليا و 23 دولة باستعمال الأوراق النقدية المصنوعة من البولييمرات. اطلب إلى الطلاب التفكير في استعمال آخر ضمن حضارتنا يمكن إعادة "اختراعه" باستعمال البولييمرات. وما خواص البولييمرات المميزة التي من شأنها أن تزيد من قيمة هذا الاختراع؟، ثم اطلب إليهم عمل ملصق وعرضه على طلاب الصف. **ضم م**

## التقويم

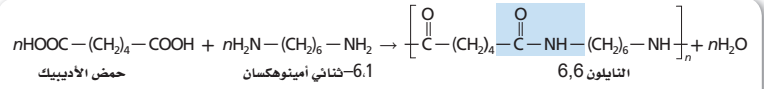
**الأداء** اطلب إلى الطلاب تصميم جهاز لاختبار القوة النسبية للدائن المختلفة. واطلب إليهم القيام باختبارات مماثلة على عينات أخرى. **ض م**

## التوسع

**التغليف** اطلب إلى الطلاب البحث عن معلومات حول عملية صناعة بلاستيك التغليف، على أن تشمل على ملخص للتأثير التي توصلوا إليها، وعمل ملصق يظهر مخطط العمليات. **ض م**

## التقويم

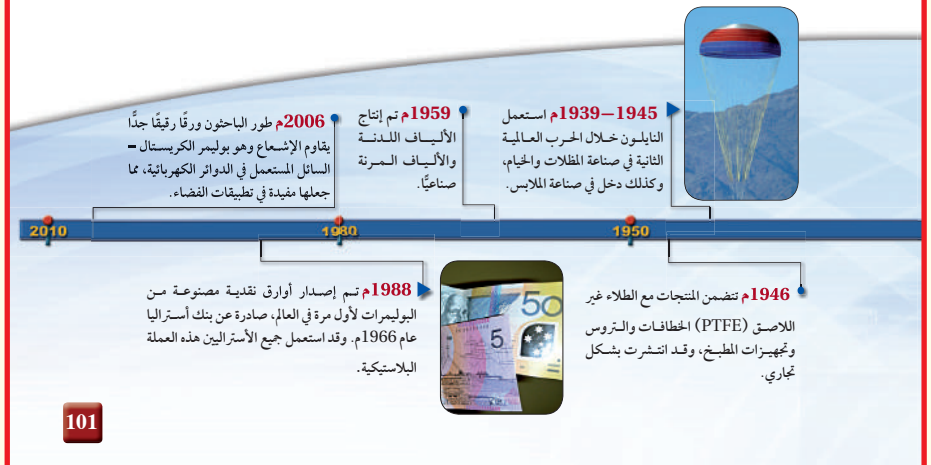
**الأداء** اطلب إلى الطلاب تمثيل تفاعلات الإضافة في البوليمرات بواسطة أزواج من الطلاب لتمثيل المونومرات، على أن يمثل التشابك بواسطة الأيدي ذرات الكربون التي ترتبط برابطة ثنائية، ويمكن تحريك الأيدي لتمثل كسر الرابطة. **ض م**



الشكل 8-20 النايلون بوليمر يتكون من خيوط رقيقة تشبه الحرير.

**البلمرة بالإضافة في البلمرة بالإضافة** تبقى جميع الذرات الموجودة في المونومر في تركيب البوليمر. وعندما يكون المونومر هو الإيثين، ينتج البولي إيثيلين عن تفاعل بلمرة بالإضافة؛ إذ تنكسر الروابط غير المشبعة في تفاعل البلمرة بالإضافة تمامًا كما في تفاعلات الإضافة. والاختلاف الوحيد بينها هو أن الجزيء الثاني المضاف هو جزيء المادة نفسها، وهي الإيثين. كما يمكنك ملاحظة تشابه بوليمرات الإضافة المبينة في الجدول 8-14 مع تركيب البولي إيثيلين؛ حيث ترتبط ذرات أو مجموعات من الذرات بالسلسلة لتحل محل ذرات الهيدروجين. وتنتج هذه البوليمرات جميعها من عملية البلمرة بالإضافة.

**البلمرة بالتكثف** تحدث البلمرة بالتكثف عندما تحتوي المونومرات على اثنتين من المجموعات الوظيفية على الأقل تتحد معًا، ويصاحب ذلك خسارة جزيء صغير غالبًا ما يكون الماء. وقد حضر النايلون أول مرة في عام 1931م، ثم أصبح مادة شعبية؛ لأنه يمتاز بالقوة، ويمكن سحبه على شكل خيوط تشبه الحرير. ونايلون 6,6 هو اسم أحد أنواع النايلون المصنوع. ويتكون أحد المونومرات من سلسلة في نهايتها ذرة كربون يرتبط معها مجموعات كربوكسيل، كما هو مبين في الشكل 8-20. أما المونومر الآخر فهو سلسلة تحتوي على مجموعات الأمين في كلتا النهايتين. وتخضع هذه المونومرات لبلمرة التكثف؛ حيث تكوّن مجموعات أميد ترتبط مع وحدات فرعية من البوليمر، كما يشير المربع المظلل في الشكل 8-20. لاحظ أنه يتم تكوين جزيء واحد من الماء مقابل كل أميد جديد يتكوّن.




## مشروع الكيمياء

**الترابط بين السلاسل** اطلب إلى الطلاب البحث في كيفية تأثير الترابط بين السلاسل في صفات البوليمر مثل المرونة والقساوة. واطلب إليهم تلخيص النتائج، والحصول على أكبر عدد ممكن من البوليمرات وتقديم عرض يبين ما توصلوا إليه من نتائج. **ف م**

## طرائق تدريس متنوعة

**دون المستوى** يستطيع بعض الطلاب فهم العلاقة بين البوليمرات والمونومرات عن طريق بناء نماذج المونومرات، وتجميعها لتكوين بوليمر، ثم تجزئتها مرة أخرى. اطلب إليهم نمذجة عمليات البلمرة باستعمال مشابك الورق، والدبابيس الآمنة، أو الحبات القابلة للالتصاق بعضها ببعض (المغناطيسية). **د م**

الجدول 8-14 اطلب إلى الطلاب البحث حول منازلهم وفي مستودعات التخزين عن مواد البناء المصنوعة من البوليمرات، وإعداد قائمة بهذه المواد التي تصادفهم في حياتهم اليومية. **ضم م**

البيوليمرات الشائعة		الجدول 8-14
الوحدة البنائية المتكررة	الاستعمالات	البيوليمر
$\cdots - \text{C} \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H} \end{array} - \text{C} \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H} \end{array} - \left[ \text{C} \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H} \end{array} - \text{C} \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H} \end{array} \right]_n - \text{C} \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H} \end{array} - \text{C} \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H} \end{array} - \cdots$	<p>أنايب بلاستيكية، وتغطية للحوم والفروشات، وملابس ضد المطر، وجدران المنازل، ومخراطيم مياه</p> 	بولي كلوريد الفينيل (PVC)
$\left[ \text{CH}_2 - \text{CH} \begin{array}{c}   \\ \text{C} = \text{N} \end{array} \right]_n$	الأقمشة والملابس والمفروشات والسجاد	بولي أكريلونيتريل
$\left[ \text{CH}_2 - \text{C} \begin{array}{c}   \\ \text{Cl} \\   \\ \text{Cl} \end{array} \right]_n$	تغليف الطعام والأقمشة	بولي فينيلدين كلوريد
$\left[ \text{CH}_2 - \text{C} \begin{array}{c}   \\ \text{O} \\    \\ \text{O} - \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$	زجاج غير قابل للكسر، للنوافذ، والعدسات والتحف الفنية	بولي ميثاكريلات
$\left[ \text{CH}_2 - \text{CH} \begin{array}{c}   \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$	أوعية للمشروبات، والحبال، وأدوات المطبخ	بولي بروبيلين (PP)
$\left[ \text{C} \begin{array}{c}   \\ \text{H} \\   \\ \text{H} \\   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} - \text{C} \begin{array}{c}   \\ \text{H} \\   \\ \text{H} \end{array} \right]_n$	رغوة التغليف والعزل، وأوعية للنباتات، وحاجرة لحفظ الطعام، وعمل التناج	بولي ستايرين (PS) وستايرين البلاستيك
$\left[ \text{O} - \text{C} \begin{array}{c}    \\ \text{O} \end{array} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{C} \begin{array}{c}    \\ \text{O} \end{array} - \text{O} - \text{C} \begin{array}{c}   \\ \text{H} \\   \\ \text{H} \end{array} - \text{C} \begin{array}{c}   \\ \text{H} \\   \\ \text{H} \end{array} \right]_n$	زجاجات العصير والحليب، الإطارات، والملابس، وأواني الطعام التي تستعمل مرة واحدة	بولي إيثيلين رباعي فتالات (PETE)
$\left[ \text{C} \begin{array}{c}    \\ \text{O} \end{array} - \text{NH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{NH} - \text{C} \begin{array}{c}    \\ \text{O} \end{array} - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{O} \right]_n$	الأثاث، وخطوات الفوم، والطلاء المقاوم للماء، وبعض أجزاء الأحدثية	بولي يوريثان

### عرض توضيحي

#### البيوليمرات والمونومرات

##### الهدف

مساعدة الطلاب على إيجاد العلاقة بين البوليمر والمونومر.

##### المواد والأدوات

10 مشابك غسيل، مشابك ورق (باكيت).

##### احتياطات السلامة

التخلص من النفايات استخدم المواد والأدوات لعرض آخر.

##### خطوات العمل

ثبّت مشبكاً واحداً من مشابك الغسيل في نهاية مشبك آخر

واستمر في هذه العملية لتكوين سلسلة البوليمر، ويمثل كل مشبك غسيل مونومر. كما يمكن استعمال مشابك الورق أيضاً لتمثيل مونومرات وتكوين سلسلة البوليمر عن طريق ربطها بعضها ببعض. وقد يكون من الأفضل إعداد سلسلة مشابك الورق قبل الحصة الصفية ووضعها في صندوق صغير؛ ودع الطلاب يشاهدوا عملية إضافة المشابك ونزعها بشكل فردي من الصندوق. غطّ الصندوق وحركه بشدة لمحاكاة التفاعل، ثم افتحه واسحب المشابك التي تم ربطها سابقاً.



## تطبيقات في الكيمياء

**رغوة البولييمر** تستعمل رغوة البولي يوريثان باعتبارها مواد عازلة للمنازل ومواد التعبئة والتغليف. والبولي كحول (HO-R-OH) وبولي أيزوسيانات (O=CN-R-NC=O) هما إحدى مجموعات المونيمرات التي تستعمل لصنع مثل هذا البولييمر. وتستعمل الأمينات أو الأملاح المعدنية مادة محفزة في إنتاج هذا البولييمر. ويحتوي البولييمر على الكاربامات أو مجموعة يوريثان، التي لها الصيغة العامة التالية:



كما أن استعمال مادة الفلوروكربون في إنتاج البولييمرات يؤدي إلى إنتاج رغوة ذات جودة عالية. وبوجود العديد من المجموعات الوظيفية في المونيمر تتكون روابط تقاطعية كثيرة عالية الجودة ينتج عنها رغوة جامدة.

### مهن في الكيمياء

**كيمياء البولييمرات** هل تبدوا لك فكرة تطوير وتحسين البولييمرات فكرة جديدة ومهلمة وتشكل تحدياً؟ بطور كيميائيو البولييمرات أنواعاً جديدة، كما يطورون استعمالات أو عمليات تصنيع جديدة للطرائق القديمة.

### المفردات

#### أصل الكلمة

البلاستيك الحراري (Thermoplastic) جاءت كلمة (ثرمو) من الكلمة اليونانية therme التي تعني الحرارة، وجاءت كلمة بلاستيك من الكلمة اليونانية plastikos وتعني قالباً أو نموذجاً، أو يتكون

## خواص البولييمرات وإعادة تدويرها Properties and Recycling of Polymers

لماذا نستعمل العديد من البولييمرات المختلفة هذه الأيام؟ أحد الأسباب يعود إلى سهولة تحضيرها، كما أن المواد الأولية المستعملة في تحضيرها غير مكلفة. ولكن هناك أسباب أخرى أكثر أهمية تتعلق بخواص البولييمرات نفسها؛ حيث يمكن سحب بعضها في صورة ألياف أنعم من الحرير، والبعض الآخر قوي كالفلوذا. كما أن البولييمرات غير قابلة للصدأ، والعديد منها أكثر تحملاً من المواد الطبيعية، ومن ذلك الخشب البلاستيكي الذي يظهر في الشكل 21-8؛ فهو غير قابل للتآكل، ولا يحتاج إلى إعادة طلاء.

**خواص البولييمرات** ومن أسباب زيادة الطلب على البولييمرات وانتشارها الواسع سهولة تشكيلها بأشكال مختلفة، أو سحبها على شكل ألياف رقيقة. علماً بأنه ليس من السهل القيام بذلك مع المعادن أو المواد الطبيعية الأخرى؛ لأنه يجب تسخينها إلى درجات حرارة مرتفعة، بحيث لا تنصهر عندها، وتصبح ضعيفة؛ حتى تستعمل في تصنيع أدوات صغيرة ورقيقة.

وكما هو الحال مع المواد جميعها، فإن للبولييمرات خواص تعود مباشرة إلى تركيبها الجزيئي. فبولي إيثيلين مثلاً عبارة عن سلسلة طويلة من الألكان. لذلك، فملسمه شمعي، ولا يذوب في الماء، وغير نشط كيميائياً، ووديء التوصيل للكهرباء. وقد جعلته هذه الخواص مثاليًا لاستعماله في أوعية حفظ الطعام، وتغليف أسلاك الكهرباء.



**الشكل 21-8** يصنع الخشب البلاستيكي من البلاستيك المعاد تدويره، مثل زجاجات العصير، والحليب، وغيرها من نفايات البولي إيثيلين.

103

## التقويم

**المعرفة** اطلب إلى الطلاب كتابة أكبر عدد من الأسماء التي تبدأ بالمقطع بولي. **الإجابات المحتملة، بولي بروبيلين، بولي إيثيلين، بولي فينيل كلوريد، بولي ستايرين، بوليستر، بولي فينيل أسيتيت.**

ض م

## النتائج

ترتبط المونومرات بعضها ببعض لتكوّن سلسلة طويلة تدعى البولييمر.

## التحليل

اسأل الطلاب السؤالين الآتيين:

1. ما الاسم العلمي للجزيئات الصغيرة التي ترتبط معاً؟

**مونومرات.**

2. إذا كان البولييمر مصنوعاً من مونومر الإيثيلين، فماذا يدعى البولييمر؟ **بولي إيثيلين.**

### 3. التقويم

#### التحقق من الفهم

اطلب إلى الطلاب رسم الصيغة البنائية للمونومرات اللازمة لحدوث تفاعلات الإضافة المكونة للبولىميرات الموجودة في الجدول 8-14. بولي فينيل كلوريد:  $\text{CH}_2 = \text{CHCl}$ ، بولي أكريلونيتريل  $\text{CH}_2 = \text{CHCN}$ ، بولي فينيلدين: كلوريد:  $\text{CH}_2 = \text{Cl}_2$ ، بولي ميثيل ميثاكريليت:  $\text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3)(\text{CO}_2\text{CH}_3)$ ، بولي بروبيلين  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$ ، بولي ستايرين:  $\text{CH}_2 = \text{CHC}_6\text{H}_5$ .

ض م

#### إعادة التدريس

اطلب إلى الطلاب رسم الصيغة البنائية للبولىميرات التي لم تدرس في هذا الجزء، إذ قد تتضمن هذه المونومرات: ميثيل السيانو اكريليت  $((\text{CO}_2\text{CH}_3)\text{CH}_2 = \text{C}(\text{CN}))$ ، الذي يستعمل في صنع مادة الغراء الفوري، فينيل الكحول  $(\text{CH}_2 = \text{CHOH})$ ، المستعمل في صناعة بولي فينيل الكحول، والذي يستعمل أيضاً مواد أولية في تحضير حافظات الماء البلاستيكية، وكلورو ثلاثي فلوروإيثلين  $(\text{CFCl} = \text{CF}_2)$ ، الذي يستعمل في صناعة المتفجرات. ض م

#### التوسع

بيّن للطلاب أنه بالإمكان تصنيع العديد من البولىميرات المفيدة من أكثر من صيغة واحدة للمونومر. ويشار إلى هذه

### التقويم 5-8

21. a. ارجع إلى دليل حلول المسائل.

b. ارجع إلى دليل حلول المسائل.

22. إضافة؛ لأنه تم الاحتفاظ بذرات المونومر جميعها في البوليمر دون فقدان أي منها.

23. لا تتعفن المواد الاصطناعية مثل المنتجات الطبيعية كالخشب والقطن في كثير من الأحيان ولا تتآكل. وكذلك يسهل إنتاج المواد الاصطناعية بالأشكال والحجوم المطلوبة، مثل الأحجار الاصطناعية. كما أن المواد الاصطناعية عادة لا



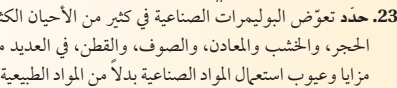
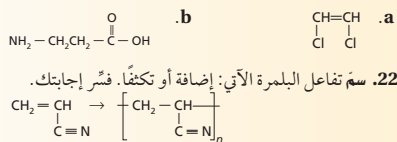
الشكل 8-22 تساعد الرموز الموجودة على المواد البلاستيكية على إعادة تدويرها لأنها تحدد مكوناتها.

**تدوير البولىميرات** تستحق المواد الأولية المستعملة في تصنيع معظم البولىميرات من الوقود الأحفوري. ولأن الوقود الأحفوري مهدد بالنفاد فقد أصبحت عملية تدوير البلاستيك أكثر أهمية. فإعادة التدوير وشراء السلع المصنوعة من البلاستيك المعاد تدويره تقلل من حجم استعمال الوقود الأحفوري، وبذلك نحافظ على هذا النوع من الوقود.

وتعد عملية إعادة تدوير هذه المواد صعبة إلى حد ما؛ نظراً إلى العدد الكبير من البولىميرات المختلفة الموجودة في هذه المنتجات. ولذلك لا بد من فرز المواد البلاستيكية وفقاً لمكونات البوليمر قبل إعادة استعمالها. وقد تكون عملية فرز المواد البلاستيكية طويلة ومكلفة، ولذلك يتم تحسين عملية صناعة البلاستيك من خلال تقديم رموز موحدة تشير إلى مكونات جميع المنتجات البلاستيكية. ولهذا فإن وجود رموز موحدة لصناعة البلاستيك، كما في الشكل 8-22، يوفر الوسائل السريعة لإعادة تدوير وفرز المواد البلاستيكية.

#### التقويم 5-8

21. **المفكرة** **الكتابة** ارسم الصيغة البنائية للبولىمير الذي ينتج عن المونومرات الآتية في حالتها:



23. حدّد تعوّد البولىميرات الصناعية في كثير من الأحيان الكثير من المواد الطبيعية، مثل الحجر، والخشب والمعادن، والصوف، والقطن، في العديد من التطبيقات. حدد بعض مزايا وعيوب استعمال المواد الصناعية بدلاً من المواد الطبيعية.

24. توقع الخواص الفيزيائية للبولىمير الذي يصنع من المونومر الآتي، متناولاً بعض خصائصه مثل: الذوبان في الماء، والتوصيل الكهربائي، والملمس، والنشاط الكيميائي.



البولىميرات على أنها بولىميرات مشتركة؛ لذا اطلب إليهم توقع تركيب ألياف البولىستر أو بولىمير البالونات والتي تصنع من مونومرات حمض ثلاثي الفثاليك وجلايكول الإيثلين، على التوالي. تحتوي ألياف البولىستر وبولىمير البالون سلسلة مكونة من مونومرين يرتبطان ببعضهما البعض بالتناوب برابطة إستيرية. ويرافق تكوّن كل رابطة فقدان جزيء ماء.

تصدأ أو تتآكل مثل المعادن. أما العيوب فهي أن المنتجات الهيكلية الاصطناعية، مثل الخشب البلاستيكي ليست صلبة، وتحتاج إلى المزيد من الدعم.

24. يتصف البوليمر بلمس شمعي، وقلة الذوبان في الماء، ورداءة التوصيل الكهربائي، بالإضافة إلى قلة النشاط الكيميائي. ستكون من البلاستيك القابل للتشكل (الثيرموبلاستيك). ويتكون من سلسلة طويلة من الألكان مشابهة للبولى إيثيلين.

الثوم Garlic



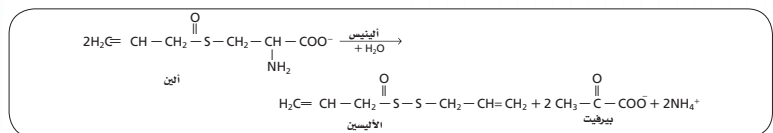
الشكل 1 يحتوي الثوم الطازج على مادة كيميائية تسبب الألم كوسيلة دفاع ضد الأعداء.

وينشط الأليسين أيضاً الخلايا العصبية. وعلى ما يبدو فإن الأليسين فعال على زوج من بروتينات القناة الأيونية تسمى TRPA1 وTRPV1. وعندما توجد مادة الأليسين الكيميائية، تسمح هذه القنوات بدخول الأيونات إلى الخلية العصبية. ويؤدي إضافة الشحنات الكهربائية للخلية العصبية إلى إرسال إشارات للدماغ عن مواقع الإشارات، ويعمل الدماغ على تفسيرها على اعتبار أنها إحساس حارق.

استكشاف مستقبلات الألم Probing pain receptors مع أنه من المثير للاهتمام أن نعرف لماذا يسبب تذوق الثوم الحام الألم إلا أن فهم كيفية قيام الأليسين بالنسب في الإحساس بالألم هو أكثر أهمية وإثارة. ويأمل الباحثون أن تؤدي زيادة فهم كيفية عمل هذه المستقبلات إلى طرائق جديدة للسيطرة على الألم المزمن لدى المرضى.

هل تعلم أن طعم كل من الثوم الطازج والمطبوخ مختلفة جداً؟ فالثوم الطازج، كما هو مبين في الشكل 1، يحتوي على مواد تسبب إحساساً حارقاً في الفم. ومع ذلك لا يسبب الثوم المطبوخ هذا الإحساس. ويعود السبب إلى التفاعلات الكيميائية. فعندما يُذوق الثوم الطازج أو يقطع أو يسحق فإنه ينتج مادة كيميائية تسمى الأليسين، كما في الشكل 2. ويعد إنتاج الأليسين آلية دفاع كيميائية يقوم بها نبات الثوم ضد غيره من المخلوقات الحية الأخرى. والأليسين مركب غير مستقر ويتحول إلى مركبات أخرى مع مرور الوقت، أو عند التسخين أو الطبخ، وهو ما يفسر لماذا لا يسبب الثوم المطبوخ إحساساً حارقاً في الفم. وقد نهى الرسول عليه الصلاة والسلام أكل الثوم عن حضور صلاة الجماعة في المسجد لأن رائحة الثوم مؤذية.

الإحساس بالألم والحرارة Sensing temperature and pain يتم الإحساس بدرجة الحرارة والألم عن طريق الخلايا العصبية الموجودة في الجلد، بما في ذلك الجلد الموجود داخل فمك. وتحتوي هذه الخلايا العصبية على جزئيات تكشف عن درجة حرارة سطحها، والتي تسمى قنوات الاستقبال الناقلة (TRP) للأيون. وتتأثر قنوات الاستقبال (TRP) المختلفة باختلاف مدى درجة الحرارة. فعلى سبيل المثال، عندما يلمس شخص شيئاً ساخناً، تنتبه بعض قنوات الاستقبال (TRP) وتسمح لأيونات الكالسيوم المشحونة بالدخول إلى الخلايا العصبية. وهذا يؤدي إلى زيادة الشحنات في الخلايا العصبية. وعند زيادة الشحنات إلى حد كاف يتم إرسال إشارات كهربائية إلى الدماغ؛ حيث يتم تفسيرها على أنها إحساس بالسخونة.



الشكل 2 عند تقطيع الثوم أو سحقه يقوم الألين مع وجود إنزيم الأليسين بإنتاج الأليسين. وعند تذوق طعم الثوم الطازج فإن جزءاً من الخلايا العصبية في فمك يرسل إشارة كهربائية إلى الدماغ الذي يقوم بتفسيرها على اعتبار أنها إحساس حارق.

الهدف

سيتعلم الطلاب أثر الثوم على مستقبلات الألم في الفم من خلال البحوث التي أجريت مؤخراً، وكيف أن الأبحاث قد تؤدي إلى اكتشاف أنواع جديدة من العلاج لتخفيف الألم.

الخلفية النظرية للمحتوى

هناك الكثير من الحكايات حول القيمة الطبية للثوم، ولكنها ليست مدعومة بأسس علمية سليمة. وتتفاوت هذه الحكايات حول الفوائد الطبية للثوم بين علاج نزلات البرد العادية إلى مكافحة السرطان. كما أن الأبحاث المذكورة في هذه المقالة لا تشير إلى فائدة واحدة ممكنة للثوم على الأقل، وهي خفض ضغط الدم، ويحرص الباحثون على الإشارة إلى أن هذه النتائج هي نتائج أولية وتحتاج إلى المزيد من البحث.

استراتيجيات التدريس

- الألم هو موضوع يُساء فهمه بسهولة. فما الألم؟ هل كان الألم جيداً يوماً ما؟ استعرض أحداثاً مختلفة، مثل لسعة النحلة (مؤلمة جداً، وذلك بسبب حقن النحل للسم)، وعضة القراد (غير مؤلمة، وذلك بسبب حقنها مواد مانعة للألم الناتج عن العضة). ولكن لماذا تختلف الاستجابات؟
- تستعمل النباتات، مثلها مثل الحيوانات، استراتيجيات البقاء التي قد تنطوي على الكثير من الألم أو المتعة. فطعم التفاح لذيذ، في حين أن طعم الثوم غير محبب للكثير من الحيوانات. ناقش لماذا يختلف طعمها؟

الكتابة في الكيمياء

البحث ستتفاوت إبداعات الطلاب حول موضوع اللصقات؛ لذا تأكد من قيام الطلاب بالبحث عن هذا الموضوع على نحو كافٍ، وإعداد ملصق يوضح النتائج التي توصلوا إليها.

## مختبر الكيمياء

### خواص الكحولات

درجة الحرارة، وتسجيلها في جدول البيانات.  
8. حرك الهواء حول قطعة المناديل الناعمة التي تغلف مستودع الترمومتر مستعملاً قطعة من الكرتون المقوى. بعد مرور دقيقة واحدة اقرأ وسجل درجة الحرارة النهائية في جدول البيانات. تخلص من قطعة المناديل وجفف مستودع الترمومتر.

9. أعد الخطوات من 5 وحتى 8 لكل من الكحولات الثلاثة: الميثانول، والإيثانول، و-2 بروبانول.

10. احصل على درجة حرارة الغرفة والرطوبة من معلمك.  
11. التنظيف والتخلص من النفايات وضع المناديل الورقية المستعملة في سلة المهملات، كما يمكن إعادة غسل واستعمال الماصات مرة أخرى.

### التحليل والاستنتاج

1. الملاحظة والاستنتاج ماذا يمكنك أن تستنتج حول العلاقة بين انتقال الحرارة والتغيرات في درجات الحرارة التي قمت بملاحظتها؟

2. التقييم المحتوى الحراري للمول للبخير (kJ/mol) لأنواع الكحولات الثلاثة عند درجة حرارة 25 °C هي كالآتي: ميثانول 37.4، إيثانول 42.3، و-2 بروبانول 45.4، ما الذي يمكن أن تستنتجه حول قوى الترابط الموجودة في الكحولات الثلاثة؟

3. قارن اعامل مقارنة عامة بين الحجم الجزيئي للكحول من حيث عدد ذرات الكربون في السلسلة وسرعة تبخره.

4. الملاحظة والاستنتاج استنتج لماذا توجد اختلافات بين البيانات التي حصلت عليها وبيانات الطلبة الآخرين.  
5. تحليل الخطأ حدد مصادر الأخطاء التي قد تظهر في الإجراءات التي قمت بها.

**الخلفية النظرية** الكحولات مركبات عضوية تحتوي على مجموعة OH- الوظيفية. ويشير الاختلاف في سرعة تبخر الكحول إلى قوى الترابط بين جزيئات الكحول. فتبخر السوائل عملية ماضة للطاقة، حيث يتم امتصاص الطاقة من البيئة المحيطة بالمادة. وهذا يعني أن درجة الحرارة ستتناقص عند حدوث التبخر.  
**السؤال** كيف تختلف قوى الترابط في ثلاثة أنواع من الكحولات؟

### المواد والأدوات اللازمة

ترمومتر غير زئبقي. ساعة إيقاف. مناديل ورقية ناعمة. منشفة قماش. ماصة (عدد 5). ميثانول. إيثانول (95%). -2 بروبانول (99%). سلك ربط أو مطاطة. قطعة من الورق المقوى لاستعمالها كمروحة.

### إجراءات السلامة

**تحذير:** الكحولات مادة قابلة للاشتعال. احفظ السوائل والأبخرة بعيداً عن مصادر اللهب والشرر.

### خطوات العمل

1. اقرأ نموذج قواعد السلامة في المختبر.
2. ارسم جدولاً لتسجيل البيانات.
3. اقطع خمس قطع بقياس 2cm×6cm من المناديل الورقية الناعمة.
4. ضع الترمومتر على منشفة مطوية على سطح طاولة مستوية بحيث يكون مستودع الترمومتر على الحافة ويمتد الترمومتر نفسه خارج الطاولة. تأكد أن الترمومتر لن يسقط عن الطاولة.
5. لف قطعة من المناديل الورقية الناعمة حول مستودع الترمومتر. ثبت القطعة بسلك الربط فوق مستودع الترمومتر.
6. اطلب إلى شخص واحد ضبط ساعة إيقاف وقراءة حرارة الترمومتر، على أن يقوم شخص آخر بوضع كميات قليلة من الماء باستعمال الماصة ليتم اختبارها.
7. وعندما يصبح الشخصان جاهزين تضاف كمية كافية من الماء على القطعة الناعمة حتى تصبح مشبعة. وفي الوقت نفسه يقوم الشخص الآخر بتشغيل ساعة إيقاف، وقراءة

106

### الاستقصاء

تصميم تجربة اقترح طريقة لجعل هذه التجربة أكثر دقة وضبطاً من الناحية الكمية. صمّم تجربة مستعملاً طريقتك الجديدة.

## التحليل والاستنتاج

1. كلما زادت كمية الحرارة المنقولة في أثناء عملية التبخر، زاد مقدار التغير في درجة الحرارة.
2. تزداد قوى التجاذب بازدياد طول سلسلة الكربون. وتعد درجة حرارة التبخر مقياساً لقوة هذه القوى.
3. يبدو أن سرعة التبخر تقل بازدياد عدد ذرات الكربون في السلسلة.
4. قد تعزى الاختلافات إلى الاختلاف في درجة الحرارة والرطوبة في أثناء التجارب المختلفة.
5. قد تتفاوت قطع النسيج في الحجم. وقد تكون حركة الهواء حول ميزان الحرارة مختلفة. وقد تكون كمية الكحول المستعملة مختلفة في كل محاولة.

## الاستقصاء

قد يقترح الطلاب إضافة كمية نفسها من الكحول في كل محاولة على المناديل الورقية. كما يجب التأكد من أن حجم المناديل الورقية واحد في جميع المحاولات. وقد تستعمل مروحة صغيرة لتحريك الهواء حول ميزان الحرارة ترمومتر.

## مختبر الكيمياء

### خواص الكحولات

الزمن المقدر 30 min

**المهارات العلمية** الاستقصاء وتحليل المعلومات، وجمع البيانات وتفسيرها، والرسم والاستنتاج، والقياس، والملاحظة، والاستدلال، والتوقع، والتسلسل.

**احتياطات السلامة** اطلع على نموذج السلامة في المختبر قبل بدء العمل.

**الكحولات سريعة الاشتعال** ويجب تذكير الطلاب بضرورة بقائها بعيدة عن اللهب المكشوف.

### الأدوات والمواد البديلة

- يمكن استعمال مناديل الحمام الورقية بدلاً من المحارم الورقية الناعمة، ومع ذلك، لا تستعمل الورق المعاد تدويره.
- كما يمكن استعمال ما هو متاح من سلاسل طويلة من سلاسل - الكربون الكحولي.

### خطوات العمل

- ضع دوارق صغيرة تحمل أسماء المواد التي سيستعملها الطلاب.
- يمكن للطلاب إعادة التجربة للحصول على قياسات دقيقة إذا سمح الوقت بذلك.

**النتائج المتوقعة** ارجع إلى البيانات في الجدول.

بيانات التبخر			
المادة	الحرارة في البداية (°C)	الحرارة بعد دقيقة (°C)	$\Delta T$ (°C)
الماء	21	19	2
الميثانول	22	8	14
الإيثانول	22	13	9
-2 بروبانول	21	16	15

## دليل الدراسة

## استعمال المفردات

اطلب إلى الطلاب كتابة جملة واحدة لكل مصطلح في الفصل لتعزيز معرفتهم بمفردات الفصل. **ضم م**

## استراتيجيات المراجعة

- اطلب إلى الطلاب كتابة قائمة بالتركيب الكيميائي لمشتقات الهيدروكربونات، وخواصها واستعمالاتها. **ضم م**
- اطلب إلى الطلاب التدرب على رسم التركيب الكيميائي للبوليمرات عند معرفة المونومر لها، وكذلك رسم التركيب الكيميائي للمونومر عند معرفة البوليمر لها. **ضم م**

الفترة العامة يؤدي استبدال ذرات الهيدروجين في المركبات الهيدروكربونية بمجموعات وظيفية مختلفة إلى تكوين مركبات عضوية متنوعة.

## 8-1 هاليدات الألكيل وهاليدات الأريل

## الفترة الرئيسية

يمكن أن تحل ذرة الهالوجين محل ذرة الهيدروجين في بعض المركبات الهيدروكربونية.

## المفردات

- المجموعة الوظيفية
- هاليدات الألكيل
- هاليدات الأريل
- البلاستيك
- تفاعلات الاستبدال
- الهلجنة

## المفاهيم الرئيسية

- يؤدي استبدال ذرة هيدروجين في الهيدروكربونات بالمجموعات الوظيفية إلى تكوين مجموعة واسعة من المركبات العضوية.
- هاليد الألكيل هو مركب عضوي يحتوي على واحد أو أكثر من ذرات الهالوجين المرتبطة بذرة كربون في مركب أليفاتي.

## 8-2 الكحولات والإثيرات والأمينات

## الفترة الرئيسية

الأكسجين والنتروجين من أكثر الذرات شيوعاً في المجموعات الوظيفية العضوية.

## المفردات

- مجموعة الهيدروكسيل
- الكحولات
- الإثيرات
- الأمينات

## المفاهيم الرئيسية

- تتكون الكحولات، والإثيرات، والأمينات عندما تستبدل ذرة هيدروجين في المركبات الهيدروكربونية بمجموعة وظيفية معينة.
- لأن الكحولات تكون روابط هيدروجينية بسهولة تكون درجة غليانها كبيرة وتذوب بسهولة في الماء مقارنة بالمركبات الأخرى.

## 8-3 مركبات الكربونيل

## الفترة الرئيسية

تحتوي مركبات الكربونيل على ذرة أكسجين ترتبط برابطة ثنائية مع الكربون في المجموعة الوظيفية.

## المفردات

- مجموعة الكربونيل
- الإسترات
- الألدھيدات
- الكيتونات
- الأحماض الكربوكسيلية
- مجموعة الكربوكسيل

## المفاهيم الرئيسية

- مركبات الكربونيل مركبات عضوية تحتوي على مجموعة  $C=O$ .
- تحتوي خمسة أنواع مهمة من المركبات العضوية على مركبات الكربونيل هي: الألدھيدات، والكيتونات، والأحماض الكربوكسيلية، والإسترات، والأميدات.

## 8-4 تفاعلات أخرى للمركبات العضوية

## المفاهيم الرئيسية

- يمكن تصنيف معظم تفاعلات المركبات العضوية ضمن أحد خمسة أنواع، هي: الاستبدال، والحذف، والإضافة، والأكسدة والاختزال، والتكثف.
- تتمكن معرفة المركبات العضوية المتفاعلة من توقع نواتج التفاعل.

## المفردات

- تفاعلات الحذف
- تفاعلات حذف الهيدروجين
- تفاعلات حذف الماء
- تفاعلات الإضافة
- تفاعلات إضافة الماء
- تفاعلات الهدرجة

## 8-5 البولييمرات

## المفاهيم الرئيسية

- البولييمرات مركبات ضخمة تتكون من ارتباط جزيئات صغيرة تسمى المونومرات.
- تخضر البولييمرات من خلال تفاعلات الإضافة أو التكثف.
- يمكن استعمال المجموعات الوظيفية في البولييمرات لتوقع خواص البولييمر.

## المفردات

- البولييمرات
- المونومرات
- تفاعلات البلمرة
- البلمرة بالإضافة
- البلمرة بالتكثف

## الكيمياء عبر المواقع الإلكترونية

لمراجعة محتوى هذا الفصل وأنشطته، ارجع إلى الموقع الإلكتروني:

[www.obeikaneducation.com](http://www.obeikaneducation.com) وذلك من أجل:

- مراجعة الفصل ودراسته عبر الشبكة.
- الوصول إلى المواقع التي تزودك بمزيد من المعلومات والمشاريع والأنشطة.
- مراجعة المحتوى عبر الشبكة بالإضافة إلى التفاعل والاختبارات الذاتية.
- الحصول على اختبارات الفصل والتدريب على (الأنشطة) والاختبارات المقننة.

# 8 الفصل

**29.** يعود سبب هذا النمط إلى ازدياد عدد إلكترونات الهالوجينات والتي تقع بعيداً عن النواة عند الانتقال من الفلور إلى اليود (العدد الذري). ويمكن تحريك هذه الإلكترونات بسهولة فتصبح ثنائية القطب بشكل مؤقت. وتعمل قوة التجاذب ثنائية القطب على جذبها معاً، ونتيجة لذلك ستحتاج إلى قوة كبيرة لفصلها. ومن ثم تزداد درجة غليان الهالوألكانات بزيادة حجم ذرة الهالوجين.

## إتقان حل المسائل

- 30.** إرجع إلى دليل حلول المسائل.  
**31.** إرجع إلى دليل حلول المسائل.  
**32.** إرجع إلى دليل حلول المسائل.  
**33.** إرجع إلى دليل حلول المسائل.  
**34.** الإجابات المحتملة:

- a.** 1- كلوروبنتان ، 3- كلوروبنتان.  
**b.** 1، 2- ثنائي فلوروبروبان، 1، 3- ثنائي فلوروبروبان، 2، 2- ثنائي فلوروبروبان.  
**c.** 1، 2- أو 1، 1- ثنائي بروموبنتان حلقي.  
**d.** 1- برومو-1- كلوروايثان.

## 8-2

### إتقان المفاهيم

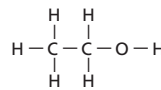
**35.** الإيثانول، ويتم تغيير الخواص الطبيعية له بإضافة كمية بسيطة من المواد السامة، لجعله غير صالح وآمن للشرب.

- 31.** ارسم الصيغة البنائية لهاليدات الألكيل أو الأريل الآتية:  
**a.** كلوروبنزين  
**b.** 1- برومو-4- كلوروهكسان  
**c.** 1، 2- ثنائي فلورو-3- أيودو هكسان حلقي  
**d.** 1، 3- ثنائي بروموبنزين  
**e.** 1، 1، 2، 2- رباعي فلورو إيثان.  
**32.** ارسم الصيغة البنائية للمركب: 1- برومو-2- كلوروبروبان.  
**33.** ارسم التشكلات البنائية المحتملة لجميعها لهاليد الألكيل ذي الصيغة الجزيئية  $C_5H_{10}Br_2$ ، ثم سمّ كل منها.  
**34.** سمّ متشكلاً بنائياً واحداً محتملاً عند تغيير موقع واحدة أو أكثر من ذرات الهالوجين لكل من هاليدات الألكيل الآتية:  
**a.** 2- كلوروبنتان  
**b.** 1، 1- ثنائي فلورو بروبان  
**c.** 1، 3- ثنائي بروموبنتان حلقي  
**d.** 1- برومو-2- كلوروايثان

## 8-2

### إتقان المفاهيم

**35.** ما اسم المركب المبين في الشكل 8-24؟ كيف يمكن تغيير الخواص الطبيعية له؟



الشكل 8-24

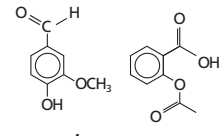
## 8-1

### إتقان المفاهيم

- 25.** ما المجموعة الوظيفية؟  
**26.** صف وقارن الصيغ البنائية لهاليدات الألكيل وهاليدات الأريل.  
**27.** ما المواد المتفاعلة التي ستستعملها لتحويل الميثان إلى بروموبنتان؟  
**28.** سمّ الأمينات التي تمثلها الصيغ الآتية:  
**a.**  $CH_3(CH_2)_3CH_2NH_2$   
**b.**  $CH_3(CH_2)_3CH_2NH_2$   
**c.**  $CH_3(CH_2)_2CH(NH_2)CH_3$   
**d.**  $CH_3(CH_2)_6CH_2NH_2$   
**29.** فسر لماذا تزداد درجات غليان هاليدات الألكيل بالتدرج عند الاتجاه إلى أسفل في مجموعة الهالوجينات في الجدول الدوري؟

### إتقان حل المسائل

**30.** ضع دائرة حول المجموعات الوظيفية في الصيغ البنائية المبينة في الشكل 8-23، ثم اذكر اسم كل منها.



الشكل 8-23

## 8-1

### إتقان المفاهيم

- 25.** المجموعة الوظيفية هي ذرة أو مجموعة من الذرات في المركب العضوي، وغالباً ما تتفاعل بطريقة معينة.  
**26.** تحتوي هاليدات الألكيل على ذرة هالوجين مرتبطة بالسلسلة الكربونية الأليفاتية أو الحلقية، في حين تحتوي هاليدات الأريل على ذرة هالوجين مرتبطة بشكل مباشر بذرة الكربون الموجودة في جزيء البنزين أو أي حلقة أروماتية.

**27.** بروم

- 28.** **a.** 1- أمينو بنتان **b.** 1- أمينو هبتان  
**c.** 2- أمينو بنتان **d.** 1- أمينو ديكان

8-3

إتقان المفاهيم

41. ارسم الصيغة العامة لكل نوع من أنواع المركبات العضوية الآتية:
- الدهيد
  - إستر
  - كيتون
  - أميد
  - حمض كربوكسيلي
42. استعملات شائعة سم الأدهيد، أو الكيتون، أو الحمض الكربوكسيلي، أو الإستر، أو الأميد المستعمل لكل من الأغراض الآتية:
- حفظ العينات البيولوجية
  - مذيب لتلميع الأظافر
  - حمض في الخل
  - نكهة في الأطعمة والمشروبات
43. ما نوع التفاعل المستعمل لإنتاج الأسبرين من حمض السلسيليك وحمض الأسيتيك؟

إتقان حل المسائل

44. ارسم الصيغ البنائية لمركبات الكربونيل الآتية:
- 2،2-ثنائي كلورو-3-بتانول
  - 4-ميثيل بنتانال
  - هكسانوات الأيزوبروبيل
  - أوكتانوأמיד
  - 3-فلورو-2-ميثيل حمض البيوتانويك
  - بتانال حلقي
  - ميثانات الهكسيل

36. تطبيقات عملية سم كحولاً، أو أميناً، أو إيثراً واحداً، يستعمل لكل غرض من الأغراض الآتية:

- مادة مطهرة
- مذيب للطلاء
- مانع للتجمد
- مخدر
- إنتاج الأصباغ

37. فسر لماذا تكون ذوبانية جزيء الكحول في الماء أكثر من ذوبانية جزيء الإثير رغم أن الكتلتين الموليتين لها متساويتان؟

38. فسر لماذا تكون درجة غليان الإيثانول أعلى كثيراً من الأمينو إيثان رغم أن الكتلتين الموليتين لها متساويتان تقريباً؟

إتقان حل المسائل

39. سم إيثراً واحداً له الصيغة البنائية لكل من الكحولين الآتين:

- 1-بيوتانول
- 2-هكسانول

40. ارسم الصيغة البنائية لكل من الكحولات، والأمينات، والإثيرات الآتية:

- 1،2-بيوتادايول
- 2-أمينوهكسان
- ثنائي أيزوبروبيل إثير
- 2-ميثيل-1-بيوتانول
- بيوتيل بنتيل إثير
- بيوتيل حلقي ميثيل إثير
- 1،3-ثنائي أمينو بيوتان
- بتانول حلقي

36.a. إيثانول b. 1-ميثانول

c. جلايكول الإيثيلين أو جلايكول البروبيلين

d. ثنائي إيثيل إثير e. أنيلين

37. لأن الكحولات أكثر قطبيةً من الإثيرات؛ إذ تكون الرابطة في الكحولات O-H أكثر قطبيةً من الرابطة O-C في الإثيرات.

38. لأن روابط O-H أكثر قطبيةً من روابط N-H، وتكون الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الإيثانول أقوى من الروابط بين جزيئات الأمينوميثان. وينتج عن قوى التجاذب الأقوى درجات غليان أعلى.

إتقان حل المسائل

39.a. ثنائي إيثيل إثير، بروبييل ميثيل إثير.

b. بروبييل إثير، أيزوبروبيل إثير، إيثيل بيوتل إثير، بنتل ميثيل إثير.

40. ارجع إلى دليل حلول المسائل.

8-3

إتقان المفاهيم

41. ارجع إلى دليل حلول المسائل.

42.a. فورمالدهيد

b. أسيتون c. حمض الإيثانويك (الأسيتيك)

d. بيوتانوات الإيثيل، 2-ميثيل بيوتل أسيتات، بنتانوات البنتل، إسترات أخرى

43. تكاثف

إتقان حل المسائل

44. ارجع إلى دليل حلول المسائل.



45. **a.** بيوتانون حلقي **b.** بيوتانال  
**c.** هكسانو أميد **d.** حمض الهكسانويك

## 8-4

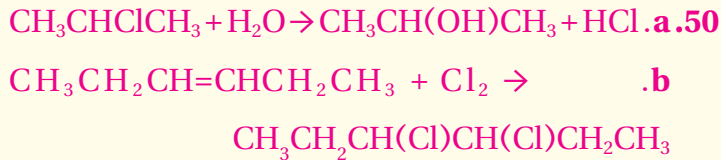
## إتقان المفاهيم

46. الوقود الأحفوري مثل البترول.  
47. لما كانت التفاعلات الكيميائية كثيرة، فإن تصنيفها يساعد الطلاب والكيميائيين على زيادة فهمها وتذكرها، وتوقع نواتج التفاعلات الجديدة.

48. **a.** الإضافة **b.** الاستبدال **c.** الحذف  
**d.** التكاثف **e.** الاستبدال **f.** إضافة الماء

## إتقان حل المسائل

49. **a.** الإضافة **b.** الحذف  
**c.** الاستبدال **d.** الإضافة



51. **a.** التكاثف **b.** الحذف  
**c.** الاستبدال **d.** الأكسدة

52. ارجع إلى دليل حلول المسائل.

## 8-5

## إتقان المفاهيم

53. في عملية البلمرة بالإضافة، تبقى جميع ذرات المونومرات الداخلة في البوليمر الناتج. في حين أنه في عملية البلمرة بالتكاثف، يشترك مونومران على الأقل، لكل منهما مجموعتان وظيفيتان، لتكوين البوليمر، ويرافق ذلك فقدان جزيء صغير مثل الماء.

## إتقان حل المسائل

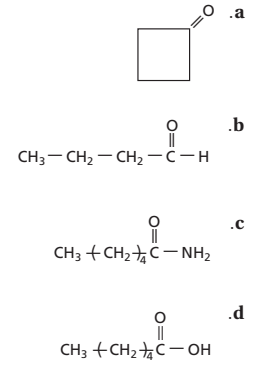
49. صنف كلاً من التفاعلات العضوية الآتية إلى: استبدال، أو إضافة، أو أكسدة واختزال، أو حذف، أو تكثف.  
**a.** 2- بيوتين + هيدروجين  $\rightarrow$  بيوتان  
**b.** بروبان + فلور  $\rightarrow$  2- فلوروبروبان + فلوريد الهيدروجين.  
**c.** 2- بروبانول  $\rightarrow$  بروبين + ماء  
**d.** بيوتين حلقي + ماء  $\rightarrow$  بيوتانول حلقي  
50. استعمل الصيغ البنائية لكتابة معادلات التفاعلات الآتية:  
**a.** تفاعل الاستبدال بين 2- كلوروبروبان والماء لتكوين 2- بروبانول وكلوريد الهيدروجين.  
**b.** تفاعل الإضافة بين 3- هكسين والكلور لتكوين 3,4- ثنائي كلوروهكسان.  
51. ما نوع التفاعل الذي يعمل على تحويل الكحول إلى كل نوع من المركبات الآتية:  
**a.** إستر  
**b.** ألكين  
**c.** هاليد الألكيل  
**d.** ألدهيد  
52. استعمل الصيغ البنائية لكتابة معادلة تفاعل التكثف بين الإيثانول وحمض البروبانويك.

## 8-5

## إتقان المفاهيم

53. اشرح الفرق بين عمليتي البلمرة بالإضافة والبلمرة بالتكثف.

45. سمِّ المركبات الكربونيل الآتية:



## 8-4

## إتقان المفاهيم

46. تحضير المركبات العضوية ما المواد الأولية اللازمة لتحضير معظم المركبات العضوية الصناعية؟  
47. فسر أهمية تصنيف التفاعلات الكيميائية؟  
48. اكتب اسم التفاعل العضوي اللازم لإجراء التغييرات الآتية:  
**a.** ألكين  $\rightarrow$  ألكان  
**b.** هاليد الألكيل  $\rightarrow$  كحول  
**c.** هاليد الألكيل  $\rightarrow$  ألكين  
**d.** أمين + حمض كربوكسيلي  $\rightarrow$  أميد  
**e.** كحول  $\rightarrow$  هاليد الألكيل  
**f.** ألكين  $\rightarrow$  كحول

## إتقان حل المسائل

54. ارجع إلى دليل حلول المسائل.

55. a. بولي فينيل كلوريد.

b. بولي فينيلدين كلوريد.

56. a. بوليمر ثانٍ.

b. بوليمر ثانٍ.

57. a. عملية بلمرة بالتكاثف.

b. عملية بلمرة بالإضافة.

c. عملية بلمرة بالتكاثف.

d. عملية بلمرة بالإضافة.

58. اليود

## مراجعة عامة

59. الأحماض الكربوكسيلية أحماض ضعيفة، مذاقها حمضي،

تتكون من جزيئات قطبية.

60. ارجع إلى دليل حلول المسائل.

61. a. ألكين b. هاليد الألكيل

c. كحول d. كحول

62. ارجع إلى الجدول 14-3 للإجابة.

63. ارجع إلى دليل حلول المسائل.

a.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ، إيثانول

b.  $\text{CH}_3\text{CH}_3$ ، إيثان

c.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ ، كلورو إيثان

d.  $\text{CH}_2(\text{F})\text{CH}_2(\text{F})$ ، 1، 2 - ثنائي فلورو إيثان .

## التفكير الناقد

64. يذوب حمض الإيثانويك في الماء، لأن جزيئاته صغيرة نسبياً،

وتشكل روابط هيدروجينية مع الماء عند تأينها، وتكون

ترابطاً قطبياً أيونياً عند تأينها. وتكون جزيئات الأحماض

الكربوكسيلية ذات السلسلة الطويلة من الكربون غير

قطبية. ولا تكون هذه الجزيئات غير القطبية روابط قوية مع

جزيئات الماء، وعلى الرغم من ذلك، تميل جزيئات الأحماض

الكربوكسيلية بشكل بسيط إلى تكوين روابط مع الماء.

## إتقان حل المسائل

58. الهرمونات البشرية أي الهالوجينات يوجد في الهرمونات التي تنتجها الغدة الدرقية الطبيعية في الإنسان؟

## مراجعة عامة

59. صف خواص الأحماض الكربوكسيلية.

60. ارسم الصيغ البنائية للمركبات الآتية:

a. 2- بيوتانول

b. بروبانال

c. حمض الهكسانويك

d. أميد هبتان

61. سم نوع المركب العضوي الناتج عن التفاعلات الآتية:

a. الحذف في الكحول

b. إضافة كلوريد الهيدروجين إلى الألكين

c. إضافة الماء إلى الألكين

d. استبدال مجموعة الهيدروكسيل مكان ذرة الهالوجين.

62. اكتب استعمالين لكل من البوليمرات الآتية:

a. بولي بروبيلين

b. بولي يور إيثان

c. بولي رباعي فلوروإيثيلين

d. بولي فينيل كلوريد

63. ارسم الصيغة البنائية للمركبات العضوية الناتجة عن

تفاعل الإيثين مع كل من المواد الآتية، واكتب أسماءها.

a. الماء b. هيدروجين

c. كلوريد الهيدروجين d. الفلور

## التفكير الناقد

64. التقويم ذوبانية حمض الإيثانويك (حمض الأسيتيك)

عالية في الماء، وأحياناً الأحماض الكربوكسيلية التي تكون

في الحالة الطبيعية على شكل سلسلة طويلة، مثل حمض

البالتيك  $(\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH})$  غير ذائبة في الماء.

فسر ذلك.

65. a. كربوكسيل، أمين، هيدروكسيل (2)

b. كربونيل (2)، C=C

66. على الطلاب توفير الصيغ البنائية للمركبات الآتية. ارجع

إلى دليل حلول المسائل لمعرفة الصيغ البنائية.

a. 1- بروبانول، 2- بروبانول، إيثيل ميثيل إيثر.

b. 1،1- ثنائي كلورو إيثان و 1،2- ثنائي كلورو إيثان.

67. هيدروكسيل (4)، ألكين حلقي C=C، كربونيل، إيثر.

68. تأكد من رسومات الطلاب.

69. ارجع إلى دليل حلول المسائل.

70. a. روابط هيدروجينية.

b. عند زيادة حجم الكحول، تقل ذوبانيته في الماء.

c. عند زيادة عدد ذرات الكربون في الكحول، تزداد

الأجزاء غير القطبية في حين تبقى الأجزاء القطبية ثابتة.

ونتيجة لذلك تقل ذوبانيته في جزيئات الماء القطبية.

### مراجعة تراكمية

71. الخطوة الأبطأ التي تؤدي إلى تكوين المعقد المنشط.

72. تؤدي زيادة حجم الوعاء إلى نقصان الضغط، وبالتالي ينزاح

الاتزان نحو اليسار أي من الطرف الأقل في عدد المولات

إلى الطرف الأكثر في عدد المولات.

73. تحتوي الهيدروكربونات المشبعة على روابط أحادية،

بينما تحتوي الهيدروكربونات غير المشبعة على رابطة ثنائية

أو ثلاثية على الأقل بين ذرات الكربون.

a. ارسم جميع الصيغ البنائية الممكنة للمواد الناتجة عن تفاعل  
المهجنة الأحادي الذي يتضمن تفاعل البنجان مع Cl<sub>2</sub>.  
b. ارسم الصيغ البنائية الممكنة جميعها للمواد الناتجة  
عن تفاعل المهجنة الثاني الذي يتضمن تفاعل  
البنجان مع Cl<sub>2</sub>.

الجدول 8-15 ذوبانية الكحول في الماء  
(mol/100g H<sub>2</sub>O)

اسم الكحول	صيغة الكحول	الذوبانية
ميثانول	CH <sub>3</sub> OH	غير محدد
إيثانول	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	غير محدد
بروبانول	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> OH	غير محدد
بيوتانول	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH	0.11
بتتانول	C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	0.030
هكسانول	C <sub>6</sub> H <sub>13</sub> OH	0.058
هبتانول	C <sub>7</sub> H <sub>15</sub> OH	0.0008

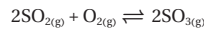
70. تقويم ادرس الجدول 8-15 من حيث ذوبانية بعض  
أنواع الكحولات في الماء. استعمل هذا الجدول للإجابة  
عن الأسئلة الآتية:

a. ما نوع الرابطة المتكونة بين مجموعة -OH في  
الكحول والماء؟  
b. مستعملاً البيانات في الجدول، جد العلاقة بين  
ذوبانية الكحول في الماء وحجم الكحول.  
c. قَدِّم تفسيراً للعلاقة التي توصلت إليها في الجزء b.

### مراجعة تراكمية

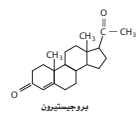
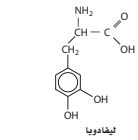
71. ما الخطوة المحددة للتفاعل؟

72. اعتماداً على مبدأ لوتشاتيليه، كيف تؤثر زيادة حجم وعاء  
التفاعل على الاتزان الآتي؟



73. قارن بين الهيدروكربونات المشبعة وغير المشبعة.

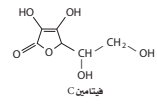
65. تفسير الرسوم العلمية اعمل قائمة بجميع المجموعات  
الوظيفية الظاهرة في المركبات العضوية الآتية:



66. التواصل اكتب الصيغة البنائية لكل المشكلات البنائية  
ذات الصيغ الجزيئية الآتية، ثم اذكر اسم كل مشكل.

a. C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O      b. C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>Cl<sub>2</sub>

67. تفسير الرسوم العلمية تحتاج الخلايا الحية في الإنسان إلى  
فيتامين C لتصنيع المواد التي تكون النسيج الضام مثل تلك  
الموجودة في الأربطة. اكتب أسماء المجموعات الوظيفية  
الموجودة في جزيء فيتامين C المبين في الشكل 8-25.



الشكل 8-25

68. حدد ارسم الصيغة البنائية لمركب عضوي مكون من أربع  
ذرات كربون وينتمي إلى كل نوع من أنواع المركبات الآتية:

a. الإسترات      b. الألدهيدات  
c. الإثيرات      d. الكحولات

69. التوقع يصف تفاعل المهجنة الأحادي تفاعل استبدال ذرة  
هيدروجين واحدة بذرة هالوجين. بينما يصف تفاعل المهجنة  
الثاني تفاعل استبدال ذرتي هيدروجين بذرتي هالوجين.

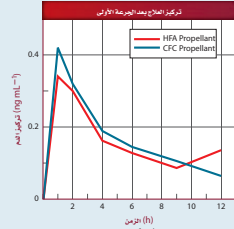
تقويم إضافي

الكتابة 2 الكيمياء

74. نظرة تاريخية اكتب قصة قصيرة حول حياتك لو كنت تعيش في القرن الثامن عشر قبل تطوير البوليمرات الصناعية.

أسئلة المستندات

مواد الصيدلية تحتوي العديد من الأدوية المستعملة لعلاج الربو على مركبات الكلوروفلوروكربون. ومع ذلك نادى بروتوكول مونتريال بفرض حظر على استعمال هذه المركبات عام 2008م واستعمال مركبات الهيدروفلوروكربون بدلاً منها. وقد وجد أن اثنين من مركبات الهيدروفلوروكربون (HFAs) غير فعالة في توصيل أدوية الربو إلى الرئتين، كما يلزم خفض جرعة الدواء إلى النصف عند استعمال الهيدروفلوروكربون. يبين الشكل 8-26 تركيز العلاج بعد استعمال بخة واحدة من مركب بيكلوميثازون باستعمال بخاخات CFC وأخرى باستعمال بخاخات HFA.



الشكل 8-26

75. بعد استعمال جرعة واحدة من علاج بيكلوميثازون beclomethasone، أي البخاخات أدت إلى تركيز أعلى للعلاج في الدم: HFA أو CFC؟

76. متى يصل تركيز العلاج إلى الذروة؟

77. نحتاج إلى نصف الكمية من العلاج عند استعمال مركبات HFA بالمقارنة بمركبات CFC للحصول على التركيز نفسه في الدم. استنتج مزايا استعمال جرعة أقل من الدواء للحصول على نتائج مماثلة.

تقويم إضافي

الكتابة في الكيمياء

74. يجب أن تتضمن إجابات الطلاب مناقشة البدائل التي يمكن استعمالها مكان البوليمرات الاصطناعية في الحياة والاستعمال اليومي، مثل أكياس البلاستيك، المطاط، النايلون وألياف البوليستر، وزجاجات البلاستيك.

أسئلة المستندات

HFA.75

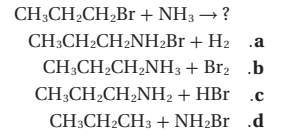
76. نحو ساعة واحدة تقريباً.

77. إذا تناول المريض نصف الجرعة، فسيكون أقل عرضة للإصابة بالآثار الجانبية للدواء.

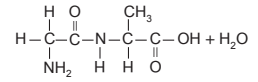
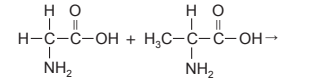
## اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

1. ما النواتج المتوقعة لهذا التفاعل؟

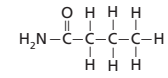


2. ما نوع التفاعل الآتي؟



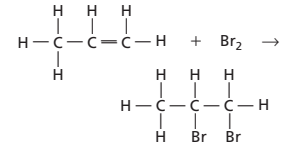
a. استبدال  
 b. تكثف  
 c. إضافة  
 d. حذف

3. ما نوع المركب الذي يمثله الجزيء الآتي؟



a. أمين  
 b. أميد  
 c. إستر  
 d. إيثر

4. ما نوع التفاعل المبين أدناه؟



a. تكثف  
 b. حذف الماء  
 c. بلمرة  
 d. هلجنة

## الاختبار المقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

1. c

2. b

3. b

4. d

5. a

6. a

أسئلة الإجابات القصيرة

7. مجموعة الكربوكسيل

8. حمض البيوتانويك

أسئلة الإجابات المفتوحة

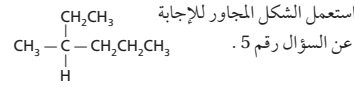
9. ليست متشكلات، فالتشكلات تمتلك الصيغة الجزيئية

نفسها ولكنها تختلف في الصيغة البنائية الهندسية. وعلى

الرغم من اختلاف هذه التراكيب، إلا أن لها الاسم وفق

نظام الأيوباك (IUPAC) نفسه 3-ميثيل بتان. فهما المركب

نفسه، ولكنها عرضت بطريقة مختلفة.



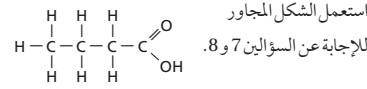
5. أي مما يأتي يعد الاسم الصحيح للمركب؟

a. 3-ميثيل هكسان  
 b. 2-ميثيل بتان  
 c. 2-بروبيل بيوتان  
 d. 1-ميثيل، 1-ميثيل بيوتان

6. أي المشتقات الهيدروكربونية له الصيغة العامة R-OH؟

a. الكحول  
 b. الأمين  
 c. الكيتون  
 d. الحمض الكربوكسيلي

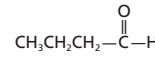
أسئلة الإجابات القصيرة



7. ما المجموعة الوظيفية الظاهرة في هذا المركب؟

8. ما اسم هذا المركب؟

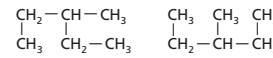
9. ما نوع المجموعة الوظيفية في المركب الآتي؟



10. ما الصيغة البنائية المختصرة للهبثان؟

أسئلة الإجابات المفتوحة

استعمل الشكل أدناه للإجابة عن السؤال رقم 11.



11. كل من الصيغتين البنائيتين أعلاه لها الصيغة الجزيئية

$\text{C}_6\text{H}_{14}$  نفسها. هل يمكن اعتبار كل منهما متشكلاً

للاخر؟ فسر إجابتك.

# المخطط التنظيمي للفصل 9: المركبات العضوية الحيوية The Chemistry of Life

**الفكرة العامة** تقوم المركبات العضوية الحيوية: (البروتينات والكربوهيدرات والليبيدات) بالنشاطات الضرورية للخلايا الحية.

أهداف القسم	القسم		
<ol style="list-style-type: none"><li>1. يصف تراكيب الأحماض الأمينية والبروتينات.</li><li>2. يشرح وظائف البروتينات في الخلايا.</li></ol>	<h2>9-1 البروتينات</h2> <p><b>الفكرة الرئيسية</b> تؤدي البروتينات وظائف أساسية تشمل تنظيم التفاعلات الكيميائية، والدعم البنائي، ونقل المواد، وتقلصات العضلات.</p>		
<ol style="list-style-type: none"><li>1. يصف تراكيب السكريات الأحادية، والثنائية، وعديدة السكر.</li><li>2. يشرح وظائف الكربوهيدرات في المخلوقات الحية.</li></ol>	<h2>9-2 الكربوهيدرات</h2> <p><b>الفكرة الرئيسية</b> تزود الكربوهيدرات المخلوقات الحية بالطاقة والمواد البنائية.</p>		
<ol style="list-style-type: none"><li>1. يصف تراكيب الأحماض الدهنية، والجليسريدات الثلاثية، والليبيدات الفوسفورية والستيرويدات.</li><li>2. يشرح وظائف الليبيدات في المخلوقات الحية.</li><li>3. يحدد بعض تفاعلات الأحماض الدهنية.</li><li>4. يربط بين تركيب الأغشية الخلوية ووظيفتها.</li></ol>	<h2>9-3 الليبيدات</h2> <p><b>الفكرة الرئيسية</b> تكوّن الليبيدات الأغشية الخلوية، وتخزن الطاقة، وتنظم العمليات الخلوية.</p>		
<ol style="list-style-type: none"><li>1. يحدّد المكوّنات البنائية للأحماض النووية.</li><li>2. يربط وظيفة DNA بتركيبه.</li><li>3. يصف تركيب RNA ووظيفته.</li></ol>	<h2>9-4 الأحماض النووية</h2> <p><b>الفكرة الرئيسية</b> تخزن الأحماض النووية المعلومات الوراثية وتنقلها.</p>		
<b>تعلم تعاوني</b>	<b>ف م</b> فوق المستوى	<b>ض م</b> ضمن المستوى	<b>د م</b> دون المستوى

الزمن المقترح للتدريس - الفصل 9 / المركبات العضوية الحيوية (7 حصص)

القسم	9-1	9-2	9-3	9-4	التقويم
عدد الحصص	2	1	2	1	1

مصادر تقويم التعلم	المواد الإثرائية الداعمة	المواد والأدوات المخبرية
<p><b>متابعة التقدم</b></p> <p>التقويم البنائي 119، 123</p> <p>ماذا قرأت؟ ص 119، 120</p> <p>تقويم القسم ص 123</p>	<p>كراسة الملاحظات التفاعلية <b>ض م</b></p> <p><b>مصادر الفصول</b></p> <p>ورقة عمل مختبر الكيمياء <b>ض م</b></p> <p>دليل مراجعة الفصل <b>ض م</b></p> <p><b>الشرائح</b></p> <p>شريحة التركيز رقم 29 <b>د م</b></p> <p>شريحة التعليم رقم 27 <b>ض م</b></p> <p>شريحة التعليم رقم 28 <b>ض م</b></p> <p>شريحة مهارات الرياضيات رقم 14 <b>ض م</b></p> <p>شريحة مهارات الرياضيات رقم 15 <b>ض م</b></p>	<p>تجربة استهلاكية ص 117: كأس سعة 400 mL، ماء، سخان كهربائي، مخبار مدرج، محلول جلوكوز، محلول بندكت، أنبوب اختبار، ساق تحريك، حمام ماء مغلي، ملقط، محلول النشاء، معلق الجيلاتين، معلق العسل.</p> <p>عرض توضيحي ص 118: فول سوداني، أنبوب اختبار، ماسك ورق تباع الشمس الأحمر، خلاص الرصاص، كلوريد الكوبلت موقد بنزن، ملقط.</p> <p>عرض سريع ص 119: مجموعة النماذج الجزيئية (الكرة والعصا)</p> <p>عرض سريع ص 122: محلول لكتوز، أنبوب اختبار، كأس، ماء دافئ، محلول بندكت.</p> <p>مختبر الكيمياء ص 137: لب البطاطس الحمراء، مخبار مدرج، فوق أكسيد الهيدروجين، مقياس درجة الحرارة، مسطرة، ماء، قطع ثلج، كأس سعة 250 mL، ساعة، أنبوب اختبار، سخان كهربائي، حامل أنابيب اختبار، معجون كبد طازجة ونيئة، ماسك أنابيب اختبار.</p>
<p><b>متابعة التقدم</b></p> <p>التقويم البنائي ص 124، 125</p> <p>ماذا قرأت؟ ص 125</p> <p>تقويم القسم ص 126</p>	<p>كراسة الملاحظات التفاعلية <b>ض م</b></p> <p><b>مصادر الفصول</b></p> <p>دليل مراجعة الفصل <b>ض م</b></p> <p><b>الشرائح</b></p> <p>شريحة التركيز رقم 30 <b>د م</b></p> <p>شريحة التعليم رقم 29 <b>ض م</b></p>	<p>عرض سريع ص 125: كرات قطن، ورق، قطع بطاطس، خشب، قطع تفاح، النشاء، خبز، بسكوت هش، معدن.</p>
<p><b>متابعة التقدم</b></p> <p>التقويم البنائي ص 128</p> <p>ماذا قرأت؟ ص 127، 128</p> <p>تقويم القسم ص 131</p>	<p>كراسة الملاحظات التفاعلية <b>ض م</b></p> <p><b>مصادر الفصول</b></p> <p><b>الشرائح</b></p> <p>شريحة التركيز رقم 31 <b>د م</b></p>	<p>عرض سريع ص 127: مشروب الذرة، كحول، زيت نباتي، ماء.</p> <p>تجربة ص 129: كأس سعة 250 mL سخان كهربائي، سمن نباتي، مخبار مدرج سعة 25 mL، إيثانول، هيدروكسيد الصوديوم 6 M، ساق تحريك، ملقط، NaCl، طبق تبخير.</p>
<p><b>متابعة التقدم</b></p> <p>التقويم البنائي ص 132، 133</p> <p>ماذا قرأت؟ ص 132، 133</p> <p>تقويم القسم ص 135</p> <p><b>تقويم ختامي</b></p> <p>مراجعة الفصل ص 139</p>	<p>كراسة الملاحظات التفاعلية <b>ض م</b></p> <p><b>مصادر الفصول</b></p> <p><b>الشرائح</b></p> <p>شريحة التركيز رقم 32 <b>د م</b></p>	<p>عرض سريع ص 133: بذور قمح نيئة، إيثانول، هاون، سائل تنظيف الصحون، حمض الستريك، ساق زجاجية.</p>

**الفكرة العامة** تقوم المركبات العضوية الحيوية (البروتينات والكربوهيدرات والليبيدات) بالأنشطة الضرورية للخلايا الحية.

#### 9-1 البروتينات

**الفكرة الرئيسية** تؤدي البروتينات وظائف أساسية تشمل تنظيم التفاعلات الكيميائية، والدعم البنائي، ونقل المواد، وتقلصات العضلات.

#### 9-2 الكربوهيدرات

**الفكرة الرئيسية** تزود الكربوهيدرات المخلوقات الحية بالطاقة والمواد البنائية.

#### 9-3 الليبيدات

**الفكرة الرئيسية** تكوّن الليبيدات الأغشية الخلوية، وتخزن الطاقة، وتنظم العمليات الخلوية.

#### 9-4 الأحماض النووية

**الفكرة الرئيسية** تخزن الأحماض النووية المعلومات الوراثية وتقلها.

#### حقائق كيميائية

- يعطي جرام واحد من الدهون أكثر من ضعف الطاقة التي تعطيها الكمية نفسها من الكربوهيدرات والبروتينات.
- الليبيدات الفوسفورية هي ليبيدات خاصة تكوّن الأغشية الخلوية للخلايا الحية.
- يتكوّن الكروموسوم البشري الواحد من جزيء DNA الذي يبلغ طوله 5 cm تقريباً إذا قمنا بشدّه.

#### الفكرة العامة

**المركبات العضوية الحيوية** لتوضيح الفكرة العامة لهذا الفصل، اطلب إلى الطلاب ومن خلال جلسة عصف ذهني، ذكر ما يعرفونه عن البروتينات، والكربوهيدرات، والليبيدات، ثم اسألهم عما يعرفونه عن البروتينات، وأي أنواع الطعام تعتبر مصدراً جيداً للبروتينات. **تقبل كل الإجابات المنطقية.** من أنواع الأغذية التي تعد مصدراً للبروتينات: اللحوم، البيض، الأجبان، الفول السوداني، البازلاء. ثم اسألهم عما يعرفونه حول الكربوهيدرات: **تقبل جميع الإجابات المعقولة.** من أنواع الأغذية التي تعد مصدراً للكربوهيدرات: البطاطس والمعكرونة. أكمل طرح الأسئلة حول الليبيدات والدهون. **تقبل جميع الإجابات المنطقية.**

#### الربط مع المعرفة السابقة

اطلب إلى الطلاب مراجعة المفاهيم الآتية قبل دراسة هذا الفصل:

- الروابط الهيدروجينية.
- المتشكلات.
- المجموعات الوظيفية، والبوليمرات.

#### استعمال الصورة

**جسم الإنسان** اطلب إلى الطلاب التمعن في صور بداية الفصل، ثم اسألهم: ما علاقة النسيج الضام في موضوع الفصل. **تكون الأنسجة الضامة من البروتينات.** ثم اسألهم: ما علاقة الأنسجة الدهنية في موضوع الفصل. **الخلايا الدهنية هي مثال على الخلايا التي تتكون من دهون.** ثم اسألهم: ما علاقة الخلايا الجلدية في موضوع الفصل. **الخلايا الجلدية هي مثال على الخلايا التي تتكون من أحماض نووية.**



## تجربة استهلاكية

**الهدف** سيختبر الطلاب أغذية مختلفة للكشف عن وجود سكر بسيط.

**احتياطات السلامة** تأكد من تعبئة الطلاب لبطاقة السلامة في المختبر قبل بدء العمل.

**التخلص من النفايات** يمكن طرح محتويات أنابيب الاختبار في حوض المغسلة مع الماء.

### استراتيجيات التدريس

- استخدم هذا الاستقصاء لتوعية الطلاب عن مهنة محتملة كعالم تغذية. اعرض عددًا من المصنقات التي توجد هذه الأيام على أوعية الطعام الجاهز حيث يقوم علماء الغذاء بتزويد هذه المعلومات للمستهلكين. ناقش مع الطلاب أهمية المعرفة في مجال الكيمياء الحيوية للإفادة منها في عمل الاختيارات الصحيحة للأغذية التي يستهلكونها.
- انظر صفحة تحضير المحاليل في مقدمة الدليل للفصل الدراسي الأول.

**النتائج المتوقعة** يغير محلول الجلوكوز والعسل لون محلول بندكت الأزرق إلى الأصفر. وهذا اختبار إيجابي للسكر الأحادي أو السكر البسيط.

## تجربة استهلاكية

### كيف تختبر وجود السكريات البسيطة؟

تزداد العديد من مصادر الغذاء المختلفة الجسم بالطاقة التي يستعملها باستمرار. وتخزن هذه الطاقة في روابط جزيئات تسمى السكريات.

### خطوات العمل

1. اقرأ نموذج السلامة في المختبر.
2. املا كأسًا سعته 400 mL بالماء إلى ثلثها، وضعها على سخان كهربائي، وسخنه حتى يغلي الماء.
3. استخدم خيارًا مدرجًا لقياس 5 mL من محلول جلوكوز تركيزه 10%، واسكه في أنبوب اختبار.
4. أضف 3.0 mL من محلول بندكت إلى أنبوب الاختبار، واخط المحلولين مستخدمًا ساق التحريك. أضف حبيبة غليان إلى أنبوب الاختبار، وهي قطعة صخرية صغيرة توضع لمنع فوران السائل في أثناء الغليان.
- تحذير: محلول بندكت مهيج للعيون والجلد.
5. ضع أنبوب الاختبار في حمام الماء المغلي باستعمال الملقط، مدة 5 دقائق.
6. يدل تغير اللون إلى الأصفر أو البرتقالي على وجود سكر بسيط. سجل مشاهداتك.
7. كرز الخطوات السابقة مستعملًا محلول النشا 10% ومعلق الجيلاتين 10%، وبعث قطرات من معلق العسل في الماء.

### تحليل النتائج

1. صف تغيرات الألوان التي شاهدتها.
  2. صنف أي الأغذية تحتوي على سكر بسيط؟
- استقصاء** فكر في وجبة العشاء التي تناولتها أمس. ما الأغذية التي احتوت على سكريات بسيطة؟ وكيف يمكن اختبار هذه الأغذية للكشف عن ذلك؟

### المطويات

المركبات العضوية الحيوية: عمل المطوية الآتية لمساعدتك على تنظيم المعلومات المتعلقة بالمركبات العضوية الحيوية.

**الخطوة 1** اطو ورقة من أوراق دفتر الملاحظات طوليًا، تاركًا حاشية على الجانب الأيسر.

**الخطوة 2** قصّ الجزء العلوي إلى أربعة ألسنة.

**الخطوة 3** اكتب العنوان الآتي على الحاشية. "المركبات العضوية الحيوية". وكتب على كل من الألسنة الأربعة أحد المصطلحات الآتية: البروتينات، الكربوهيدرات، الليبيدات، الأحماض النووية.

### المطويات

استخدم هذه المطوية مع الأقسام 1-9، و2-9، و3-9، و4-9 لخص في أثناء قراءتك هذه الأقسام التركيب العام ووظيفة المركبات العضوية الحيوية، وأعط أمثلة على كل منها.

المعلمة  
ببر المواقع الإلكترونية  
لمراجعة محتوى هذا الفصل ونشاطاته ارجع إلى الموقع: [www.obeikaneducation.com](http://www.obeikaneducation.com)

### تحليل النتائج

1. شوهد تغير في اللون من الأزرق إلى الأصفر في أنابيب الاختبار التي تحتوي على الجلوكوز والعسل. استعمل محلول الجلوكوز كتجربة ضابطة إيجابية. لم يحدث تغير في لون الأنابيب التي كانت تحتوي على نشا وجيلاتين.
2. جلوكوز وعسل.

### استقصاء

ستتباين الإجابات.

# 9-1

## 1. التركيز

### شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (29) الواردة في مصادر التعلم للفصول (6-9)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: **دم**

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

### الفكرة الرئيسية

**وظيفة البروتينات** أسأل الطلاب أين توجد البروتينات في أجسامهم. **اقبل الإجابات المعقولة جميعها.** اطلب إلى طالب أن يقرأ التعليق على الشكل 9-1، وبعد أن يقرأ الطالب السؤال، اطرح السؤال مرة ثانية. **إجابات محتملة: الشعر، الأظفار، العضلات، الأعضاء. ض م**

## 2. التدريس

### الخلفية النظرية للمحتوى

**البروتين** اكتشفت البروتينات لأول مرة في بدايات القرن التاسع عشر. ويأتي اسم بروتين من الكلمة اليونانية proteios والتي تعني أولي. هناك العديد من البروتينات المختلفة موجودة في المخلوقات الحية. وفي الواقع فإن البروتينات تتواجد فقط في المخلوقات الحية وخاصة بالأعضاء. تختلف البروتينات الموجودة في نوع من المخلوقات الحية عن البروتينات الموجودة في أنواع أخرى. والأعضاء المختلفة في المخلوق الحي نفسه مكونة من أنواع مختلفة من البروتينات

### عرض توضيحي

#### ما هو البروتين؟

#### الهدف

القيام بتقطير إتلافي لبروتين.

#### المواد والأدوات

بضع حبّات من الفول السوداني، أنبوبة اختبار زجاجية مقاومة للحرارة، ماسك، ورقة تباع الشمس الأحمر، ورق اختبار، خلاص الرصاص، ورق اختبار كلوريد الكوبلت، موقد بنزن، ملقط.

#### احتياطات السلامة

التخلص من النفايات يمكن التخلص من النواتج جميعها في سلة النفايات.

## 9-1

### الأهداف

### البروتينات Proteins

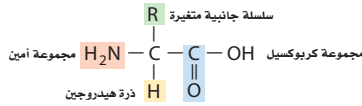
**الفكرة الرئيسية** تؤدي البروتينات وظائف أساسية تشمل تنظيم التفاعلات الكيميائية، والدعم البنائي، ونقل المواد، وتقلص العضلات.

**الربط مع الحياة** تحتوي بعض منتجات التنظيف - ومنها محلول تنظيف العدسات اللاصقة - على الإنزيمات. هل تساءلت يوماً ما الإنزيم؟

### تركيب البروتين Protein Structure

تعد الإنزيمات نوعاً من البروتينات. والبروتينات بوليمرات عضوية تتكون من أحماض أمينية مرتبطة معاً بترتيب معين. والبروتينات ليست مجرد سلاسل كبيرة من الأحماض الأمينية المرتبة عشوائياً. ويجب أن يكون البروتين مطوياً في تركيب معين ثلاثي الأبعاد حتى يعمل بشكل صحيح. وجميع المخلوقات الحية؛ ومنها الإبل والنباتات المبنية في الشكل 9-1، تتكون من البروتينات.

**الأحماض الأمينية** توجد مجموعات وظيفية كثيرة ومختلفة من الأحماض الأمينية في المركبات العضوية. والأحماض الأمينية، كما يدل اسمها، جزيئات عضوية توجد فيها مجموعة الأمين ومجموعة الكربوكسيل الحمضية. والشكل الآتي يبين التركيب العام للحمض الأميني:



يوجد في كل حمض أميني ذرة كربون مركزية محاطة بأربع مجموعات: مجموعة الأمين (-NH<sub>2</sub>)، ومجموعة الكربوكسيل (-COOH)، وذرة هيدروجين، وسلسلة جانبية متغيرة R. وتتفاوت السلسلة الجانبية من ذرة هيدروجين واحدة إلى تركيب معقد ذي حلقتين.

### مراجعة المفردات

**البوليمرات** مركبات كبيرة تتكون من وحدات متكررة عديدة تسمى المونومرات.

### المفردات الجديدة

البروتينات

الأحماض الأمينية

الرابطه الببتيدية

الببتيد

تغير الخواص الطبيعية

الإنزيم

المادة الحاضنة لفعل الإنزيم

الموقع النشط

### الشكل 9-1

تحتوي جميع المخلوقات الحية على البروتينات؛ فشعر الإبل وعضلاته جميعها تتكون من بروتينات بنائية، كما هو الحال لجذور النباتات وأوراقها.



### خطوات العمل

ضع بضع حبات من الفول السوداني في أنبوبة الاختبار وسخنه. تحذير: قم بذلك في خزانة جمع الغازات أو غرفة جيدة التهوية. ضع قطعة رطبة من ورق تباع الشمس الأحمر فوق فوهة أنبوبة الاختبار أثناء التسخين لاختبار الأمونيا. تأكد من وضع الأنبوبة بشكل مائل فوق اللهب ووجه فوهته بعيداً عنك وعن الأشخاص الآخرين. وبطريقة مماثلة استعمل ورقة خلاص الرصاص لتختبر وجود كبريتيد الهيدروجين. واستعمل ورقة اختبار كلوريد الكوبلت كذلك للكشف عن وجود الماء.

## عرض سريع



**عمل نماذج لأحماض أمينية** اعمل نماذج للحمضين الأمينين جلايسين والالين باستعمال مجموعة الكرة والعصا. وذكّر الطلاب بمعنى الكربون اللامتثال، ثم اطلب إليهم أن يحددوا عدد ذرات الكربون اللامتثالة في كل تركيب. **توجد واحدة في الأالين ولا توجد أي واحدة في الجلايسين.** اعمل نموذجًا لصورة المرآة لكل تركيب توجد فيه ذرة كربون لا متماثلة. اسأل الطلاب عن نوع التشكلات التي تمثلها هذه التراكييب. **إنها متشكلات فراغية من نوع صورة المرآة (التشكلات البصرية).** **ض م**

## التعلم البصري

الجدول 9-1 ساعد الطلاب على تحديد خواص السلاسل الجانبية المختلفة في الأحماض الأمينية المبينة في الجدول. **د م**

**ض م**

**ماذا قرأت؟** تأتي OH من مجموعة الكربوكسيل في الحمض الأميني الأول وتأتي H من مجموعة الأمين في الحمض الأميني الثاني.

2. ما العناصر الأخرى الموجودة كما يستدل عليها من أوراق الاختبار؟ **الكبريت، الهيدروجين، الأكسجين والنيتروجين.**

## التقويم

**الأداء** أعد العرض، ولكن استعمل أنواعًا أخرى من المكسرات بدلاً من الفول السوداني لترى إذا كانت تظهر النتائج نفسها عند حرقها.

## أمثلة على الأحماض الأمينية

الجدول 9-1

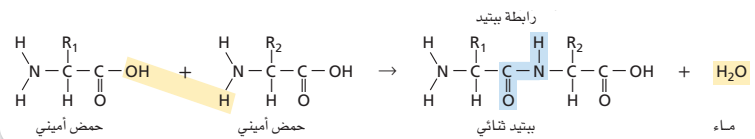
$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{NH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H} \end{array}$ <p>اللايسين</p>	$\begin{array}{c} \text{SH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H} \end{array}$ <p>السيستين</p>	$\begin{array}{c} \text{OH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H} \end{array}$ <p>السيرين</p>	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H} \end{array}$ <p>الجلايسين</p>
$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H} \end{array}$ <p>فينيل الأالين</p>	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \text{ CH}_3 \\   \quad   \\ \text{CH} \\   \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H} \end{array}$ <p>الفالين</p>	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{C}-\text{NH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H} \end{array}$ <p>الجلوتامين</p>	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H} \end{array}$ <p>حمض الجلوتامك</p>

ادرس السلاسل الجانبية المختلفة للأحماض الأمينية المبينة في الجدول 9-1، وحدّد الألكانات غير القطبية، ومجموعات الهيدروكسيل القطبية، والمجموعات الحمضية والقاعدية مثل مجموعات الكربوكسيل والأمين، والحلقات الأروماتية، والمجموعات التي تحتوي على الكبريت. يزداد هذا التنوع الواسع للسلاسل الجانبية الأحماض الأمينية المختلفة بتنوع كبير من الخواص الكيميائية والفيزيائية، ويساعد البروتينات على أداء وظائف عديدة ومختلفة.

**الرابطة الببتيدية** توفر مجموعات الأمين والكربوكسيل مواضع ربط مناسبة لربط الأحماض الأمينية معًا. ولأن الحمض الأميني هو في الوقت نفسه أمين وحمض كربوكسيلي، لذا يستطيع حمضان أمينيان أن يتحدوا لتكوين أميد، وينطلق ماء في هذه العملية. هذا التفاعل هو تفاعل تكثف. وكما يبين الشكل 9-2، فإن مجموعة الكربوكسيل لأحد الحمضين الأمينيين تتحد مع مجموعة الأمين في الحمض الثاني لتكوين مجموعة الأميد الوظيفية.

**ماذا قرأت؟** اشرح كيف تتكون مجموعة الأميد الوظيفية.

**الشكل 9-2** ترتبط مجموعة الأمين لأحد الحمضين الأمينيين بمجموعة الكربوكسيل لحمض أميني آخر لتكوين ببتيد ثنائي وماء، والمجموعة العضوية الوظيفية التي تتكون تسمى رابطة ببتيد.



119

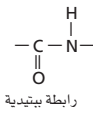
## النتائج

يصبح البروتين أسود اللون عند التسخين، مما يدل على وجود الكربون. وستغير الأمونيا لون ورق تباع الشمس الأحمر إلى الأزرق. كما تتحول ورقة خلات الرصاص إلى اللون الأسود وهذا اختبار إيجابي لوجود  $\text{H}_2\text{S}$ . كما أن تغير لون ورقة اختبار كلوريد الكوبلت يدل على وجود الماء.

## التحليل

1. على ماذا يدل تحول البروتين إلى اللون الداكن من حيث مكوناته؟ **كربون.**

## الرياضيات في الكيمياء



الشكل 9-3 تجمع الرابطة  
البيتيدية حمضين أميينين  
لتكوين ثنائي البيبتيد.

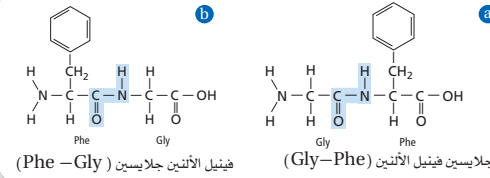
يطلق المختصون في الكيمياء الحيوية على رابطة الأميد المبينة في الشكل 3-9، والتي تجمع حمضين أميينين اسم **الرابطة البيبتيدية**. كما يطلق على السلسلة المكونة من حمضين أميينين أو أكثر مرتبطة معاً بروابط بيتيدية البيبتيد. أما الجزء المكون من حمضين أميينين مرتبطين معاً برابطة بيتيدية فيسمى ثنائي البيبتيد. ويبين الشكل 4a-9 تركيب ثنائي بيتيد مكوناً من الحمضين الأميينين الجلايسين (Gly) وفينيل الأليلين (Phe). في حين يبين الشكل 4b-9 ثنائي بيتيد آخر مختلفاً مكوناً أيضاً من الجلايسين وفينيل الأليلين. فهل Phe-Gly هو المركب نفسه؟ لا، إلهما مختلفان. تفحص هذين المركبين ثنائي البيبتيد لترى أن الترتيب الذي يرتبط فيه ثنائي البيبتيد مهم، فما زال كل طرف من وحدة الحمضين الأميينين في ثنائي البيبتيد لديه مجموعة حرة: أحد الطرفين لديه مجموعة كربوكسيل حرة، والطرف الآخر لديه مجموعة أمين حرة. وتستطيع كل من هاتين المجموعتين الارتباط مع الطرف المقابل من حمض أميني آخر، مكونة المزيد من الروابط البيبتيدية. وتقوم الخلايا الحية دائماً ببناء البيبتيدات بإضافة أحماض أمينية إلى الطرف الكربوكسيلي من الطرف النامي.

ماذا قرأت؟ اشرح الفرق بين البيبتيد وثنائي البيبتيد.

**عديد البيبتيد** كلما زاد طول السلسلة البيبتيدية أصبح من الضروري إعطاؤها أسماء أخرى. فالسلسلة المكونة من عشرة أحماض أمينية أو أكثر متصلة معاً بروابط بيتيدية تسمى عديد البيبتيد. ويتضمن الشكل 5-9 مثالا على عديد البيبتيد. وعندما يصل طول السلسلة نحو 50 حمضاً أمينياً يطلق عليها اسم بروتين.

ولأن هناك 20 حمضاً أمينياً فقط تستطيع تكوين البروتينات، لذا فقد يبدو منطقيًا وجود عدد محدود فقط من تركيب البروتينات. ولكن البروتين يمكن أن يحتوي على 50 حمضاً أمينياً على الأقل، أو أكثر من 1000 حمض أميني مرتبة في أي تتابع ممكن. ولحساب عدد التتابعات الممكنة لهذه الأحماض الأمينية افترض أن كل موقع على السلسلة يمكن أن يكون فيه 20 حمضاً أمينياً محتملاً. البيبتيد الذي يحتوي على n من الأحماض الأمينية فهناك  $20^n$  من التتابعات المحتملة للأحماض الأمينية. وهكذا فإن ثنائي البيبتيد الذي يتكون من حمضين أميينين فقط يمكن أن يكون له  $20^2$ ، أو 400 تتابع محتمل للأحماض الأمينية. وحتى أصغر البروتينات، والذي يحتوي على 50 حمضاً أمينياً فقط لديه  $20^{50}$  أو أكثر من  $1 \times 10^{65}$  احتمال من ترتيبات الأحماض الأمينية! ولأن خلايا الإنسان تصنع ما بين 80,000 و 100,000 بروتين مختلف، لذا يمكنك أن ترى أن هذا عبارة عن جزء صغير فقط من مجموع عدد البروتينات المحتملة.

ماذا قرأت؟ احسب عدد التتابعات المحتملة لسلسلة بيتيد تتكون من أربعة أحماض أمينية.



120

**البيبتيدات** يمكن إيجاد عدد البيبتيدات التي تتكون من عدد ثابت من الأحماض الأمينية باستعمال الصيغة  $20^n$ ، حيث تمثل n عدد الأحماض الأمينية في البيبتيد. ويمكن أن يفهم الطلاب هذه الصيغة بشكل أفضل إذا شرحت على النحو الآتي: كل موقع في بيتيد عشوائي هناك احتمال  $1/20$  لوجود أي حمض أميني معين. وبالنسبة لموقعين فإن احتمال وجود أي حمضين أميينين هو  $1/20 \times 1/20 = 1/400$ .

وهذا يدل على أنه يوجد واحد من 400 ثنائي بيتيد محتمل في تتابع معين للحمضين الأميينين. ونسبة  $1/400$  هي مقلوب  $(20)^2$  والذي يعني أيضاً أنه يوجد 400 ثنائي بيتيد محتمل.

## الإثراء

**البروتين** وزع الطلاب في مجموعات ثلاثية أو رباعية واطلب إلى كل مجموعة أن تجري بحثاً حول اسم، ووظيفة، وتعاقد بروتين بشري معروف. تستطيع مجموعات الطلاب أن تعد عروضاً صيفية لنتائج أبحاثهم، أو ينشؤوا صفحات إلكترونية على شبكة الإنترنت لاستعمال الصفوف الأخرى.

ماذا قرأت؟ البيبتيد عبارة عن سلسلة مكونة من حمضين أميينين أو أكثر مرتبطة معاً بروابط بيتيدية، وعندما تجمع الرابطة البيبتيدية حمضين أميينين فقط يتكون ثنائي البيبتيد.

ماذا قرأت؟  $20^4$  أو  $1.6 \times 10^5$

إجابة سؤال الشكل 4-9 تغيير ترتيب تسلسل الأحماض الأمينية يغير هوية المركب. فبينما يكون Gly-Phe عبارة عن جلايسين مع مجموعة أمين حرة، يتكون Phe-Gly من فينيل الأليلين مع مجموعة أمينية حرة.

## طرائق تدريس متنوعة

**دون المستوى** ارسم البيبتيد المبين في الشكل 4-9 بحروف كبيرة على ورقتين منفصلتين، واقطع أجزاء الورق على طرفي الرابطة البيبتيدية في شكل متعرج مكوناً قطعتين شبيهتين بقطع تركيب الصور.

أخبر الطلاب أن الرابطة البيبتيدية تجمع حمضين أميينين مختلفين معاً لتكوين ثنائي بيتيد كامل بالطريقة نفسها التي يلتقي فيها مساران يبدوان لا علاقة لهما ببعضهما البعض، فيرتبطان معاً لتكوين صورة

متكاملة. دم

## المفاهيم الشائعة غير الصحيحة



قد يكون الطلاب ملّمين بدور الكربوهيدرات والبروتينات والليبيدات فقط كمكونات للأغذية التي يأكلونها.

## الكشف عن المفاهيم الشائعة غير الصحيحة

اطلب إلى الطلاب أن يذكروا بعض الوظائف المهمة للبروتينات، والكربوهيدرات والليبيدات.

## عرض المفهوم

قسّم الصف إلى ثلاث مجموعات. واطلب أن تقدم كل مجموعة قائمة تتضمن عددًا من الأمثلة، أو إحضار عينات لوظائف أخرى لواحد من هذه المركبات. وعندما يعرض الطلاب الوظائف الأخرى العديدة التي تقوم بها هذه المركبات في المخلوقات الحية، وضح لهم أنهم يأكلون هذه المركبات حتى تستطيع خلايا الجسم استعمال وحدات البناء هذه لبناء مواد أخرى يحتاج إليها الجسم.

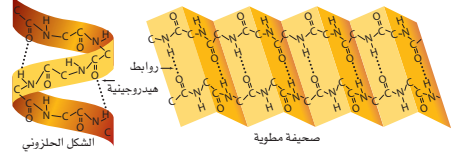
## تقويم المعرفة الجديدة

اطلب إلى الطلاب التعرف على أمثلة إضافية عن مواد تتكون من البروتينات، أو الكربوهيدرات، أو الليبيدات. **ضم م**

## استخدام المصطلحات العلمية

الإنزييمات اطلب إلى الطلاب كتابة جمل توضح معاني المصطلحين: إنزيم، والموضع النشط. **دم**

**الشكل 5-9** يتضمن طي سلاسل الببتيد في صورة شكل حلزوني أو صحيفة مطوية. تثبت الأحماض الأمينية في مواقع معينة بواسطة الروابط الهيدروجينية. وهناك عدد من التفاعلات بين السلاسل لا تظهر هنا، ولكنها تؤدي دوراً مهماً في تحديد الشكل الثلاثي الأبعاد للعديد الببتيد.



## واقع الكيمياء في الحياة



**البابايين** هو أحد أمثلة الإنزييمات التي قد تكون استعملتها ويوجد في البابايا، والأناناس، ومصادر نباتية أخرى. ويعمل هذا الإنزيم عاملاً مساعداً في التفاعل الذي يفكك جزيئات البروتين، ويجزئها إلى أحماض أمينية حرة. والبابايين هو العامل الفعّال في بقاء اللحوم طرية؛ فعندما تنشر البابايين المجفف على اللحم الرطب فإنه يكوّن محلولاً يكسر ألياف البروتين القاسية في اللحم فيجعلها أكثر طراوة.

**تركيب البروتين الثلاثي الأبعاد** تبدأ السلاسل الطويلة المكونة من الأحماض الأمينية بالطي مكونة أشكالاً ثلاثية الأبعاد قبل أن يكتمل تكوينها. ويتحدد الشكل الثلاثي الأبعاد عن طريق التفاعلات بين الأحماض الأمينية. فقد تتكون بعض أجزاء عديد الببتيد في صورة شكل حلزوني يشبه لفات سلك الهاتف. وقد تتشبي بعض الأجزاء الأخرى إلى الأمام وإلى الخلف بصورة متكررة مكونة تركيباً على هيئة صحيفة مطوية عدة طيات. وقد تتشبي سلسلة العديد الببتيد إلى الخلف على نفسها وتغير اتجاهها. كما يمكن أن يحتوي بروتين معين على عدة لولب، وصحائف، ولفات، وقد لا يحتوي على أي منها. وبين الشكل 5-9 نمط الطي للولب نموذجي وصحيفة. والشكل الكلي الثلاثي الأبعاد للعديد من البروتينات شكل كروي غير منتظم. وهناك أنواع أخرى من البروتينات لها شكل ليفي طويل. وشكل البروتين مهم لعمله، فإذا تغير هذا الشكل فقد لا يستطيع أن يقوم بعمله داخل الخلية.

تغير الخواص الطبيعية ينتج عن التغيرات في درجة الحرارة وقوة الرابطة الأيونية والرقم الهيدروجيني pH والعوامل الأخرى انفكك طيات البروتين ولوالبه، فيؤدي هذا إلى **تغير الخواص الطبيعية (Denaturation)** الأصلية للبروتين، وهي العملية التي تشبه تركيب البروتين الطبيعي الثلاثي الأبعاد وتمزقه أو تتلفه. ويؤدي الطبخ عادة إلى تغير الخواص الطبيعية للبروتينات في الأغذية. فعند سلق بيضة تصبح صلبة لأن زلال البيضة الغني بالبروتين يتصلب نتيجة تغير الخواص الطبيعية للبروتين. ولما كانت البروتينات تعمل بصورة صحيحة فقط عندما تكون مطوية، لذا فإنها تصبح غير فعالة بصورة عامة إذا حدث لها تحويل في خواصها الطبيعية.

## وظائف البروتينات المتعددة

### The Many Functions of Proteins

تؤدي البروتينات أدواراً كثيرة في الخلايا الحية؛ فهي تقوم بتسريع التفاعلات الكيميائية، ونقل المواد، وتنظيم العمليات الخلوية، والدعم البنائي للخلايا، والاتصالات داخل الخلايا وفيها بينها، وتسريع حركة الخلايا، وتعمل عمل المصدر للطاقة عند شح المصادر الأخرى.

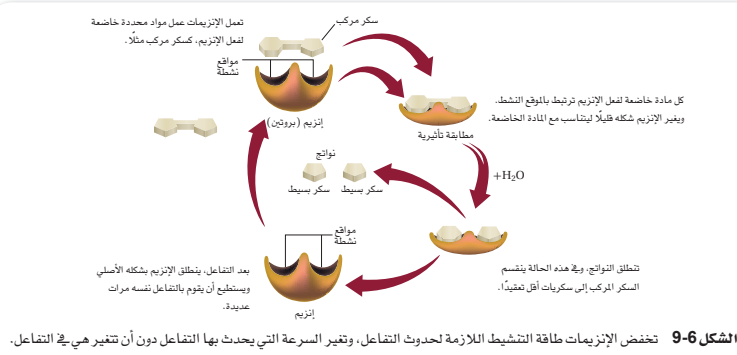
**تسريع التفاعلات** يعمل العدد الأكبر من البروتينات في معظم المخلوقات الحية عمل الإنزييمات والعوامل المحفزة للتفاعلات الكثيرة التي تحدث في الخلايا الحية. يعد الإنزيم عاملاً محفزاً حيوياً؛ حيث يعمل على تسريع التفاعل الكيميائي دون أن يُستهلك في هذا التفاعل. ويؤدي عادة إلى تخفيض طاقة تنشيط التفاعل عن طريق تثبيت الحالة الانتقالية.

## مشروع الكيمياء

**لاينس بولينج** اطلب إلى الطلاب أن يعملوا بحثاً حول عمل العالم الأمريكي لاينس بولينج ويقدموا تقارير صفية بنتائجهم. إذا لم يذكر الطلاب أن بولينج له اكتشافات في حقول عديدة مختلفة في الكيمياء، وأنه نال جائزة نوبل مرتين، واحدة في الكيمياء والأخرى للسلام، ذكرهم أنت بذلك. **ضم م**

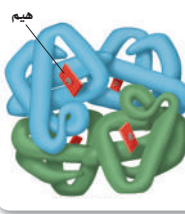
## بناء نموذج

**الهيموجلوبين** اطلب إلى الطلاب أن يستعملوا الأسلاك القابلة للتشكل لبناء نموذج للهيموجلوبين مستعملين التركيب المين في 7-9 واطلب إليهم أن يبينوا بوضوح موقع مجموعات الهيم الذي يحتوي على الحديد والذي يرتبط به الأكسجين.



كيف تعمل الإنزيمات؟ إن مصطلح **مادة خاضعة لفعل الإنزيم** يشير إلى مادة متفاعلة في تفاعل يعمل الإنزيم فيه عمل عامل محفز، كما في الشكل 6-9. وترتبط المواد الخاضعة لفعل الإنزيم بمواقع معينة على جزيئات الإنزيم، وهي عادة عبارة عن جيوب أو شقوق. وتسمى النقطة التي ترتبط بها المواد الخاضعة لفعل الإنزيم **الموقع النشط** للإنزيم. وعندما ترتبط المادة الخاضعة بالموقع النشط يغير هذا الموضع شكله قليلاً ليحيط بالمادة الخاضعة بصورة أكثر إحكاماً، وتسمى هذه العملية المطابقة التأثيرية؛ إذ يجب أن تتطابق أشكال المواد الخاضعة مع شكل الموقع النشط، بالطريقة نفسها التي تتطابق بها قطع الألغاز أو القفل والمفتاح. ولن يرتبط الجزء الذي يختلف شكله قليلاً عن شكل المادة الخاضعة المعتادة للإنزيم بصورة جيدة بالموقع النشط، وقد لا يحدث التفاعل. ويسمى التركيب المتكون من الإنزيم والمادة الخاضعة عند ارتباطها مركب الإنزيم والمادة الخاضعة. فالجسم الكبير لجزيئات الإنزيم يمكنها من تكوين روابط متعددة مع المواد الخاضعة، كما يسمح التنوع الكبير للسلاسل الجانبية للأحماض الأمينية في الإنزيم بتكوين عدد من القوى بين الجزيئية المختلفة. وتخفّض القوى بين الجزيئية هذه طاقة التنشيط اللازمة للتفاعل؛ حيث تنكسر الروابط وتتحول المادة الخاضعة لفعل الإنزيم إلى نواتج.

الشكل 9-7 الهيموجلوبين بروتين كروي، فيه أربع سلاسل متعددة الببتيد، يحتوي كل منها على مجموعة حديد تسمى هيم، يرتبط معها الأكسجين.



122

### ماذا قرأت؟ صف بكمياتك الخاصة كيف يعمل الإنزيم؟

**بروتينات النقل** تنقل بعض البروتينات جسيمات أصغر منها في أرجاء الجسم. وبين الشكل 7-9 بروتين الهيموجلوبين، الذي ينقل الأكسجين في الدم من الرئتين إلى سائر الجسم. وهناك بروتينات أخرى تتحد بجزيئات حيوية تسمى ليبيدات؛ لتقلها من جزء من الجسم إلى جزء آخر خلال مجرى الدم.

## عرض سريع



**الإنزيمات** ضع 5 mL من محلول لاكتوز تركيزه 2% محضراً حديثاً في كل من أنبوتي اختبار مكتوب على أحدهما "لاكتيز" وعلى الآخر "ضابط". أضف حبة أنزيم لاكتيز مطحونة إلى الأنبوب "لاكتيز". حرك محتويات كل أنبوبة اختبار بلطف واتركهما في كأس ماء دافئ لمدة 2-4 دقائق. اطلب إلى اثنين من الطلاب أن يختبرا كل أنبوبة للكشف عن وجود الجلوكوز باستعمال محلول بندكت أو شرائح الكشف عن الجلوكوز. اسأل الطلاب أن يشرحوا ما حصل في كل أنبوبة. قام إنزيم اللاكتيز بتفكيك اللاكتوز منتجاً جلوكوز وجلاكتوز، مما أعطى اختباراً إيجابياً لوجود سكريات بسيطة. أما أنبوب الضبط فقد أعطى نتيجة سالبة لعدم وجود الأنزيم. **ض م**

## طرائق تدريس متنوعة

**دون المستوى** من أجل فهم أفضل لمفهوم تكوين البوليمرات، دع الطلاب يستعملوا مشابك الورق لتمثيل كيف تستطيع الوحدات الأساسية من الأحماض الأمينية أن تكون بوليمرات بروتينية. **د م**

## دفتر الكيمياء

**الإنزيمات** اطلب إلى الطلاب أن يقوموا ببحث حول أحد الإنزيمات وعمل ملصق يصف المواد الخاضعة لفعل هذا الإنزيم، ووظائفه، واستعمالاته. اعرض الملصقات في غرفة الصف إذا كان ذلك ممكناً.

### ماذا قرأت؟ إجابة محتملة:

تعمل الإنزيمات مواد خاضعة لفعل الإنزيم، فترتبط المادة الخاضعة لفعل الإنزيم بالموقع النشط للإنزيم. كما يغير الإنزيم شكله ليتناسب مع المادة الخاضعة لفعله. فتتكسر الروابط وتتحول المادة الخاضعة لفعل الإنزيم إلى نواتج. ولكن لا يتغير الإنزيم ويمكن أن يقوم بالعملية نفسها مرات عديدة.

## مختبر الكيمياء

يمكن استعمال مختبر الكيمياء الموجود في نهاية هذا الفصل عند هذا الجزء من الدرس.

## التقويم

مهارة اسأل الطلاب لماذا يجب حقن هرمون الأنسولين وعدم أخذه عن طريق الفم. الأنسولين بروتين يجب أن يحتفظ بتركيبه ثلاثي الأبعاد حتى يعمل بشكل صحيح. إذا تم ابتلاع الأنسولين، تقوم أنزيمات الجهاز الهضمي بتفكيك جزيئاته إلى أحماض أمينية حرة. **ض م**

### 3. التقويم

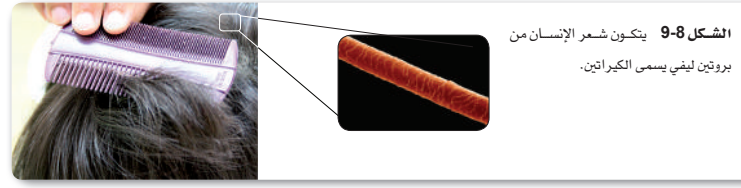
#### التحقق من الفهم

اطلب إلى الطلاب أن يكتبوا فقرة قصيرة تصف وظائف البروتين في المخلوقات الحية. **ض م**

#### إعادة التدريس

استخدم قطارة لوضع بضع قطرات من بيروكسيد الهيدروجين 3% على بعض المواد الآتية: أجزاء مقطوعة من الفواكه أو الخضروات، أجزاء غير مقطوعة من الفواكه أو الخضروات، خشب، وحجارة، وورق. اطلب إلى الطلاب أن يشرحوا النتائج. **ستكون فقاعات على جميع المواقع التي وضع عليها فوق أكسيد الهيدروجين إذا كانت مادة حية مقطوعة؛ وستكون القليل من الفقاعات أو قد لا تكون فقاعات على المواد الحية غير المقطوعة وعلى المواد غير الحية.** والسبب يعود إلى إطلاق الخلايا التي تضررت في مواقع القطع أنزيمًا يساعد على تحلل فوق أكسيد الهيدروجين. والفقاعات هي غاز الأكسجين الناتج في هذا التفاعل.  $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$

التخلص من النفايات: اغسل فوق أكسيد الهيدروجين عن المواد بقاء الحنفية. **ض م**



الشكل 8-9 يتكون شعر الإنسان من بروتين ليفي يسمى الكيراتين.

**الدعم البنائي** تقتصر بعض البروتينات على وظيفة وحيدة هي تكوين تركيب حيوية للمخلوقات الحية، وتعرف هذه الجزيئات باسم البروتينات البنائية. والبروتين البنائي الأكثر توافراً في معظم الحيوانات هو الكولاجين، وهو جزء من الجلد والأوتار والأربطة والعظام. وتشمل البروتينات البنائية الأخرى: الريش والفرو والصوف والحوافر والأظفار والشرنقات، والشعر، كما في الشكل 8-9.

**الاتصالات** الهرمونات جزيئات تحمل الإشارات من أحد أجزاء الجسم إلى جزء آخر. وبعض الهرمونات بروتينات. فالأنسولين -وهو مثال مألوف للبروتينات- هرمون بروتيني صغير يتكون من 51 حمضاً أمينياً تنتجه بعض خلايا البنكرياس. وعندما يُطلق الأنسولين إلى مجرى الدم يعطي إشارات لخلايا الجسم أن سكر الدم متوافر بكثرة ويجب تخزينه. يؤدي عدم توافر الأنسولين في كثير من الأحوال إلى مرض السكري الذي ينتج عن كثرة السكر في مجرى الدم.

ولما كانت التقنية الحديثة قد جعلت تصنيع البروتينات في المختبر ممكناً، لذا فقد تم صناعة بعض الهرمونات البروتينية لاستعمالها أدوية. ومن ذلك الأنسولين، وهرمونات الغدة الدرقية، وهرمونات النمو. وتستخدم البروتينات الطبيعية والصناعية في العديد من المنتجات، من محاليل التنظيف إلى وسائل المساعدة الصحية والتجميلية.

#### المطويات

ضمّن مطوبتك معلومات من هذا القسم.

### التقويم 9-1

#### الخلاصة

- المفكرة **النيسة** صف ثلاثة بروتينات، وحدّد وظائفها.
- قارن بين بناء الأحماض الأمينية، وثنائي الببتيد، وعديد الببتيد، والبروتين، أيها له أكبر كتلة جزيئية، وأيها له أصغر كتلة جزيئية؟
- ارسم تركيب ثنائي الببتيد Gly-Ser، وضع دائرة حول الرابطة الببتيدية.
- قوّم ما خواص البروتينات التي تجعلها عوامل مساعدة مفيدة؟ وفيه تختلف عن عوامل مساعدة أخرى سبق أن درستها؟
- اشرح ثلاث وظائف للبروتينات في الخلايا، أعط مثالاً على كل وظيفة.
- صنّف حمضاً أمينياً من الجدول 9-1 يمكن تصنيفه في كل فئة من الأزواج الآتية:
  - غير قطبي مقابل قطبي
  - أروماتي مقابل أليفاتي
  - حمضي مقابل قاعدي

123

### التوسع

اطلب إلى الطلاب معرفة أي المنتجات المنزلية تحتوي على إنزيمات. ودعهم يتشاركون بنتائجهم مع الصف. **ض م**

### التقويم 9-1

- الباباين: إنزيم يُكسّر البروتين إلى أحماض أمينية الهيموجلوبين: ينقل الأكسجين في الجسم.
  - الكولاجين: بروتين بنائي يوجد في الجلد، والأربطة، والأوتار، والعظم.
  - الأحماض الأمينية هي جزيئات من المركبات العضوية يرتبط بعضها ببعض. يتكون ثنائي الببتيد إذا ارتبط حمضان أمينيان، ويتكون متعدد ببتيد إذا ارتبط أكثر من عشرة أحماض أمينية، أما إذا ارتبط أكثر من خمسين حمضاً أمينياً فيتكون بروتين. من الأصغر إلى الأكبر: حمض أميني، ثنائي الببتيد، عديد الببتيد، بروتين.
  - يجب أن يبين التركيب أن COOH من الجللايسين و NH<sub>2</sub> من سيرين يساهمان في عمل رابطة ببتيدية. ارجع إلى دليل حلول
- المسائل لتري التركيب.
- البروتينات هي عوامل محفزة مفيدة بسبب حجمها الكبير والعدد الكبير والمتنوع من المجموعات الوظيفية على السلاسل الجانبية للأحماض الأمينية. معظم العوامل المحفزة غير العضوية هي مركبات أصغر بكثير.
  - تعمل البروتينات كأنزيمات، لنقل مركبات أصغر، وفي تكوين تراكيب، وكهرمونات.
  - a. لا قطبي: Gly، Val، Phe؛ قطبي: Ser، Cys، Gln، Lys، Glu؛ أروماتي: Phe؛ أليفاتي: الآخرون جميعاً. c. حمضي: Glu؛ قاعدي: Lys.

# 9-2

## 1. التركيز

### شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (30) الواردة في مصادر التعلم للفصول (6-9)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: **دم**

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

### الفكرة الرئيسية

**الكربوهيدرات** لتركيز انتباه الطلاب على الكربوهيدرات، اسألهم عن أسماء أغذية مختلفة تحتوي على الكربوهيدرات واكتب أسماء هذه الأغذية على السبورة. **عينة أغذية: الخبز بأنواعه، المعكرونة، وأي شيء يحتوي على سكر.** اسأل الطلاب إذا كانوا يعرفون الوظيفة الأولية للكربوهيدرات في المخلوقات الحية. **مصدر للطاقة. ضم م**

## 2. التدريس

### الخلفية النظرية للمحتوى

**الكيتين** هو واحد من المركبات العضوية الأكثر توافراً على الأرض. وهو سكر متعدد يتكون من السكر الأميني جلوكوزامين. ويوجد الكيتين في الهيكل الخارجي للحشرات والقشريات وفي الجدران الخلوية للفطريات.

### التقويم

**الأداء** دع الطلاب يستعملوا مجموعة النماذج الكيميائية أو كرات العلكة وأعواد الأسنان لعمل نماذج الجلوكوز في التركيب الحلقي وتركيب السلسلة المفتوحة. **ضم م**

### دفتر الكيمياء

**أنظمة الغذاء منخفضة الكربوهيدرات** اطلب إلى الطلاب أن يجدوا معلومات عن أنظمة غذاء منخفضة الكربوهيدرات في الصحف والمجلات والتلفزيون. اطلب إليهم أيضاً أن يقوموا ببحث حول سلامة ذلك النوع من النظام الغذائي وأن يكتبوا تقريراً عنه. **ضم م**

## 9-2

### الأهداف

### الكربوهيدرات Carbohydrates

**الفكرة الرئيسية** تزود الكربوهيدرات المخلوقات الحية بالطاقة والمواد البنائية.

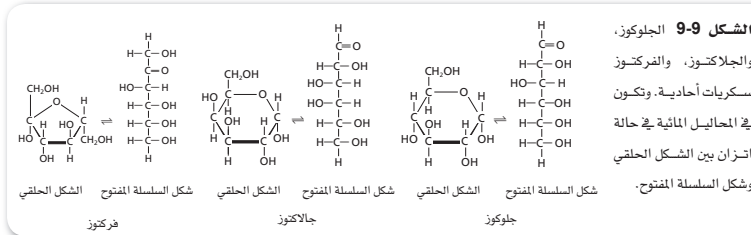
**الربط مع الحياة** هناك تركيز كبير من وسائل الإعلام على الكربوهيدرات. فقد أصبح النظام الغذائي القليل الكربوهيدرات طريقة مفضلة للتحكم في الوزن، إلا أن الكربوهيدرات مصدر مهم لطاقة الجسم.

### أنواع الكربوهيدرات Kinds of Carbohydrates

يعطي تحليل كلمة كربوهيدرات لمحة عن تركيب هذه المجموعة من الجزيئات. أدت الملاحظات القديمة - التي بينت أن الصيغة الكيميائية العامة لهذه المركبات هي  $C_n(H_2O)_n$ ، والتي تبدو وكأنها هيدرات الكربون - إلى تسميتها كربوهيدرات. ومع أن العلماء الآن يعرفون أنه لا توجد جزيئات ماء كاملة مرتبطة مع الكربوهيدرات إلا أن الاسم بقي من دون تغيير.

الوظيفة الرئيسة للكربوهيدرات في المخلوق الحي هي أنها مصدر للطاقة المختزنة. وتضم الأغذية الغنية بالكربوهيدرات الحليب والفواكه والخبز والبطاطس. والكربوهيدرات مركبات عضوية تحتوي على عدة مجموعات من الهيدروكسيل (-OH)، بالإضافة إلى مجموعة الكربونيل الوظيفية (C=O). وهذه الجزيئات تتراوح في قياسها بين وحدة بنائية واحدة إلى بوليمرات مكونة من مئات أو حتى آلاف وحدات البناء الأساسية.

**السكريات الأحادية** أبسط أنواع الكربوهيدرات، والتي كثيراً ما تسمى سكريات بسيطة هي **السكريات الأحادية**. تحتوي أكثر السكريات الأحادية شبيهاً بخمس أو ست ذرات كربون. ويبين الشكل 9-9 أمثلة على السكريات الأحادية. لاحظ وجود مجموعة كربونيل على إحدى ذرات الكربون ومجموعات هيدروكسيل على معظم ذرات الكربون الأخرى. إن وجود مجموعة الكربونيل يجعل هذه المركبات إما ألدهيدات وإما كيتونات، وذلك بحسب موقع مجموعة الكربونيل. كما أن تعدد المجموعات القطبية يجعل السكريات الأحادية قابلة للذوبان في الماء، ويعطيها درجات انصهار عالية.



### طرائق تدريس متنوعة

**فوق المستوى** اطلب إلى الطلاب أن يرسموا الصيغة البنائية للجلوكوز، وعمل نموذج كرة وعصا للجلوكوز، وتحديد اسمه حسب نظام الأيوباك IUPAC 2، 3، 4، 5، 6 - خماسي هيدروكسي هكسانال. **ف م**

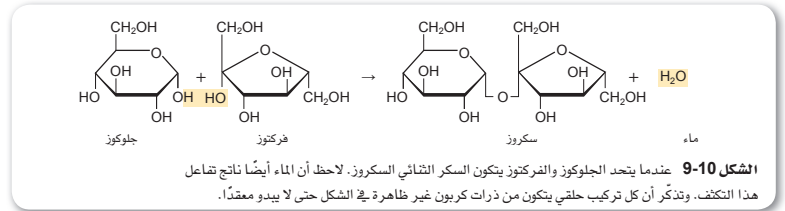


✓ **ماذا قرأت؟ السكر الأحادي هو سكر بسيط. ويحتوي السكر الثنائي على سكرين أحاديين. أما السكر المتعدد فيحتوي على 12 وحدة بناء أساسية من الجلوكوز أو أكثر.**

## عرض سريع



**الكشف عن النشا** اعرض أمام الطلاب عددًا من المواد من ضمنها كرات قطن، وورق، وقطع بطاطس، وخشب، وقطع تفاح، ونشا، وخبز، وبسكويت هش، ومعدن. اسأل الطلاب أي من هذه المواد سيعطي نتيجة إيجابية لاختبار الكشف عن النشا؟ **البطاطس، الخبز، والبسكويت كلها تحتوي على نشا.** اطلب إلى طالب أن يستعمل قطارة لوضع قطرة أو اثنتين من محلول اليود على كل مادة. واطلب إلى الصف أن يفسر النتائج. **سيصبح لون المواد التي تحتوي على النشا أزرق بنفسجياً نتيجة لتكوّن مركب معقد من النشا واليود.** ويصبح لون المواد المحتوية على السليولوز (قطن، ورق، وخشب) **بنياً** نتيجة لتكون مركب مماثل. **ضم م**



### المفردات

#### أصل الكلمة

العديدة السكر (Polysaccharide) اشتق هذا الاسم من الكلمة اليونانية Polys، والتي تعني "متعدد"، والكلمة السنسكريتية القديمة Sakkara، والتي تعني "سكر".

الجلوكوز سكر سداسي الكربون، وله تركيب ألدهيد. ويوجد بتركيز عالٍ في الدم؛ لأنه يعمل بوصفه مصدرًا رئيسًا للطاقة الفورية للجسم. ولهذا السبب يسمى الجلوكوز في كثير من الأحيان سكر الدم.

والجلالكتوز سكر على علاقة وثيقة بالجلوكوز، ويختلف عنه فقط في كيفية اتجاه ذرة الهيدروجين ومجموعة الهيدروكسيل في الفراغ حول إحدى ذرات الكربون الست. وتجعل هذه العلاقة من الجلوكوز والجالالكتوز متشكّلين هندسيين. فالفركتوز، الذي يعرف بسكر الفاكهة لأنه موجود في معظم الفواكه، هو سكر أحادي يتكون من ست ذرات كربون له تركيب كيتون. كما أن الفركتوز متشكّل بنيائي للجلوكوز. عندما تكون السكريات الأحادية في محلول مائي فإنها توجد في الصورة الحلقية و تركيب السلسلة المفتوحة، ولكنها تغير شكلها باستمرار وبسرعة. والتركيب الحلقية هي الأكثر استقرارًا، وهي الشكل السائد للسكريات الأحادية في حالة الاتزان. وتلاحظ في الشكل 9-9 أن مجموعات الكربونيل توجد فقط في تركيب السلسلة المفتوحة. وفي التركيب الحلقية تتحول مجموعات الكربونيل إلى مجموعات هيدروكسيل.

**السكريات الثنائية** تستطيع السكريات الأحادية أن ترتبط معًا عن طريق تفاعل التكتف الذي يطلق الماء، كما هو الحال في الأحماض الأمينية. وعندما يرتبط سكران أحاديان معًا يتكون سكر ثنائي، كما في الشكل 9-10، ويطلق على الرابطة الجديدة المتكوّنة الرابطة الإثيرية C-O-C.

والسكروز هو أحد السكريات الثنائية، ويعرف أيضًا بسكر المائدة؛ لأنه يستعمل بشكل رئيس في التحلية. ويتكون السكروز من اتحاد الجلوكوز مع الفركتوز. كما أن اللاكتوز سكر ثنائي شائع أيضًا، وهو الكربوهيدرات الأهم في الحليب، ويسمى غالبًا سكر الحليب. ويتكون اللاكتوز عندما يتحد الجلوكوز والجالالكتوز.

**السكريات العديدة** التسكر يستعمل اسم الكربوهيدرات المعقدة أو **السكريات عديدة التسكر** للبوليمرات التي تتكون من السكريات البسيطة وتحتوي على 12 وحدة بناء أساسية أو أكثر. وترتبط الوحدات الأساسية في العديدة التسكر بروابط من نوع الروابط نفسها التي تجمع سكرين أحاديين لتكوين سكر ثنائي. أما الجلايكوجين، المين في الشكل 9-11، فهو من السكريات العديدة التسكر، ويتألف من وحدات جلوكوز تخزن الطاقة، ويوجد غالبًا في الكبد وعضلات الإنسان وحيوانات أخرى. كما يوجد في بعض أنواع المخلفات المجهرية، ومنها البكتيريا والفطريات.

✓ **ماذا قرأت؟** قارن بين السكريات الأحادية والثنائية والعديدة التسكر.



## التقويم

مهارة دع الطلاب يحددوا عدد مولات الجلوكوز الناتجة عن تميّه  $1.03 \times 10^3 \text{ g}$  من السكروز.  $3.03 \text{ mL}$  من الجلوكوز.

## التنوع الثقافي

**ما مصدر طاقتك؟** الكربوهيدرات المركبة هي المصدر الغذائي الرئيس للطاقة لمعظم الناس. ويحصل معظم الناس على سكرياتهم المتعددة من حبوب القمح والأرز لأنها توجد عادة في أنواع الخبز والمعكرونة والحبوب التي تتنوع استعمالاتها حول العالم لأسباب منها المذاق والاقتصاد، والعوامل البيئية، مثل كمية هطول المطر ونوع التربة. وفي آسيا يوفر الأرز معظم سعرات الكربوهيدرات المركبة. وفي المكسيك وأمريكا الجنوبية تعد الذرة مصدر الكربوهيدرات المركبة الأكثر استهلاكًا. ويعتمد السكان في المملكة العربية السعودية على الأرز والتمور كمصدر رئيس للكربوهيدرات.

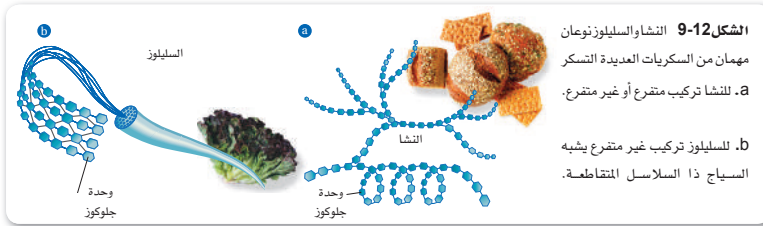
### 3. التقويم

#### التحقق من الفهم

ارسم تراكيب كربوهيدرات عديدة متنوعة على السبورة. اطلب إلى الطلاب تسمية كل تركيب كسكر أحادي أو ثنائي أو متعددة. واطلب إلى طالب قام بتسمية التراكيب جميعها تسمية صحيحة أن يشرح للآخرين ما المعلومات التي استعملها عند الإجابة. سيكون الطلاب قد استخدموا حجم المركب، أو صيغته، أو التشابه بينه وبين مثال مألوف عن كل نوع لكي ينجروا بإجاباتهم. **ض م**

#### إعادة التدريس

دع الطلاب يعملوا في مجموعات لعمل نموذجي كرة وعصا لسكرين أحاديين حلقين. اطلب إليهم أن يجمعوا السكرين الأحاديين لعمل سكر ثنائي. واسألهم ما المركب الذي أطلق عند ربط الترتيبين. ماء. والآن دع المجموعات تكسر السكريات الثنائية لتكوين سكريات أحادية. واسألهم ما الجزئي اللازم إضافته إلى السكر الثنائي لتكملة السكريات الأحادية. سيحتاجون إلى الماء لتميه السكر الثنائي وإنتاج سكرين أحاديين. **ض م**



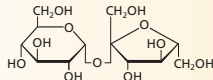
بين الشكل 9-12 نوعين آخرين مهمين من السكريات العديدة التسكر، هما: النشا والسليولوز. وعلى الرغم من أن كلا منهما يتكوّن من وحدات أساسية من الجلوكوز، إلا أنهما يختلفان في خواصهما ووظائفهما. تصنع النباتات النشا والسليولوز. والنشا جزئي يذوب في الماء ويستعمل لتخزين الطاقة، في حين أن السليولوز بوليمر لا يذوب في الماء، ويكوّن الجدران القاسية للخلاية النباتية، كذلك الموجودة في الخشب. ويعود السبب في هذا الاختلاف إلى أن الروابط التي تربط الوحدات الأساسية معًا تتجه اتجاهات مختلفة في الفراغ. وبسبب هذا الاختلاف في شكل الروابط يستطيع الإنسان أن يهضم الجلايكوجين والنشا، ولكنه لا يستطيع أن يهضم السليولوز. كما لا تستطيع إنزيمات الهضم أن تستوعب السليولوز في مواقعها النشطة. والسليولوز الذي في الفواكه والخضراوات والحبوب التي نأكلها، يسمى أليافًا غذائية؛ لأنه يمر في الجهاز الهضمي دون أن يتغير كثيرًا.

**المطويات**  
ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

#### التقويم 2-9

##### الخلاصة

7. **الفكرة الرئيسة** اشرح وظائف الكربوهيدرات في المخلوقات الحية.
8. صف تراكيب السكريات الأحادية والثنائية العديدة التسكر. أيها له أكبر كتلة جزيئية، وأيها له أصغر كتلة؟
9. قارن بين تراكيب النشا والسليولوز. كيف تؤثر الاختلافات في التركيب في مقدرتنا على هضم هذين النوعين من السكريات؟
10. احسب إذا كان لأحد الكربوهيدرات  $2^n$  متشكّل محتمل، حيث  $n$  تساوي عدد ذرات الكربون في التركيب، فاحسب عدد المتشكّلات المحتملة للسكريات الأحادية الآتية: الجلاكتوز، والجلوكوز، والفركتوز.
11. تفسّر الرسوم العلمية نسخ رسم السكر على ورقة منفصلة، وضع دائرة حول مجموعة الإيثر الوظيفية التي تربط الوحدات الأساسية السكرية معًا.



126

#### التوسع

اطلب إلى أحد الطلاب أن يشرح أهمية السليولوز في التغذية. يعرف السليولوز أيضًا كألياف غذائية. فهو يعطي حجمًا في الأمعاء يساعد على استمرار الجهاز الهضمي في العمل بشكل صحيح، ويساعد على التخلص من الفضلات. **ف م**

#### التقويم 2-9

7. الكربوهيدرات هي المصدر الرئيس الفوري للطاقة في الكائنات الحية، ويخدم أيضًا كمستودع لتخزين الطاقة.
8. السكريات الأحادية هي مركبات تحتوي على مجموعات هيدروكسيل متعددة ومجموعة الدهيد أو كيتون. السكريات الثنائية هي سكران أحاديان مرتبطان معًا برابطة إيثر. والسكريات عديدة التسكر هي عدة سكريات أحادية مرتبطة معًا بروابط إيثر. والترتيب من الأصغر إلى الأكبر هو سكر أحادي، وسكر ثنائي، وسكريات عديدة التسكر.
9. يحتوي كلاً من النشا والسليولوز على وحدات بناء أساسية من الجلوكوز. وهما يختلفان في طريقة توجه الروابط التي تمسك بالجلوكوز معًا في الفراغ. وبسبب الاختلاف في الشكل هذا فإن أنزيماتنا الهضمية لا تستطيع أن تفكك السليولوز.
10. جلاكتوز:  $2^4 = 16$  متشكلاً؛ جلوكوز:  $2^4 = 16$  متشكلاً؛ فركتوز:  $2^3 = 8$  متشكلات.
11. ارجع إلى دليل حلول المسائل.

## 1. التركيز

### شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (31) الواردة في مصادر التعلم للفصول (9-6)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: **دم**

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

### الفكرة الرئيسية

**الليبيدات** اطلب إلى الطلاب أن يعطوا أمثلة على الليبيدات. **الدهون، والزيوت، والشمع، وفيتامين د، والستيرويدات.** اسألهم إذا ما كانوا يعرفون وظائف الليبيدات في المخلوقات الحية. **تخزين الطاقة وتكوين الأغشية الخلوية.** **ضم م**

## 2. التدريس

### عرض سريع



**الكثافة النسبية** اطلب إلى الطلاب أن يتوقعوا الكثافة النسبية لشراب الذرة، وكحول بتركيز % 70، وزيت نباتي، والماء. **الكثافة بالترتيب من الأعلى إلى الأدنى هي شراب الذرة، الماء، الزيت النباتي، والكحول.** اطلب إلى أحد الطلاب أن يختبر التوقعات باستخدام مخبر مدرج والمواد الأربع (ثلاث منها يضاف إليها ألوان طعام مختلفة). وجه الطالب ليقوم بصب المادة في المخبر ثم يضيف كلاً من المواد الأخرى ببطء شديد. واطلب إلى الطلاب أن يحددوا الترتيب الفعلي للكثافات بملاحظة ترتيب كل مادة حسب كثافتها. **التخلص من النفايات** خفف تركيز المواد بإضافة الصابون والماء واطرح المزيج في حوض المغسلة مع كمية من الماء. **ضم م**

■ **إجابة سؤال الشكل 13-9 الجزئي منحنى عند الرابطة الشائبة.**

✓ **ماذا قرأت؟** لأن لديه رابطة ثنائية.

### الأهداف

## الليبيدات Lipids

تصف تركيب الأحماض الدهنية، الجليسيريدات الثلاثية والليبيدات الفوسفورية والستيرويدات.

**الرابط مع الحياة** ما الشيء المشترك بين الشمع الذي يستعمل في تلميع السيارات والدهن الذي يقطر من اللحم المشوي، وفيتامين (د) الذي يضاف إلى الحليب الذي يشربه الناس؟ جميعها ليبيدات.

### ما الليبيد؟ What is a lipid?

**الليبيدات** جزيئات حيوية كبيرة غير قطبية. ولما كانت الليبيدات غير قطبية فهي غير قابلة للذوبان في الماء. وتؤدي الليبيدات وظيفتين رئيسيتين في المخلوقات الحية؛ تحتزن الطاقة بشكل فعال، وتكوّن معظم تركيب الأغشية الخلوية، كما أنها تختلف عن البروتينات والكربوهيدرات في أنها ليست بوليمرات ذات وحدات بناء أساسية متكررة.

**الأحماض الدهنية** على الرغم من أن الليبيدات ليست بوليمرات، إلا أن لها وحدة بناء رئيسية مشتركة. ووحدات البناء هذه هي **الأحماض الدهنية**، وهي أحماض كربوكسيلية ذات سلاسل طويلة. وتحتوي معظم الأحماض الدهنية الطبيعية ما بين 12 و 24 ذرة كربون. ويمكن تمثيل تركيبها بالصيغة الآتية:  $CH_3(CH_2)_nCOOH$

تحتوي معظم الأحماض الدهنية على عدد زوجي من ذرات الكربون، وهذا ناتج عن إضافتها ذرتين معاً في الوقت نفسه في تفاعلات إنزيمية. كما يمكن وضع الأحماض الدهنية في مجموعتين رئيسيتين؛ اعتياداً على وجود أو عدم وجود روابط ثنائية بين ذرات الكربون. وتُعرف الأحماض الدهنية التي لا تحتوي على روابط ثنائية بالمشبعة، في حين تسمى غير المشبعة إذا احتوت على رابطة ثنائية أو أكثر. ويبين الشكل 13-9 ترتيب هذين شائعين.

✓ **ماذا قرأت؟** اشرح لماذا يوصف حمض الأوليك بأنه غير مشبع؟

**الشكل 13-9** حمض الأوليك غير المشبع ذو 18 ذرة كربون وحمض الستيريك المشبع يوجدان في العديد من الأطعمة، ومنها الزبد.

فسّر كيف يتأثر تركيب الجزيء بوجود الرابطة الثنائية؟

**حمض الأوليك**

$$HOOCCH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH=CHCH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2COOH$$

**حمض الستيريك**

$$HOOCCH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2COOH$$

### دفتر الكيمياء

**الليبيدات الغذائية** اطلب إلى الطلاب أن يسجلوا في دفاترهم عدد جرامات الدهون التي يستهلكونها يومياً ولمدة أسبوع. ويجب عليهم البحث لمعرفة كمية الدهون التي ينصح الأشخاص الذين في سنهم وحجمهم بتناولها ليقروا ما إذا كانوا يحصلون على ما يحتاجون إليه أم أنهم يتجاوزون الكمية التي ينصح بها. اطلب إليهم أن يرتبوا أطعمتهم المفضلة حسب محتوياتها من الدهون، وأن يعطوا اقتراحات عن كيفية تعديل أنظمتهم الغذائية إذا كانوا يأكلون من الدهون أكثر من اللازم أو أقل من اللازم. **ضم م**

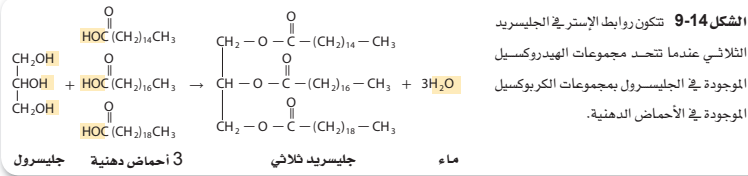
## تطبيقات في الكيمياء

**الصابون والمنظفات** بينما يميل الناس للربط بين رغوة الصابون والمنظفات وقدرتها على التنظيف، إلا أن المنظفات ذات الرغوة العالية ليست بالضرورة أكثر فعالية في إزالة الأوساخ. يقوم الكيميائيون في صناعة المنظفات بإنتاج صابون ومنظفات ذات رغوة عالية من أجل زيادة تسويق منتجاتهم بشكل رئيس لأن هذا ما يتوقعه المستهلكون. ولكن الرغوة قد تكون غير مرغوب فيها. فقد تسبب الرغوة الأكثر من اللازم فيضان الغسالة. كما قد تغير الرغوة الطبيعية الأصلية للأنزيمات التي تضاف إلى بعض المنظفات لتعزيز إزالة الأوساخ.

### ماذا قرأت؟ إجابات محتملة:

زيت نباتي: زيت الصويا وزيت الزيتون.

دهون حيوانية: دهون الأبقار والأغنام والزبدة.



يمكن أن يتشبع الحمض الدهني غير المشبع إذا تفاعل مع الهيدروجين. ومن المعروف أن الهدرجة هي تفاعل إضافة يتم فيه تفاعل غاز الهيدروجين مع ذرات الكربون المرتبطة بروابط متعددة. وتستطيع كل ذرة كربون غير مشبعة أن تستوعب ذرة هيدروجين إضافية واحدة لتصبح مشبعة. فمثلاً، يمكن أن تتم هدرجة حمض الأوليك، في الشكل 9-13، ليكون حمض السيتريك.

توجد الروابط الثنائية في الأحماض الدهنية الطبيعية جميعها تقريباً في صورة المشكل الهندسي سيس. ونظراً إلى اتجاه سيس فإن هذا لا يساعد على وجود تركيب الأحماض الدهنية غير المشبعة مترابطة. ونتيجة لذلك لا تتكون قوى تجاذب كثيرة بين الجزيئات كما في جزيئات الأحماض الدهنية المشبعة، ولذلك تكون درجات انصهار الأحماض الدهنية غير المشبعة أقل.

**الجليسيريدات الثلاثية** على الرغم من أن الأحماض الدهنية موجودة بكثرة في المخلفات الحية، إلا أنها نادراً ما تكون وحدها. فهي تكون غالباً مرتبطة بالجليسرول، وهو جزيء من ثلاث ذرات كربون، ترتبط كل منها مع مجموعة هيدروكسيل. وعندما ترتبط ثلاثة أحماض دهنية بالجليسرول بروابط إستر يتكون **الجليسيريد الثلاثي**. وبين الشكل 9-14 تكوين الجليسيريد الثلاثي. ويمكن أن تكون الجليسيريدات الثلاثية صلبة أو سائلة في درجة حرارة الغرفة، كما في الشكل 9-15. وعندما تكون سائلة تسمى عادة زيوتاً. فإذا كانت صلبة في درجة حرارة الغرفة تسمى دهوناً.

**ماذا قرأت؟ حدد اثنين من الزيوت النباتية واثنين من الدهون الحيوانية.**

### المفردات

#### الاستخدام العلمي والاستخدام الشائع

##### تُشبع (Saturate)

الاستخدام العلمي: يضيف شيئاً إلى حد أنه يمكن معه استيعاب المزيد أو ذوبانه أو الاحتفاظ به، مثل تشبع الماء بالمحلول. الاستخدام الشائع: يزود السوق بمنتج أو منتجات إلى الحد الأقصى لطاقته الاستهلاكية.

**الشكل 9-15** معظم مخاليط ثلاثي الجليسيريدات النباتية المصدر سائل؛ لأن ثلاثي الجليسيريدات يحتوي على أحماض دهنية غير مشبعة. في حين تحتوي الدهون الحيوانية على كمية أكبر من الأحماض الدهنية المشبعة، لذا تكون عادة صلبة في درجة حرارة الغرفة.



128

### طرائق تدريس متنوعة

**دون المستوى** استخدم تشبيهاً بسيطاً لمساعدة الطلاب على استيعاب المفهوم القائل بأن عددًا صغيراً من وحدات البناء يمكن استعماله لعمل عدد كبير جداً من التراكيب المختلفة، اعرض على الطلاب صورتين لمبنيين مختلفين اختلافاً كبيراً، وكلاهما مبني من الطوب. اطلب إلى الطلاب أن يشرحوا إلى وحدات بناء المبنيين. ثم اسأل الطلاب لماذا يختلف البناءان هذا الاختلاف الكبير مع أن وحدات البناء هي نفسها؟

دم

### مشروع الكيمياء

**الدهون والزيوت الغذائية** اطلب إلى الطلاب القيام بعمل بحث حول الدهون والزيوت الغذائية. واطلب إليهم معرفة الدهون والزيوت الأكثر فائدة للصحة. وعليهم أن يجدوا أيضاً كمية الدهون والزيوت التي ينصح بها لغذاء متوازن. اطلب إلى الطلاب أن يحضروا ملصقاً يعرض معلوماتهم.

ف م

## تجربة

**الهدف** سيقوم الطلاب بإنتاج قطعة صابون صغيرة بواسطة تفاعل التصبن.

**المهارات العلمية** التصنيف، المقارنة.

**احتياطات السلامة** تأكد من تعبئة الطلاب لبطاقة السلامة في المختبر قبل بدء العمل. ذكّر الطلاب بضرورة تجنب وضع الصابون على جلدهم.

**التخلص من النفايات** يمكن التخلص من محتويات الكأس بطرحها في حوض المغسلة بعد إزالة الصابون الصلب منها. ويمكن رمي الصابون في سلة النفايات بعد شطفه بالماء.

### استراتيجيات التدريس

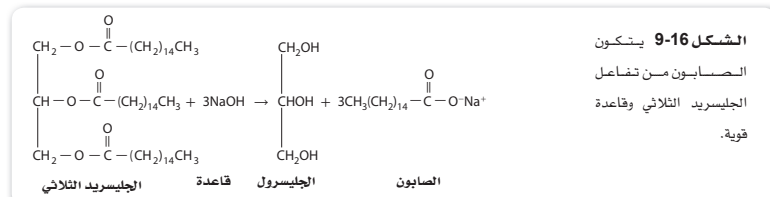
- يمكن أن يحضّر الطلاب محاليلهم الملحية المشبعة بإضافة 50 g من الملح الصخري إلى 25 mL ماء. ويجب عمل ذلك في أثناء الخطوة 3 بينما يتم تسخين الصابون.
- يمكن إضافة قطعة من قلم تلوين شمعي بحجم حبة الحمص إلى الصابون أثناء التسخين لإعطائه لوناً.

### النتائج المتوقعة

يمكن تكوين قطعة صابون صغيرة بوضعها في صحن تبخير.

### تحليل النتائج

1. روابط إستر.
2. ملح صوديوم (الصابون).
3. طرف الجزيء الذي يحتوي على أيون الصوديوم قطبي. والطرف الآخر للجزيء والذي يحتوي على ذرات الهيدروجين لا قطبي.



وعندما تتوافر الطاقة بكثرة تخزّن الخلايا الدهنية الطاقة الفائضة في الأحماض الدهنية على هيئة جليسيريد ثلاثي. وعندما تقلّ الطاقة تقوم الخلايا بتحليل الجليسيريد الثلاثي مطلقاً الطاقة التي استعملت في تكوينها. ومع أن الإنزيمات تحلل الجليسيريد الثلاثي داخل الخلايا الحية إلا أنه يمكن إجراء تفاعل مشابه لذلك خارج الخلايا باستعمال قاعدة قوية مثل هيدروكسيد الصوديوم. ويُسمّى هذا التفاعل - تميّه الجليسيريد الثلاثي مع وجود محلول مائي لقاعدة قوية لتكوين أملاح الكربوكسيلات والجليسرول - **التصبن**. ويستعمل تفاعل التصبن كما في الشكل 9-16، في إنتاج الصابون، وهو عبارة عن أملاح الصوديوم للأحماض الدهنية. ولجزيء الصابون طرفان: طرف قطبي، وآخر غير قطبي.

يستعمل الصابون مع الماء في تنظيف الأوساخ والزيوت غير القطبية؛ لأن جزيئات الأوساخ والزيوت غير القطبية ترتبط بالطرف غير القطبي لجزيئات الصابون، في حين يكون الطرف القطبي لجزيئات الصابون قابلاً للذوبان في الماء. وهكذا يمكن إزالة جزيئات الصابون المحملة بالأوساخ باستعمال الماء.

## تجربة

### تفاعل التصبن

كيف يصنع الصابون؟ يُسمى التفاعل بين الجليسيريد الثلاثي وقاعدة قوية التصبن، كما في الشكل 9-16.

### خطوات العمل

1. اقرأ نموذج السلامة في المختبر.
2. ضم كأساً سعته 250 mL على سخان كهربائي. وأضف 25g من السمن النباتي الصلب إليها. ثم أشعل السخان الكهربائي على درجة حرارة متوسطة.
3. استخدم مخباراً مدرجاً سعته 25 mL لإضافة 12 mL إيثانول ببطء في أثناء انصهار السمن النباتي، ثم أضف 5 mL من NaOH تركيزه 6.0M إلى الكأس.
4. تحذير: الإيثانول قابل للاشتعال، وNaOH يسبب حروقاً للجلد؛ لذا لبس القفازين.
5. ضع الكأس جانباً، باستعمال الملقط، وعندما يجمد الخليط دعه يبرد مدة 5 دقائق، ثم ضعه في كأس سعته 600 mL مملوءة بالماء البارد.
6. أضف 25 mL من محلول NaCl المشبع إلى الخليط الذي في الكأس. ولأن الصابون ليس شديد الذوبان في الماء المالح فإنه سيبدو في صورة كتل صغيرة.
7. اجمع كتل الصابون بترشيحها خلال قطعة قماش موجودة كبطانة لقمع.
8. اضغط الصابون داخل طبق تبخير وأنت تلبس القفازين، ثم انزعها واغسل يديك.

### التحليل

1. فسّر ما نوع الروابط التي تتحلل في الجليسيريد الثلاثي في أثناء تفاعل التصبن؟
2. حدّد نوع الملح الذي تكوّن في هذا التفاعل الكيميائي.
3. حدّد ما الطرف القطبي لجزيء الصابون؟ وما الطرف غير القطبي؟

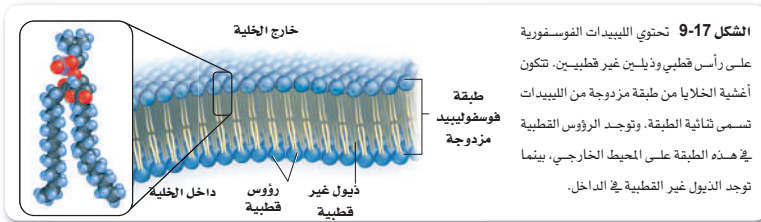
129

## التقويم

**الأداء** اطلب إلى الطلاب القيام ببحث وكتابة فقرة قصيرة تشرح أوجه التشابه والاختلاف بين الصابون والمنظفات.

دم ضم

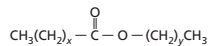
## بناء نموذج



**الليبيدات الفوسفورية** هناك نوع مهم آخر من الجليسيريد الثلاثي يُسمى الليبيد الفوسفوري، يوجد بكثرة في الأغشية البلازمية. والليبيدات الفوسفورية جليسيريدات ثلاثية استبدال فيها أحد الأحماض الدهنية بمجموعة فوسفات قطبية، تكوّن الجزء القطبي من الجزيء رأساً، كما في الشكل 17-9، وتبدو الأحماض الدهنية غير القطبية في صورة ذيول. ويتكون الشكل النموذجي للغشاء البلازمي من طبقتين من الليبيد الفوسفوري، وهي مرتبة بحيث تكون ذيوها غير القطبية متجهة نحو الداخل ورؤوسها القطبية متجهة إلى الخارج. ويسمى هذا الترتيب الليبيد الثنائي الطبقة. ولما كان تركيب هذا الليبيد يعمل بوصفه حاجزاً، فإن الخلية تستطيع أن تنظم المواد التي تدخل خلال هذا الغشاء وتخرج منه.

**الرابط علم الأحياء** يحتوي سُمّ الأفاعي السامة على نوع من الإنزيمات يعرف بالليبيز الفوسفوري. وتعمل هذه الإنزيمات عاملاً محفزاً لتحليل الليبيد الفوسفوري - وهو جليسيريد ثلاثي استبدال فيه أحد الأحماض الدهنية بمجموعة فوسفات. ويحتوي سُمّ أحد أنواع الأفاعي على الليبيز الفوسفوري الناتج عن تفكك (تميه) رابطة الإستر لذرة الكربون الوسطى في الليبيد الفوسفوري. وإذا دخل الجزء الأكبر من ناتج هذا التفاعل إلى مجرى الدم فإنه يذيب أغشية كريات الدم الحمراء فتتمزق. إن لسعة هذه الأفعى يمكن أن تؤدي إلى الموت إذا لم يتم علاجها فوراً.

**الشموع** عبارة عن نوع آخر من الليبيدات تحتوي أيضاً على أحماض دهنية. والشموع ليبيدات تتكون من اتحاد حمض دهني مع كحول ذي سلسلة طويلة. وتبين الصيغة أدناه التركيب العام لهذه الدهون الصلبة الطرية ذات درجات الانصهار المنخفضة، حيث تمثل x و y أعداداً مختلفة من مجموعات  $\text{CH}_2$ .



تنتج النباتات والحيوانات الشمع، وكثيراً ما تُغطى أوراق النبات بالشمع الذي يمنع فقدان الماء. وبين الشكل 18-9 كيف أن قطرات المطر تكون كرات كالخرز على أوراق النبات، مما يشير إلى وجود طبقة شمعية. كما أن أقراص العسل التي يبنها النحل مصنوعة أيضاً من الشمع الذي يعرف عادة باسم شمع النحل. واتحاد حمض البالميتيك المكون من حمض دهني ذي 16 ذرة كربون مع كحول يحتوي على سلسلة من 30 ذرة كربون يؤدي إلى تكوين نوع شائع من شمع النحل. وتُصنع الشموع أحياناً من شمع العسل؛ لأنه يميل إلى الاحتراق ببطء وهدوء.

**الشكل 9-18** تنتج النباتات شمماً يُغطي أوراقها ويحميها من الجفاف.



130

**الأحماض الدهنية** كثيراً ما يختلط الأمر على الطلاب عندما يقرؤون أن الأحماض الدهنية لا قطبية وذلك لأن التركيب المكثف يكتب على شكل  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{COOH}$ . وتبدو مجموعة الكربوكسيل وفي هذا التركيب بشكل بارز فيبدو المركب وكأنه قطبي. اطلب إلى الطلاب أن يبنوا نموذج كرة وعصا لحمض الستيريك لكي يروا بأنفسهم أن مجموعات  $\text{CH}_2$  اللاقطبية تحتل معظم حجم المركب. **ض م**

## التعزيز

**الشمع** اطلب إلى الطلاب أن يحضروا أوراق نباتات مختلفة إلى الصف. وتأكد أنهم يحضرون أوراقاً كثيرة الشمع بالإضافة إلى أوراق أقل شمعاً. دع الطلاب يلاحظوا سطح الأنواع المختلفة من الأوراق وأن ينتبهوا إلى الاختلافات في كمية الليبيدات على سطح الأوراق. زودهم بعدسات تكبير إذا كانت متوافرة. **ض م**

## طرائق تدريس متنوعة

**فوق المستوى** اطلب إلى الطلاب إعداد بحث عن كيفية صنع الأدوية المضادة للسموم وكيفية إعطائها، وأن يصفوا علاج الإسعاف الأولي الصحيح للدغة الأفاعي، ثم دعهم يقدموا تقريراً شفويّاً إلى الصف. وشجعهم على عمل وسائل إيضاح بصرية لتقريرهم. **ف م**

### 3. التقويم

#### التحقق من الفهم

اطلب إلى الطلاب أن يقوموا ببناء نموذج كرة وعصا لثلاثة أحماض دهنية وجلسرول. واطلب إليهم بناء نموذج جليسيريد ثلاثي وكتابة معادلة تصف بالكلمات التفاعل مستعملين النماذج فقط كمرجع. سيجد الطلاب أنهم سيشكلون ثلاث روابط استر في هذا التفاعل، ويرافق كل رابطة تكوين جزيء ماء. أما التفاعل فهو:

3 ماء + جلسريد ثلاثي → 3 أحماض دهنية + جلسرول.

ض م تعلم تعاوني

#### إعادة التدريس

اطلب إلى مجموعات من الطلاب أن يستخدموا نماذج الكرة والعصا لتفحص الفرق في التركيب بين الأحماض الدهنية الطبيعية المشبعة وغير المشبعة. يجب أن تحتوي نماذجهم فقط على روابط ثنائية من نوع سيس Cis في الأحماض الدهنية غير المشبعة. اطلب إلى المجموعات أن تضع نماذجها معاً لكي تقرر أي أنواع الأحماض الدهنية تتراصّ معاً بشكل أفضل. سيجد الطلاب أن وجود روابط ثنائية من نوع سيس Cis في الأحماض الدهنية غير المشبعة تمنع تراصّ المركبات معاً بنفس الجودة مثل الأحماض الدهنية المشبعة. ض م تعلم تعاوني

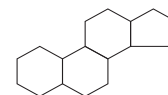


**الشكل 9-19** يستعمل العلجوم البحري المملاق سُمًّا ستيرويدياً يُدعى بوفوتوكسين بوصفه آلية دفاع. ويُعد هذا السمّ قاتلاً لبعض الحيوانات كالكلاب والقطط.

المطويات

ضمنّ مطويتك معلومات من هذا القسم.

**الستيرويدات** لا تحتوي جميع الليبيدات على سلاسل أحماض دهنية؛ فالستيرويدات ليبيدات تحتوي تراكيها على حلقات متعددة. وجميع الستيرويدات مبنية من تركيب الستيرويد الأساسي المكون من الحلقات الأربع المبنية أدناه.



وبعض الهرمونات - ومنها العديد من الهرمونات الجنسية - هي ستيرويدات تنظم عمليات الأيض. ويُعد الكولسترول - وهو ستيرويد آخر - مكوناً بنائياً مهماً للأغشية الخلوية، كما أن فيتامين (د) أيضاً يحتوي على تركيب الستيرويد ذي الحلقات الأربع، ويؤدي دوراً في تكوين العظام. أما العلجوم البحري المملاق *Bufo marinus*، كما في الشكل 9-19، فيستعمل ستيرويد يسمى بوفوتوكسين بوصفه آلية دفاعية؛ إذ يفرز السم من نتوءات صغيرة على ظهره ومن غدد خلف عينيه مباشرة. هذا السمّ هو مجرد مادة مهيجة للإنسان. أما للحيوانات الصغيرة فإنه يؤدي إلى إساءة لعابها، وفقدان التوازن، والتشنجات، والموت.

#### التقويم 3-9

##### الخلاصة

- الأحماض الدهنية أحماض كربوكسيلية طويلة السلاسل تحتوي عادة على ما بين 12 و 24 ذرة كربون.
- لا تحتوي الأحماض الدهنية المشبعة على روابط ثنائية؛ في حين تحتوي الأحماض الدهنية غير المشبعة على رابطة ثنائية أو أكثر.
- يمكن أن ترتبط الأحماض الدهنية مع الجليسرول لتكوّن الجليسيريد الثلاثي.
- الستيرويدات ليبيدات تحتوي على تراكييب متعددة الحلقات.

12. **العكرة الرئيسية** صف وظيفة الليبيدات.

13. صف تراكييب الأحماض الدهنية، والجليسيريدات الثلاثية، والليبيدات الفوسفورية، والستيرويدات، والشمع.

14. **اعمل قائمة** بوظيفة مهمة لكلّ من الليبيدات الآتية:

- a. الجليسيريدات الثلاثية c. الشموع  
b. الليبيدات الفوسفورية d. الستيرويدات

15. اذكر تفاعلين من تفاعلات الأحماض الدهنية.

16. صف تركيب الأغشية الخلوية وعملها.

17. اكتب معادلة الهدرجة الكاملة للحمض الدهني غير المشبع وحمض اللينوليك.  
 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$

18. تفسّر الرسوم العلمية ارسام البناء العام لليبيد الفوسفوري، وعيّن عليه الأجزاء القطبية وغير القطبية.

131

### التقويم 3-9

12. تخزن الطاقة بفعالية، وتكوّن معظم تركيب الخلايا الحية.

13. الأحماض الدهنية: حمض كربوكسيليك طويل السلسلة صيغته  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{COOH}$ ؛ الجليسيريد الثلاثي: ثلاثة أحماض دهنية مرتبطة مع جلسرول بروابط استر؛ ليبيد فوسفوري: حمضان دهنيان ومجموعة فوسفات مرتبطة مع جلسرول بروابط استر؛ ستيرويد: لا يحتوي على أحماض دهنية ولكن لديه تركيب ذو أربع حلقات؛ شمع: كحول طويل السلسلة مرتبط بحمض دهني برابطة استر.

14. **a.** الجليسيريد الثلاثي: المكون الرئيس لتخزين الليبيدات؛

**b.** الليبيدات الفوسفورية: تكون الأغشية الخلوية؛

**c.** الشمع: تكون أغلفة واقية؛

**d.** الستيرويدات: هرمونات، فيتامينات وفي أغشية حيوية.

## 1. التركيز

## شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (32) الواردة في مصادر التعلم للفصول (6-9)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: **دم**

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

## الفكرة الرئيسية

**الأحماض النووية** أسأل الطلاب عما يعرفونه عن RNA و DNA، واكتب الإجابات الصحيحة على السبورة. قد يحتوي العديد من إجابات الطلاب على أشياء شاهدوها في مسلسلات تلفزيونية حول الجريمة؛ لذا شجع هذه الإجابات؛ لأن الطلاب يركزون على الموضوع والأشياء المألوفة لديهم، مع مراعاة تصحيح أية مفاهيم شائعة غير صحيحة لديهم. وقد يتذكر بعض الطلاب من علم الأحياء أن DNA هو المسؤول عن نقل الصفات الوراثية، وأن RNA يستخدم في إنتاج البروتينات.

**دم** **ضم**

## 2. التدريس

## استخدام المصطلحات العلمية

الأحماض النووية اطلب إلى الطلاب كتابة عبارات توضح معاني المصطلحين: "حمض نووي" و "نيوكليوتيد". **دم**

## التقويم

**الأداء** دع الطلاب يقرأوا كتاب جيمس واطسون، "اللؤلؤ الثنائي"، ويكتبوا تقارير حوله. نُشر هذا الكتاب عام 1968م، وهو يكشف عن الطريقة العلمية وكيفية عمل العلماء. كما أنه يصور الجانب الإنساني للعلماء والاكتشافات العلمية. **دم**

## 9-4

## الأهداف

## الأحماض النووية Nucleic Acids

تخزن الأحماض النووية المعلومات الوراثية وتنقلها.

**الربط مع الحياة** أصبح فحص DNA شيئاً عادياً في الطب والعلوم الجنائي، وعلم الأنساب، وتعرف ضحايا الكوارث. ولقد مكنتنا التقنية الحديثة من الحصول على عينة DNA مفيدة من مصادر مدهشة كشعرة أو لعاب جاف على طابع بريدي.

## تركيب الأحماض النووية Structure of Nucleic Acids

تشكل الأحماض النووية نوعاً رابعاً من الجزيئات الحيوية. وهي جزيئات تخزن المعلومات في الخلية. وقد أخذت هذه الجزيئات اسمها من الموقع الخلوي الذي توجد فيه هذه الجزيئات بشكل رئيس، وهو النواة. وتقوم الأحماض النووية بوظائفها الرئيسية من مركز التحكم هذا. **الحمض النووي** مبلمر حيوي يحتوي على النيروجين، ويقوم بتخزين المعلومات الوراثية ونقلها. وتسمى وحدة البناء الأساسية للحمض النووي **النيوكليوتيد**. ولكل نيوكليوتيد ثلاثة أجزاء: مجموعة فوسفات غير عضوية، وسكر أحادي ذو خمس ذرات كربون، وتركيب يحتوي على نيروجين يسمى قاعدة نيروجينية. تفحص أجزاء الشكل 9-20a، فعمل الرغم من أن مجموعة الفوسفات هي نفسها في جميع النيوكليوتيدات، إلا أن السكر والقاعدة النيروجينية يختلفان.

يحتوي الحمض النووي على سكر أحادي من أحد النيوكليوتيدات مرتبط بفوسفات نيوكليوتيد آخر، كما في الشكل 9-20b. وهكذا تشكل النيوكليوتيدات سلسلة، أو شريطاً، يحتوي على سكر ومجموعات فوسفات متناوبة. وكل سكر يرتبط أيضاً بقاعدة نيروجينية تبرز من السلسلة. وتتكدس القواعد النيروجينية على وحدات النيوكليوتيدات المتجاورة واحدة فوق الأخرى في وضع منحرف قليلاً، فتشبه درجات السلم، كما في الشكل 9-20b. وتبقي القوى بين الجزيئية كل قاعدة نيروجينية قريبة من القواعد النيروجينية التي فوقها والتي تحتملها.

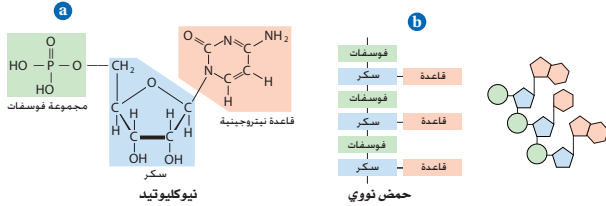
## مراجعة المفردات

**المعلومات الوراثية**: سلسلة يتم توريثها موجودة في RNA أو DNA وتنتقل السات والخصائص من جيل إلى الجيل الذي يليه.

## المفردات الجديدة

الحمض النووي  
النيوكليوتيد

الشكل 9-20 النيوكليوتيدات وحدات البناء الأساسية التي تتكون منها بوليمرات الأحماض النووية.



يحتوي كل نيوكليوتيد على قاعدة تحتوي على نيروجين وسكر خماسي ومجموعة فوسفات.

الحمض النووي سلاسل طويلة من سكريات ومجموعات فوسفات متعاقبة. ويرتبط بكل سكر قاعدة نيروجينية، ولأن النيوكليوتيدات ملتوية فإن السلاسل تشبه درجات السلم.

132

## مشروع الكيمياء

**DNA ثلاثي الأبعاد** اطلب إلى الطلاب أن يعملوا نموذجاً ثلاثي الأبعاد أو رسماً للولب الثنائي لـ DNA. واعرض النماذج والرسوم في غرفة الصف أو في مواقع مختلفة في المدرسة.

## طرائق تدريس متنوعة

**فوق المستوى** اطلب إلى الطلاب البحث عبر شبكة الإنترنت عن معلومات حول مشروع الخريطة الجينية البشرية. وهو جهد عالمي لعمل هذه الخريطة وتسلسلها. ودعهم أيضاً يعدوا تقريراً قصيراً حول هذا المشروع الدولي. **فم**



## DNA: The Double Helix: الالولب المزدوج

ربما سمعت عن حمض ديوكسي رايبونوكلييك DNA، وهو أحد نوعين من الأحماض النووية التي توجد في الخلايا الحية؛ إذ يحتوي DNA على الحفظ الرئيسية لبناء جميع بروتينات جسم المخلوق الحي.



الشكل 21-9 تركيب DNA هو لولب مزدوج يشبه سحائباً منزلقاً ملتويًا. ويتكون العمودان الفقريان من السكر والفوسفات، ويشكّلان الجانبين الخارجيين للسحاب المنزلق.

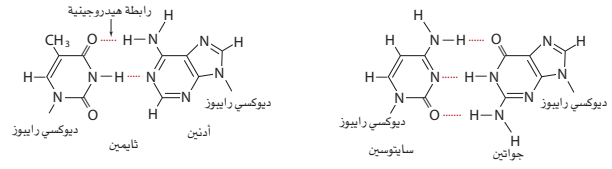
**تركيب DNA** يتكون من سلسلتين طويلتين من النيوكليوتيدات ملتفتين معًا لشكلًا بناءً حلزونيًا كما في الشكل 21-9. ويحتوي كل نيوكليوتيد في DNA على مجموعة فوسفات، وسكر ديوكسي رايبوز ذي الخمس ذرات من الكربون، وقاعدة نيتروجينية. وتشكل جزئيات السكر ومجموعات الفوسفات المتعاقبة في كل سلسلة الجزء الخارجي، أو العمود الفقري للتركيب اللولبي. أما القواعد النيتروجينية فتوجد داخل التركيب. ولأن البناء اللولبي يتكون من سلسلتين فهو يعرف باللولب المزدوج.

يحتوي DNA على أربع قواعد نيتروجينية مختلفة هي: الأدينين (A)، الثايمين (T)، السيتوسين (C)، والجوانين (G). إذ يحتوي كل من الأدينين والجوانين على حلقة مزدوجة، كما في الشكل 22-9. أما الثايمين والسيتوسين فلهما تركيبان أحادي الحلقة. انظر مرة أخرى إلى الشكل 21-9 تلاحظ أن كل قاعدة نيتروجينية على شريط من اللولب تقابلها قاعدة نيتروجينية على الشريط المقابل، بالطريقة نفسها التي تقابل بها أسنان السحاب المنزلق. وتتقارب أزواج القواعد المتجاورة إلى حدٍ تتكوّن بينها روابط هيدروجينية. ولما كانت كل قاعدة نيتروجينية لديها ترتيب فريد من المجموعات الوظيفية العضوية التي تستطيع أن تتكوّن روابط هيدروجينية، فإن القواعد النيتروجينية تشكل دائمًا أزواجًا بطريقة معينة، حيث يتكون دائمًا العدد الأفضل من الروابط الهيدروجينية.

### ماذا قرأت؟ صف مم يتكون أسنان سحاب DNA المنزلق؟

ويرتبط الجوانين دائمًا بالسيتوسين، ويرتبط الأدينين دائمًا بالثايمين، كما في الشكل 22-9. وتسمى أزواج G-C و A-T أزواجًا قاعدية متطابقة. ولذلك تساوي كمية الأدينين في جزيء DNA دائمًا كمية الثايمين، وكمية السيتوسين دائمًا تساوي كمية الجوانين. وفي عام 1953م استخدم جيمس واتسون وفرانسيس كريك هذه الملاحظة ليقوما بأحد أعظم الاكتشافات العلمية في القرن العشرين عندما حدّدا تركيب DNA الثنائي اللولب. لقد حدّقا هذا الإنجاز دون أن يقوما بالعديد من التجارب المختبرية، بل قاما بدلًا من ذلك بتجميع أعمال عدد كبير من العلماء الذين قاموا بدراسة DNA وتحليلها.

الشكل 22-9 يحدث تزاوج القواعد في DNA بين قاعدة ذات حلقتين وقاعدة ذات حلقة واحدة؛ حيث يتزاوج الأدينين والثايمين دائمًا ويشكّلان زوجًا بينهما رابطتان هيدروجينيتان، ويتزاوج الجوانين والسيتوسين دائمًا فيكونان زوجًا يرتبطان بثلاث روابط هيدروجينية.



133

## التعزيز

**تركيب الحمض النووي** اشرح للطلاب أن تركيب بوليمر الحمض النووي أكثر تعقيدًا من تركيب بوليمرات البروتينات أو الكربوهيدرات. وأنه لكل وحدة بناء أساسية من النيوكليوتيد ثلاثة أجزاء هي: السكر، والفوسفات، والقاعدة النيتروجينية. ومع أن الأحماض النووية خطية إلا أن القواعد النيتروجينية تبرز من الجوانب كأنها فروع؛ لذا اطلب إلى الطلاب أن يتدربوا على رسم تركيب DNA أو RNA، على أن تبين تراكيبيهم بوضوح الأجزاء الثلاثة لوحدة البناء الأساسية مرتبطة في مواقعها الصحيحة. **ضم م**

### ماذا قرأت؟ تتكون من قواعد نيتروجينية.

## عرض سريع



**الكثافة النسبية** اسأل الطلاب كيف سيبدو DNA لو استطاعوا رؤيته. ثم دعهم يتبينوا إن كانوا على صواب بعد استخراج DNA من بذرة القمح. ضع كمية صغيرة من بذور القمح النيئة في هاون، وأضف 5 mL تقريبًا من محلول يحتوي على 10% من سائل تنظيف الصحون ليقوم بفتح الخلايا، و 0.2 M من حمض الستريك لوقاية DNA من الاتحاد بأيونات  $Mg^{2+}$  و  $Mn^{2+}$  التي تحتاج إليها أنزيمات DNase لتكسير DNA. اطحن بذور القمح بلطف مدة دقيقة واحدة، وقم بتصفية الخليط بواسطة المصفاة أو بقطعة قماش.

ثم أضف ببطء 10 mL من كحول 90-100% (إيثانول أو آيزوبروبانول) إلى المادة المرشحة. ولف خيوط DNA على ساق زجاجية، ودع الطلاب يتفحصوا شكلها. **ضم م**

## التقويم

**مهارة** اطلب إلى الطلاب أن يعملوا منظمًا تخطيطيًا يمثل العلاقات بين وظائف DNA و RNA، والبروتينات، على أن تبين إجابات الطلاب أن DNA يخزن المعلومات الوراثية، ويستخدم RNA تلك المعلومات في صنع البروتينات، وتتحكم البروتينات بالعمليات داخل الخلايا. **ضم م**

## دفتر الكيمياء

**الجينات والأمراض** اكتشف العلماء جينات متوارثة مسؤولة عن بعض أنواع الأمراض، مثل الزهايمر وسرطان الثدي. فإذا كان بإمكانك أن تجري فحصًا للجينات التي قد تسبب مرضًا في حياتك المستقبلية، فهل تريد إجراء مثل تلك الفحوصات؟ اكتب ملخصًا في دفتر الكيمياء تعرض فيه أفكارك ومشاعرك نحو معرفتك لهذه المعلومات. **ضم م**

## مختبر حل المشكلات

**الهدف** سيقوم الطلاب بنمذجة تضاعف جزء صغير من جزيء DNA.

**المهارات العلمية** التسلسل، الملاحظة والاستنتاج، تفسير الرسوم العلمية، تطبيق المفاهيم، تكوين الفرضيات.

**الخلفية** عند تضاعف DNA يقوم أكثر من اثني عشر أنزيمًا بعملية فصل الشريطين، ومزاوجة القواعد لمجموعة جديدة من النيوكليوتيدات، وربطها معًا. وتتم في البكتيريا عملية المضاعفة بسرعة 500 نيوكليوتيد تقريبًا في الثانية. أما في المخلوقات الحية الأعلى، فتعادل السرعة عُشر السرعة في البكتيريا.

### استراتيجيات التدريس

• دع الطلاب يبحثوا عن الأزواج القاعدية المكملية في جزيء DNA هل هي الثايمين مع الأدينين والسيتوسين مع الجوانين. إذ تتج هذه التراكيب من البيورين والبيريميدين قطرًا لوليًا منتظمًا. T و A تمتلكان رابطتين هيدروجينيتين، في حين تمتلك C و G ثلاث روابط.

• اطلب إلى الطلاب أن يرسموا تسلسلاً ذا بعدين للروابط الهيدروجينية بين T-A و C-G، والربط التساهمي الذي يصل السكريات المتجاورة بمجموعات الفوسفات.

### التفكير الناقد

1. تسلسل القواعد في الشريط الجديد مكمل للتسلسل في الشريط الأصلي الذي يرتبط به.

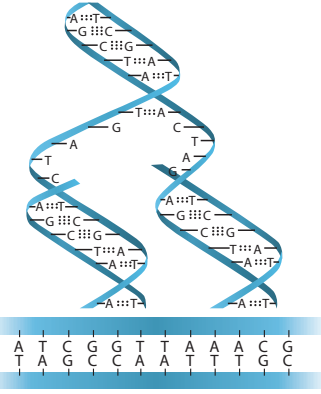
2. سيكون لجميع جزيئات DNA الجديدة شريط أحمر وشريط أزرق. وهذا يبين أن التضاعف نصف تحفظي. فكل جزيء له شريط أصلي وشريط جديد.

3. سيمرر الخطأ إلى RNA حيث سيستخدم لتوجيه إنتاج بروتين فيه خلل لاحتوائه على حمض أميني غير صحيح. وإذا حصل هذا الخطأ في خلية تناسلية وكان البروتين حيويًا للحياة فإن الفرد الجديد لن يعيش. نعم ستكون التأثيرات دائمة؛ لأن الخطأ سيتضاعف.

**وظيفة DNA** استخدم واطسون وكريك نموذجها لتوقع كيف يمكن أن يؤدي تركيب DNA الكيميائي وظيفته. يخزن DNA المعلومات الوراثية للخلية في النواة، ويُنسخ DNA قبل انقسام الخلية حتى يحصل الجيل الجديد من الخلايا على المعلومات الوراثية نفسها. وبعد أن قرر واطسون وكريك أن سلسلتي لولب DNA تكمل إحداهما الأخرى، أدركا أن الأزواج القاعدية المتطابقة تنسخ المادة الوراثية للخلية بطريقة آلية. فقواعد DNA النيتروجينية الأربع تتخذ حروفًا أبجدية في لغة تخزين المعلومات للخلايا الحية. ويمثل التسلسل المحدد هذه الحروف والتعليقات الشاملة للمخلوق الحي، كما يجعل تسلسل الحروف في كلمات جملة ما معنى خاصًا. ويختلف تسلسل القواعد في كل نوع من المخلوقات الحية، مما يسمح بتنوع ضخم من أشكال الحياة - وكل ذلك عن طريق لغة تستخدم أربعة حروف فقط. ويُقصد أن DNA الخلية البشرية يحتوي على نحو ثلاثة بلايين زوج متطابق من القواعد، مرتبة في تسلسل خاص بالبشر.

## مختبر حل المشكلات

### كُون نموذجًا



كيف يتضاعف DNA؟ يتضاعف DNA قبل انقسام الخلية؛ حيث تحصل كل من الخليتين الجديدتين على مجموعة كاملة من التعليقات الوراثية. وعندما يبدأ DNA في التضاعف، يبدأ شريطا النيوكليوتيد بالانفكاك، ويقوم إنزيم بفك الروابط الهيدروجينية بين القواعد النيتروجينية فينفض الشريطان. كما تقوم إنزيمات أخرى بإيصال نيوكليوتيدات حرة من الوسط المحيط إلى القواعد النيتروجينية المكشوفة، فيرتبط الأدينين بروابط هيدروجينية مع الثايمين، ويرتبط السيتوسين بالجوانين. وهكذا يقوم كل شريط ببناء شريط مكمل عن طريق مزاوجة القواعد بالنيوكليوتيدات الحرة. وهذه العملية موضحة في الرسم المجاور. وبعد أن يتم ارتباط النيوكليوتيدات الحرة بالروابط الهيدروجينية في أماكنها، تقوم السكريات والفوسفات بالارتباط بروابط تساهمية بالسكريات ومجموعات الفوسفات على النيوكليوتيدات المجاورة لتكوّن عمودًا فقريًا جديدًا. ويرتبط كل شريط من جزيء DNA الأصلي بشريط جديد.

### التحليل

يبين الرسم السفلي إلى اليسار قطعة صغيرة من جزيء DNA. انسخ تسلسل القواعد على ورقة نظيفة، وكن حذرًا حتى لا تخطئ في النسخ. وبين خطوات التضاعف لإنتاج قطعتين من DNA.

### التفكير الناقد

1. قارن بين التسلسل في الشريط الذي صنع حديثًا والتسلسل في الشريط الأصلي الذي يرتبط به.

2. اشرح إذا لَوُنت قطعة DNA الأصلية باللون الأحمر ولَوُنت النيوكليوتيدات الحرة باللون الأزرق، فما نمط الألوان الذي سيكون في قطعة DNA التي تكوّنت حديثًا؟ وهل ستكون جميع القطع الجديدة لها الألوان نفسها؟

3. اشرح كيف يمكن أن يتأثر المخلوق الحي إذا حدث خطأ في أثناء تضاعف DNA فيه؟ وهل التأثيرات دائمة؟ وضح إجابتك.

134

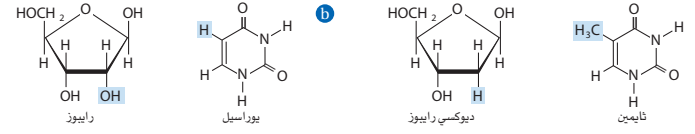
## التقويم

**الأداء** إذا توافرت نماذج جزيئية لـ DNA، فدع الطلاب يبنوا سلسلة G-C، T-A، ووصف تركيبه الهندسي وروابطه، ووصف كيفية حدوث التضاعف. كما يمكن تحقيق هذا أيضًا باستخدام برنامج نمذجة حاسوبي ثلاثي الأبعاد أو استخدام الشبكة العنكبوتية. **ضم م**

■ **إجابة سؤال الشكل 23-9** قد تشتمل الإجابات على ما يأتي: يحتوي DNA على سكر ديوكسي رايبوز؛ أما سكر RNA فهو رايبوز. DNA مرتب على شكل لولب مزدوج، مع وجود روابط هيدروجينية بين القواعد النيتروجينية؛ أما RNA فمرتب على شكل شريط واحد. ويحتوي DNA على ثايمين؛ في حين يحتوي RNA على يوراسيل.

اطلب إلى الطلاب تضمين معلومات من هذا القسم في مطويتهم.

### المطويات



### RNA

حمض الريبونوكليك حمض نووي، يختلف تركيبه العام عن تركيب DNA في ثلاث طرائق مهمة، كما في الشكل 9-23. أولاً أن DNA يحتوي على القواعد النيتروجينية الأدينين، والسيتوسين، والجوانين، والثايمين. في حين يحتوي RNA على الأدينين، والسيتوسين، والجوانين، واليوراسيل. ولا يوجد الثايمين أبداً في RNA. ثانياً، يحتوي RNA على سكر الريبوز، في حين يحتوي DNA على سكر الديوكسي ريبوز الذي يوجد فيه ذرة هيدروجين بدل مجموعة هيدروكسيل في أحد المواقع.

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

أما الفرق الثالث بين DNA و RNA فهو في الشكل؛ إذ يكون DNA عادة على شكل لولب ثنائي؛ حيث تقوم الروابط الهيدروجينية بربط السلسلتين معاً عن طريق قواعدهما. في حين يتكون RNA من شريط واحد دون وجود روابط هيدروجينية بين القواعد.

ويخزن DNA المعلومات الوراثية، في حين يمكن RNA الخلايا من استخدام المعلومات الموجودة في DNA. لقد تعلمت أن المعلومات الوراثية للخلية موجودة في تسلسل من القواعد النيتروجينية في جزيء DNA، وأن الخلايا تقوم باستعمال تسلسل القواعد هذا لتكوّن RNA بتسلسل متطابق. ومن ثم يستعمل RNA لصنع بروتينات بتسلسل من الأحماض الأمينية يتقرر بترتيب القواعد النيتروجينية في RNA، وتسمى هذه التسلسلات باسم الشفرة الوراثية. ولما كانت البروتينات هي الأدوات الجزيئية التي تقوم بمعظم النشاطات في الخلية، لذا يعد اللولب المزدوج لـ DNA هو المسؤول في النهاية عن التحكم في آلاف التفاعلات الكيميائية التي تحدث في الخلايا.

### التقويم 4-9

#### الخلاصة

- 19. الفكرة الرئيسية اشرح الوظيفة الأساسية لكل من RNA و DNA.
- 20. حدّد المكونات البنائية الخاصة لكل من RNA و DNA.
- 21. اربط وظيفة DNA بتركيبه.
- 22. حلّل تركيب الأحماض النووية، ثم حدّد التركيب الذي يجعلها أحماضاً.
- 23. توقع ماذا يحدث إذا احتوى DNA الذي يحمل شفرة صنع بروتين على تسلسل قواعد خاطئ؟
- الأحماض النووية مبلمرات من النيوكليوتيدات التي تتكون من قاعدة نيتروجينية، ومجموعة فوسفات، وسكر.
- DNA و RNA هي جزيئات تخزن معلومات للخلية.
- يتكون DNA من شريطين، في حين يتكون RNA من شريط واحد.

135

### 3. التقويم

#### التحقق من الفهم

اعرض صوراً لنماذج DNA و RNA، واطلب إلى الطلاب أن يحددوا ماهية كل منهما، ويشرحوا كيف توصلوا إلى إجاباتهم. وعليهم أن يبحثوا عن اليوراسيل والريبوز في RNA الذي يتكون عادة من شريط واحد، ويبحثوا أيضاً عن الثايمين والديوكسي ريبوز في DNA، الذي يتكون عادة من شريطين. **ض م**

#### إعادة التدريس

اطلب إلى الطلاب أن يشرحوا لماذا تستطيع خلايا الإنسان فصل شريطي اللولب الثنائي خلال ثوان، مع أن البوليمر DNA ثابت لدرجة أن العلماء استطاعوا أن يعزلوا DNA سليماً من أحافير عمرها ملايين السنين؟ وذكّرهم بأنه يتعين عليهم أن يركزوا على طبيعة القوى بين الجسيمات. فأشرطة البوليمر DNA تتماسك معاً بروابط إستر تساهمية قوية، مما يجعله ثابتاً جداً. في حين يرتبط الشيطان اللذان يكوّنان اللولب معاً بواسطة الروابط الهيدروجينية الأكثر ضعفاً من بين القواعد المكتملة. **ض م**

#### التوسع

اطلب إلى مجموعات صغيرة من الطلاب أن يبحثوا عن كيفية اكتشاف تركيب DNA. ودعهم يعدوا تقريراً شفوياً قصيراً لعرضه على الصف، على أن يشتمل التقرير على معلومات عن روزاليند فرانكلين، وموريس ويلكينز، وفرانسيس كريك، وجيمس واتسون. **د م ض م ف م تعلم تعاوني**

### التقويم 4-9

- 19. الوظيفة الأساسية لـ RNA هي بناء البروتينات. والوظيفة الأساسية لـ DNA هي تخزين المعلومات الوراثية.
- 20. يحتوي RNA على الريبوز، ومجموعات الفوسفات، وقواعد A، C، و G، و U. ويحتوي DNA على ديوكسي ريبوز، ومجموعات فوسفات، وقواعد A، C، و G، و T.
- 21. تتكون DNA من شريطين ينفكان ثم يكونان أزواج قواعد نيتروجينية مكتملة. وتتضمن هذه العملية نسخ تسلسل DNA

## الهدف

يتقصى الطلاب اكتشاف نسيج لين في عظم ديناصور تيرانوسورس ركس المتحجر منذ 68 مليون سنة.

## الخلفية النظرية للمحتوى

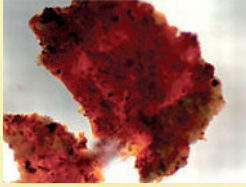
تتكون الأحافير عندما تمر مياه مشبعة بالمعادن إلى داخل تراكيب عظمية كالعظام والأسنان. تحل المعادن مكان المركبات العضوية مخلقة صخوراً على شكل المخلوق الحي. وتتغفن الأجزاء اللينة التي منها الأنسجة والأوعية الدموية عادة بسرعة فلا تتحجر.

## استراتيجيات التدريس

- عندما اكتشفت الدكتور شفايتزر لأول مرة ما بدا كأنه خلايا دم في عظم الديناصور المتحجر قال لها أحد الناصحين، "الآن حاولي أن تجدي دليلاً على أن هذه ليست في الحقيقة خلايا دم". ناقش هذا التعليق مع الصف. لماذا يحاول العلماء إثبات خطأ فرضياتهم؟
  - قال أحد النقاد عن عمل الدكتور شفايتزر إنه كان يجب عليها أن تقوم باختبارات أخرى قبل أن تنشر عملها. فقد قال "أنا أؤيد عملاً أطول بموثوقية مؤكدة". ردّت الدكتور شفايتزر بهجوم مضاد قائلة إنها كانت مضطرة أن تنشر اكتشافها بسرعة لتضمن استمرار التمويل.
- دع الطلاب يناقشوا طرفي هذه المسألة.

## في الميدان

### المهنة : عالم البيولوجيا الجزيئية فحص الحمض يكشف مفاجأة



شكل 2 وجد العلماء أيضاً أوعية دموية وخلايا منفردة في النسيج اللين للديناصور.

الاختبار الحمضي **The Acid Test** لدراسة العظم النخاعي عن كتب أذابت شفايتزر كثيراً من العظم في حمض مخفف للتلخيص من فوسفات الكالسيوم، وهذه تقنية تستعمل عادة في فحص النسيج الحديث. ولما كان العظم المتحجر قد تحول عادة إلى مادة معدنية، لذا كان يُتَراض أن يذوب كلياً في الحمض المخفف، إلا أن هذه الخطوة أعطت نتائج مذهلة؛ إذ وجد نسيج لين داخل العظم. وقد ظهر تحت المجهر أن هذا النسيج عبارة عن أوعية دموية محفوظة، بالإضافة إلى خلايا منفردة، كما في الشكل 2.

ولكن كيف يمكن أن يبقى النسيج طرماً مدة 68 مليون سنة في الأرض؟

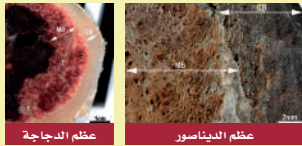
المزيد من العمل **More Work** قامت شفايتزر بعد ذلك بفحص عظام أخرى بالاختبار الحمضي نفسه ووجدت نسيجاً ليناً وتراكيب دقيقة مشابهة. ولا يعلم أحد حتى الآن ما الذي تظهره هذه التراكيب الدقيقة. إلا أن أحد العلماء يقول: "ربما تكون هناك أشياء كثيرة غفلنا عنها بسبب افتراضنا كيف تحدث عملية الحفظ"، ومن الواضح أن ذلك يتطلب المزيد من البحث.

"لا يوجد عالم بيولوجيا جزيئية ذو تفكير صحيح يعمل ما عملته ماري شفايتزر Mary Schweitzer. نحن لا نبذل كل هذا الجهد لإخراج هذه الأشياء من الأرض لندمرها في حمض". هذا ما قاله أحد زملاء ماري شفايتزر، عالمة التي استخدمت تقنيات البيولوجيا الجزيئية لتكشف نسيجاً ليناً يجب ألا يكون موجوداً في عظم فخذ ديناصور متحجر منذ 68 مليون سنة.

الأم بوب **Mother Bob** عندما قام علماء البيولوجيا الجزيئية باستخراج الديناصور المتحجر الذي أطلق عليه لقب "بوب" عام 2003 م من منطقة نائية في ولاية مونتانا الأمريكية، وضعت العظام في غطاء من الجبس لحمايتها في أثناء عملية النقل. ولكن كان وزن العظام والجبس يفوق قدرة الطائرة العمودية على حمله، مما اضطر علماء البيولوجيا الجزيئية أن يكسروا عظم الفخذ لكي يستطيعوا نقل الديناصور من تلك المنطقة النائية. وقد أخذت شفايتزر كثيراً من عظم الفخذ لدراستها دراسة إضافية. وقد جاءت المفاجأة الأولى بسرعة؛ حيث كانت "بوب" أنثى، وكانت تنتج البيض عند وفاتها. والعظم الذي درسته شفايتزر يسمى عظماً نخاعياً. وكان هذا النسيج العظمي معروفاً سابقاً في الطيور فقط، كما في الشكل 1.

إذ ينتج الدجاج البيض العظم النخاعي، ويستعمل لاحقاً الكالسيوم المخزّن في العظم لتكوين قشر البيض. وبعد إنتاج البيض يخفي هذا العظم. وبين الشكل 1 العظم النخاعي الموجود في عظم الديناصور "بوب".

شكل 1 يحتوي كل من عظم الدجاجة وعظم الديناصور على عظم خارجي قاس يسمى العظم القشري (CB)، وعظم لين يسمى العظم النخاعي (MB).



136

### الكتابة في الكيمياء

كتابة للاقتناع من غير المحتمل أن يوجد DNA الديناصور في هذه الأنسجة البنية. وعلى الرغم من ذلك فإن هذا الاكتشاف يثير السؤال الآتي: هل يمكن استنساخ الحيوانات المنقرضة من DNA الذي يتم الحصول عليه؟ اكتب مقالة إقناعية تعبر فيها عن رأيك حول هذا السؤال.

### الكتابة في الكيمياء

كتابة للاقتناع بعد القيام ببحث إضافي، سيعلم الطلاب أنه من الصعب العثور على DNA الديناصورات إذا لم يكن ذلك مستحيلاً. ومع ذلك، يمكن الحصول على DNA بعض الحيوانات التي انقرضت حديثاً. فهل سنعيد استنساخ حيوانات مثل الذئب التسماني أو الماموث الصوفي؟ يمكن مناقشة أفكار مثل أسباب الانقراض ومسؤولياتنا تجاه الأنواع الأخرى التي تعيش حولنا.

13. أعد الخطوط من 4 إلى 12 مستعملًا 2 mL من معجون الكبد بدلا من معجون لب البطاطس.

جدول البيانات	
ارتفاع الرغوة (cm)	درجة الحرارة (°C)
البطاطس	
ماء مثلج	
ماء في درجة حرارة الغرفة	
ماء في درجة حرارة الجسم	
ماء مغلي (قريب من 100 °C)	
الكبد	
ماء مثلج	
ماء في درجة حرارة الغرفة	
ماء في درجة حرارة الجسم	
ماء مغلي (قريب من 100 °C)	

الخلفية النظرية الإنزيمات عوامل حفزة طبيعية تستعملها المخلوقات الحية لتسريع التفاعلات، وهذه البروتينات تراكيب متخصصة تمكنها من التفاعل مع مواد محددة.

سؤال كيف تؤثر درجة الحرارة في عمل الإنزيمات؟

المواد والأدوات اللازمة

- لب البطاطس الحمراء
- فوق أكسيد الهيدروجين (3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)
- ماء
- كأس سعتها 250 mL عدد 4
- أنبوب اختبار عدد 4
- حامل أنابيب اختبار
- ماسك أنابيب اختبار
- مقياس درجة حرارة
- مسطرة
- قطع ثلج
- ساعة
- سخان كهربائي
- كبدة طازجة ونيسة

إجراءات السلامة

خطوات العمل

- اقرأ نموذج السلامة في المختبر.
- اكتب فرضية تحدد درجة الحرارة التي تكون الإنزيمات عندها أكثر نشاطًا.
- انسخ جدول البيانات على ورقة منفصلة.
- ضع أنابيب الاختبار الأربعة في حامل الأنابيب.
- ضع 2.0 mL من معجون لب البطاطس في كل أنبوب اختبار.
- مستعملًا السخان الكهربائي والتلج جهز أربع كؤوس عند درجات حرارة مختلفة؛ تحتوي الأولى على ماء مثلج، والثانية على ماء في درجة حرارة الغرفة، والثالثة على ماء في درجة حرارة الجسم، والرابعة على ماء في درجة الغليان (100 °C) أو قريبًا منها.
- ضع أنبوب اختبار واحدًا في كل من الكؤوس الأربع مستخدمًا ماسك أنابيب الاختبار.
- قس درجة حرارة كل كأس وسجلها.
- قس بعد 5 min من وضع الأنابيب في الكؤوس 5.0 mL من H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 3% وضعها في كل أنبوب اختبار.
- دع التفاعل يستمر مدة 5 min.
- قس ارتفاع الرغوة الناتجة في كل أنبوب.
- اغسل الأنابيب بعد التخلص من محتوياتها.

الاستقصاء

صمم تجربة هل يؤثر التغير في pH في النتائج؟ صمم تجربة لتكتشف الإجابة.

# مختبر الكيمياء

## فعل الإنزيم ودرجة الحرارة

الزمن المقدر: 30 min

المهارات العلمية: تكوين الفرضيات، وجمع البيانات وتنظيمها، والقياس، والمقارنة، وملاحظة السبب والنتيجة، وعمل الرسوم البيانية واستعمالها.

احتياطات السلامة: راجع نماذج السلامة في المختبر قبل بدء العمل. يجب أن يستعمل الطلاب قابسًا كهربائيًا معزولاً للسخان الكهربائي. يجب أن يستعمل الطلاب فقط بيروكسيد هيدروجين تركيزه 3% كما هو مذكور في المختبر.

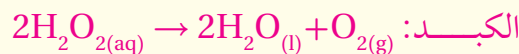
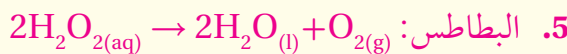
التخلص من النفايات: يمكن طرح المحاليل جميعها في حوض المغسلة مع كمية وافرة من الماء.

### خطوات العمل

- قد تمتلئ بعض أنابيب الاختبار بالرغوة وتفيض. وهذه ليست مشكلة ولكن ذلك يتطلب أن يكون الطلاب أكثر إبداعًا في قياساتهم.
- من المهم أن يأخذ الطلاب السائل من البطاطس المخلوطة إذا كانوا يستعملون ماصة معدة للطرح بعد الاستعمال لمنع الانسداد.

### التحليل والاستنتاج

- ارجع إلى كتاب مصادر الفصول للإطلاع على الرسم البياني.
- تعمل الأنزيمات أكثر مع ازدياد درجة الحرارة إلى أن تفقد الأنزيمات طبيعتها الأصلية فتتوقف عن العمل.
- حمام الماء الساخن لأن الأنزيمات فقدت طبيعتها الأصلية.
- ستباين الإجابات.



التفاعلات هي نفسها لأن الأنزيمات لا تشارك في التفاعل، هي فقط تسرعه.

- إجابات محتملة: نتجت رغوة وفاضت من أنبوب الاختبار فكان ارتفاع الرغوة تقديرًا. طريقة ممكنة لتصحيح هذا هو استعمال أنابيب اختبار أكبر.

الفترة العامة تقوم المركبات العضوية الحيوية: البروتينات، والكربوهيدرات، والليبيدات بالأنشطة الضرورية للخلايا الحية.

9-1 البروتينات	
<b>المفاهيم الرئيسية</b>	<b>الفكرة الرئيسية</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>البروتينات بوليمرات حيوية تتكون من أحماض أمينية ترتبط بروابط ببتيدية.</li> <li>تتطوي سلاسل البروتينات مكونة تراكيب معقدة ثلاثية الأبعاد.</li> <li>للبروتينات وظائف عديدة في جسم الإنسان، منها: وظائف داخل الخلايا، وأخرى بينها، ووظائف دعم بنائي.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>تؤدي البروتينات وظائف ضرورية تشمل تنظيم التفاعلات الكيميائية، والدعم البنائي، ونقل المواد، وتقلصات العضلات.</li> <li>تغير الخواص الطبيعية للإنزيمات.</li> <li>المادة الحاضنة لفعّل الإنزيم.</li> <li>الموقع النشط.</li> </ul>
9-2 الكربوهيدرات	
<b>المفاهيم الرئيسية</b>	<b>الفكرة الرئيسية</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>الكربوهيدرات مركبات تحتوي على مجموعات هيدروكسيل (-OH) متعددة، ومجموعة الكربونيل الوظيفية (C=O).</li> <li>يتراوح حجم الكربوهيدرات بين وحدات بناء أساسية مفردة إلى بوليمرات تتكون من مئات أو آلاف الوحدات الأساسية.</li> <li>توجد السكريات الأحادية في المحاليل المائية في تراكيب حلقيّة ومفتوحة السلسلة.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>تزداد الكربوهيدرات المخلوقات الحية بالطاقة.</li> <li>المواد البنائية.</li> <li>الكربوهيدرات.</li> <li>السكريات الأحادية.</li> <li>السكريات الثنائية.</li> <li>السكريات العديدة التسكر.</li> </ul>
9-3 الليبيدات	
<b>المفاهيم الرئيسية</b>	<b>الفكرة الرئيسية</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>الأحماض الدهنية أحماض كربوكسيلية طويلة السلسلة تحوي عادة ما بين 12 و 24 ذرة كربون.</li> <li>لا تحتوي الأحماض الدهنية المشبعة على روابط ثنائية؛ في حين تحتوي الأحماض الدهنية غير المشبعة على رابطة ثنائية أو أكثر.</li> <li>يمكن أن ترتبط الأحماض الدهنية بالجليسرول لتكوّن الجليسرول الثلاثي.</li> <li>الستيرويدات ليبيدات تحتوي على تراكيب متعددة الحلقات.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>تكوّن الليبيدات الأغشية الخلوية، وتخزن الطاقة، وتنظم العمليات الخلوية.</li> <li>الليبيدات.</li> <li>الأحماض الدهنية.</li> <li>الجليسرولات الثلاثية.</li> <li>الشموع.</li> <li>الستيرويدات.</li> <li>النصن.</li> </ul>
9-4 الأحماض النووية	
<b>المفاهيم الرئيسية</b>	<b>الفكرة الرئيسية</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>الأحماض النووية بوليمرات من النيوكليوتيدات التي تتكون من قاعدة نيتروجينية، ومجموعة فوسفات، وسكر.</li> <li>DNA و RNA جزيئات تخزين معلومات للخلية.</li> <li>يتكون DNA من شريطين، في حين يتكون RNA من شريط واحد.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>تخزن الأحماض النووية المعلومات الوراثية وتنقلها.</li> <li>الحمض النووي.</li> <li>النيوكليوتيد.</li> </ul>

## دليل الدراسة

استعمال المفردات اطلب إلى الطلاب كتابة جملة واحدة لكل مصطلح في الفصل لتعزيز معرفتهم بمفردات الفصل.

## استراتيجيات المراجعة

- اطلب إلى الطلاب وصف الاختلافات في التركيب الكيميائي لكل من البروتينات والكربوهيدرات، والليبيدات، ووصف عمل كل منها. **ضم م**
- اطلب إلى الطلاب المقارنة بين العمليات الحيوية.

## الكيمياء عبر المواقع الإلكترونية

لمراجعة محتوى هذا الفصل وأنشطته، ارجع إلى الموقع الإلكتروني:

[www.obeikaneducation.com](http://www.obeikaneducation.com) وذلك من أجل:

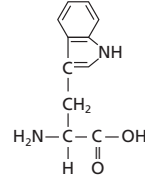
- مراجعة الفصل ودراسته عبر الشبكة.
- الوصول إلى المواقع التي تزودك بمزيد من المعلومات والمشاريع والأنشطة.
- مراجعة المحتوى عبر الشبكة بالإضافة إلى التفاعل والاختبارات الذاتية.
- الحصول على اختبارات الفصل والتدريب على (الأنشطة) والاختبارات المقننة.

9-1

إتقان المفاهيم

24. ماذا تُسمى السلسلة المتكونة من ثمانية أحماض أمينية؟  
والسلسلة المتكونة من 200 حمض أميني؟
25. سمِّ نوعين من المجموعات الوظيفية التي تتفاعل معًا لتكوين رابطة ببتيدية، وسمِّ أيضًا المجموعة الوظيفية في الرابطة الببتيدية نفسها.
26. استعمل الرموز المبنية لتمثيل تراكيب أربعة أحماض أمينية مختلفة، لرسم تراكيب أربعة ببتيدات ممكنة يتكون كل منها من أربعة أحماض أمينية يمكن ربطها بترتيبات مختلفة:  
الحمض الأميني 1: ■    الحمض الأميني 3: ◆  
الحمض الأميني 2: ▲    الحمض الأميني 4: ●
27. تفرغ جسم الإنسان سمِّ خمسة أجزاء من الجسم تحتوي على بروتينات بنائية.
28. عدّد أربع وظائف رئيسة للبروتينات، وأعط مثالاً واحداً على بروتين يقوم بكل وظيفة من هذه الوظائف.
29. صف شكلين شائعين لتركيب البروتين الثلاثي الأبعاد.
30. سمِّ المجموعات الوظيفية في السلاسل الجانبية للأحماض الأمينية الآتية:  
a. الجلوتامين  
b. السيرين  
c. حمض الجلوتاميك  
d. الألايسين
31. اشرح كيف يعمل الموقع النشط للإنزيم.
32. أعط مثالاً على حمض أميني له حلقة أروماتية في سلسلته الجانبية.
33. سمِّ حمضين أميين لا قطبيين، وآخرين قطبيين.

34. التركيب المبين في الشكل 24-9 للترينوفان. صف بعض الخواص التي تتوقعها للترينوفان، بناءً على تركيبه. وإلى أي المركبات العضوية الحيوية ينتمي التريينوفان؟ وضح إجابتك.



الشكل 24-9

35. هل ثنائي ببتيد الألايسين-فالين هو المركب ثنائي ببتيد الفالين - الألايسين نفسه؟ وضح إجابتك.
36. إنزيما كيف تحفّض الإنزيما طاقة التنشيط لتفاعل ما؟
37. كيمياء الخلية معظم البروتينات ذات الشكل الكروي موجهة، بحيث تكون معظم أحماضها الأمينية اللاقطبية في الجهة الداخلية والأحماض القطبية موجودة على السطح الخارجي. فهل يمكن أن يكون ذلك معقولاً من حيث طبيعة بيئة الخلية؟ وضح إجابتك.

إتقان حل المسائل

38. بكم طريقة يمكنك ترتيب ثلاثة أو أربعة أو خمسة أحماض أمينية مختلفة في الببتيد؟
39. كم رابطة ببتيدية توجد في ببتيد يحوي خمسة أحماض أمينية؟
40. البروتينات متوسط الكتلة المولية لحمض أميني في ببتيد متعدد هو 110. فما الكتلة المولية التقريبية للبروتينين الآتيين؟  
a. الأنسولين (51 حمضاً أمينياً)  
b. المايوسين (1750 حمضاً أمينياً)

9-1

إتقان المفاهيم

24. ببتيد، بروتين.
25. مجموعتا أمين و كربوكسيل؛ مجموعة الأמיד
26. إجابات محتملة: ■◆▲●؛ ■◆▲●؛ ◆▲●■
27. إجابات محتملة: جلد، وأربطة، وأوتار، وعظام، وشعر
28. إجابات محتملة: أنزيما: الباباين، ولبروتينات النقل: هيموجلوبين؛ دعم بنائي: الكولاجين؛ اتصال: هرمونات الغدة الدرقية.
29. لولب ألفا هو جزء ملتف من سلسلة بروتين. صحيفة بيتا هي مساحة منبسطة حيث تنطوي سلسلة إلى الخلف والأمام تكررًا.

الفصل 9

9

a. 30. مجموعة أميد.

b. مجموعة هيدروكسيل

c. مجموعة كربوكسيل

d. مجموعة أمين

31. يرتبط الموقع النشط مع المواد. ويحدث تفاعل بين المواد التي تخضع لفعل الأنزيم لأنها تبقى قريبة من بعضها البعض وتقل طاقة التنشيط.

32. فينيل الأئين.

33. غير قطبي: جلايسين، فالين، فينيل الأئين.

قطبي: سيرين، سيستين، جلوتامين، لايسين، حمض جلوتاميك.

34. تريينوفان هو حمض أميني كبير غير قطبي، وأورماتي لا يذوب في الماء وله درجة انصهار ودرجة غليان مرتفعة نسبياً. وهو وحدة بناء للبروتينات.

35. لا، كل حمض أميني له مجموعة مختلفة متعلقة بالرابطة الببتيدية.

36. تكون الأنزيما روابط عديدة مع المواد الخاضعة لفعل الأنزيم، فتتخفف طاقتها التنشيطية.

37. نعم. الوسط الخلوي مائي، ولذلك فإنه من المعقول أن تكون الأحماض الأمينية القطبية لبروتينات الخلية على السطح الخارجي للجزيء وأحماض أمينية قطبية أقل في الداخل

إتقان حل المسائل

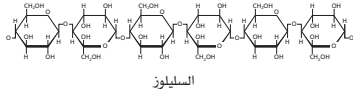
38.  $20^3 = 8.0 \times 10^3$ ؛  $20^4 = 1.6 \times 10^5$ ؛  $20^5 = 3.2 \times 10^6$

39. 4

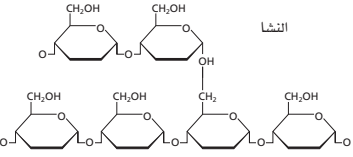
40. a. 5600

b. 190,000

47. السليولوز والنشا قارن بين التراكيب الجزيئية للسليولوز والنشا المبينة في الشكل 9-26.



السليولوز



النشا

الشكل 9-26

48. الكيمياء في النباتات قارن بين وظائف النشا والسليولوز في النباتات، ووضح أهمية التركيب الجزيئي لكل منهما بالنسبة لوظيفته.

49. استنتج كيف تعطي الاختلافات في ترتيبات الروابط في السليولوز والنشا خواص مختلفة؟

50. يتكون السكر الثنائي الملتزم من وحدتي جلوكوز. ارسم تركيبه.

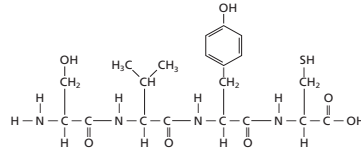
51. لماذا يُنتج تميّه السليولوز، والجلالاكوجين، والنشا سكرًا أحاديًا واحدًا فقط؟ وما السكر الأحادي الذي ينتج؟

52. الهضم لماذا لا يمكن أن يتحلل السكر الثنائي أو العديد التسكر عند عدم وجود الماء؟ دّم إجابتك بمعادلة.

53. ارسم تراكيب الفركتوز عندما يكون في صورة سلسلة مفتوحة. ضع دائرة حول كل ذرة كربون غير متيئة، ثم احسب عدد المشكلات الفراغية التي لها صيغة الفركتوز نفسها.

54. السكريات قارن بين الجلوكوز والفركتوز من حيث الصيغة الجزيئية والكتلة المولية والمجموعات الوظيفية.

41. حدّد عدد الأحماض الأمينية والروابط الببتيدية التي توجد في الببتيد المين في الشكل 9-25.



الشكل 9-25

42. معدل الكتلة المولية لحمض أميني هو 110 g/mol، احسب عدد الأحماض الأمينية التقريبي في بروتين كتلته المولية 36,500 g/mol

## 9-2

### إتقان المفاهيم

43. الكربوهيدرات صنف الكربوهيدرات الآتية إلى سكريات أحادية، أو ثنائية، أو عديدة التسكر:

- |             |                 |
|-------------|-----------------|
| a. النشا    | e. السليولوز    |
| b. الجلوكوز | f. الجلالاكوجين |
| c. السكروز  | g. الفركتوز     |
| d. الرايبوز | h. اللاكتوز     |

44. سمّ متشكّلين للجلوكوز.

45. ما نوع الرابطة التي تتكون عند اتحاد سكرين أحاديين لتكوين سكر ثنائي؟

46. السكريات أعط مصطلحًا علميًا لكل مما يأتي:

- |                |
|----------------|
| a. سكر الدم    |
| b. سكر المائدة |
| c. سكر الفاكهة |
| d. سكر الحليب  |

41. 4 أحماض أمينية؛ 3 روابط ببتيدية.

42. حوالي 332

## 9-2

### إتقان المفاهيم

43. a. سكر عديد التسكر

b. سكر أحادي

c. سكر ثنائي

d. سكر أحادي

e. سكر عديد التسكر

f. سكر عديد التسكر

g. سكر أحادي

h. سكر ثنائي

44. فركتوز، وجالاكتوز.

45. رابطة إيثر

46. a. جلوكوز

b. سكروز

b. فركتوز

c. لاكتوز

47. يحتوي التركيبان على تراكيب حلقيّة متشابهة، ولكن السليولوز تركيب طولي والنشا تركيب متفرع.

48. المادتان من السكريات عديدة التسكر الموجودة في النباتات. إلا أن النشا يستعمل لاختزان الطاقة والسليولوز يكون جدران الخلايا النباتية الصلبة. يسمح التركيب الطولي الطويل للسليولوز للسلاسل أن تلتصق معًا بشدة مكونة تركيبًا قويًا صلبًا. بينما يتكون النشا من وحدات جلوكوز وهو غير قابل للذوبان في الماء، مما يجعله مخزنًا جيدًا للطاقة.

49. ترتبط وحدات البناء الأساسية المونومرات معًا بطرائق مختلفة. فالسليولوز بوليمر طولي يتكون من سلاسل متوازية تتماسك بشدة بعضها مع بعض في حزم. والنشاء بوليمر متفرع؛ ويمنع هذا التفرع التركيب من أن يكون حزمًا متراصة.

50. يجب أن يبين التركيب وحدتي جلوكوز ترتبطان برابطة إيثر. ارجع إلى كتاب الطالب.

51. البولييمرات الثلاثة جميعها مصنوعة فقط من الجلوكوز؛ لذا ينتج الجلوكوز فقط عند التميّه.

52. يجب أن تنكسر روابط الإيثر (C-O-C) التي تربط السكريات معًا لتكوين رابطتي COH بدمج الماء. وهذا تفاعل تميّه. والمعادلة هي عكس تلك الموجودة في الشكل 9-10.

53. 8 متشكلات؛ ارجع إلى دليل حلول المسائل.

54. الجلوكوز والفركتوز متشكّلان بنائيان، ولذلك لهما الصيغة الجزيئية نفسها (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) والكتلة المولية نفسها (180g/mol). وكلاهما يحتوي على 5 مجموعات هيدروكسيل، إلا أن الفركتوز فيه أيضًا مجموعة كيتون بينما يحتوي الجلوكوز على مجموعة ألدهيد.



58. يحتوي دهن البقر على دهون مشبعة أكثر من زيت الزيتون. وتتراص الأحماض الدهنية المشبعة معاً أفضل من الأحماض الدهنية غير المشبعة، لذلك ستكون درجة انصهار الليبيد البقري أعلى من زيت الزيتون.

59. للصابون طرف غير قطبي يذوّب الأوساخ والشحوم غير الدهنية، كما أن طرفه الآخر قطبي قابل للذوبان في الماء، وهذا يسمح للماء أن يغسل الصابون والأوساخ.

60. يجب أن يشبه الرسم الشكل 17-9. ارجع إلى كتاب الطالب.

61. في الخلايا الدهنية على شكل جلسريد ثلاثي.

62. الستيرويدات لأنها ثنائية الجزئيات، كبيرة الحجم، وغير قطبية

63.  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COO}^-\text{Na}^+$ ؛ الطرف الأيسر غير قطبي والطرف المشحون قطبي.

64. a. الستيرويد

b. الليبيد الفوسفوري

### إتقان حل المسائل

65. 756 g

66. 3 mol من  $\text{H}_2$  تلزم للهدرجة الكاملة لحمض اللينولينك



### 9-4

#### إتقان المفاهيم

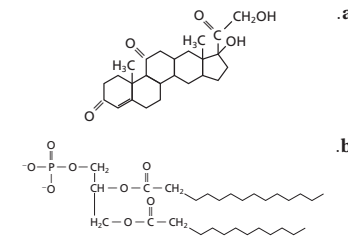
67. سكر، فوسفات، قاعدة نيتروجينية.

68. RNA و DNA.

69. DNA يحمل تعليمات لصنع بروتينات تُمرّر التعليمات إلى RNA الذي يترجم تعاقب القواعد إلى تعاقب أحماض أمينية في أثناء بناء البروتين.

70. في النواة.

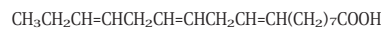
64. حدّد هل يعد كل تركيب مما يأتي: حمضاً دهنيًا، أو جلسريد ثلاثيًا، أو ليبيد فوسفوريًا، أو ستيرويد، أو شمعًا؟ فسر إجابتك.



### إتقان حل المسائل

65. إذا كانت كثافة حمض البالميتك الدهني 0.853g/mL عند 62 °C، فما كتلة عينة من حمض البالميتك حجمها 0.886 L عند درجة الحرارة نفسها؟

66. الدهون غير المشبعة كم مولاً من غاز الهيدروجين تتطلبه هدرجة تامة لـ 1 mol من حمض اللينولينك؟ اكتب معادلة موازنة لتفاعل الهدرجة. علمًا بأن الصيغة الكيميائية لحمض اللينولينك هي:



### 9-4

#### إتقان المفاهيم

67. ما التراكيب الثلاثة التي تتكوّن النيوكليوتيد؟

68. سمّ حمضين نوويين موجودين في المخلوقات الحية.

69. اشرح دور DNA و RNA في إنتاج البروتينات.

70. أين يوجد DNA في الخلايا الحية؟

55. منظور تاريخي الكربوهيدرات ليست هيدرات الكربون كما يوحي الاسم بذلك. اشرح كيف حدث هذا المفهوم غير الصحيح.

### إتقان حل المسائل

56. الكربوهيدرات المعقدة الستاكوز سكر رباعي يحتوي على وحدتي D-جلالكتوز، ووحدة D-جلوكوز، ووحدة D-فركتوز. والكتلة المولية لكل وحدة سكر هي 180 g/mol قبل ارتباطها معاً في هذا السكر الرباعي. فإذا كان جزيء ماء واحد يتحرر مقابل كل وحدتي سكر ترتبطان معاً، فما الكتلة المولية للستاكوز؟

### 9-3

#### إتقان المفاهيم

57. قارن بين تركيب الجلسريد الثلاثي والليبيد الفوسفوري.

58. توقع أيها تكون درجة انصهاره أعلى: الجلسريد الثلاثي المأخوذ من دهن البقر، أو الجلسريد الثلاثي المأخوذ من زيت الزيتون؟ فسر إجابتك.

59. الصابون والمنظفات اشرح كيف أن تركيب الصابون يجعله عامل تنظيف فعّالاً؟

60. ارسم جزءاً من غشاء ليبيدي ذي طبقتين، وأشر إلى الأجزاء القطبية وغير القطبية من الغشاء.

61. أين تُخزن الأحماض الدهنية في جسم الإنسان؟ وفي أي صورة؟

62. ما نوع الليبيد الذي لا يحتوي على سلاسل أحماض دهنية؟ ولماذا تُصنّف هذه المركبات على أنها ليبيدات؟

63. الصابون ارسم تركيب صابون بالمتات الصوديوم. (الالمتات هي القاعدة المرافقة للحمض الدهني المشبع ذي 16 ذرة كربون والمعروف باسم حمض البالميتك)، وأشر إلى طرفه: القطبي واللاقطبي.

55. الصيغة البنائية العامة للكربوهيدرات هي  $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_n$ . اعتقد العلماء القدماء في البداية أن هذه المركبات هي هيدرات الكربون. أما الآن فمن المعروف أنه لا توجد جزيئات ماء مرتبطة بجزيئات الكربوهيدرات، إلا أن اسم المركبات بقي دون تغيير.

### إتقان حل المسائل

$$(4 \times 180 \text{ g/mol}) - (3 \times 18 \text{ g/mol}) = 666 \text{ g/mol}$$

### 9-3

#### إتقان المفاهيم

57. الجلسريد الثلاثي هو جزيء جلسرول ترتبط به ثلاثة أحماض دهنية بروابط إستر. والليبيد الفوسفوري هو جزيء جلسرول يرتبط به حمضان دهنيان ومجموعة فوسفات بروابط إستر.

78. كم جراماً من الجلوكوز يمكن أن يتأكسد كلياً بـ 2.0 L من غاز  $O_2$  في الظروف المعيارية في أثناء التنفس الخلوي؟  
79. الطاقة احسب مجموع الطاقة بوحدة kJ التي تتحول إلى ATP في أثناء عمليات التنفس الخلوي والتخمير، وقارن بينها.

مراجعة عامة

80. ارسم مجموعات الكربونيل الوظيفية في الجلوكوز والفركتوز. فيم تشابه هذه المجموعات، وفيم تختلف؟  
81. سمِّ وحدات البناء الأساسية التي تكوّن البروتينات والكربوهيدرات المركبة.  
82. صف وظائف البروتينات، والكربوهيدرات، والليبيدات، في الخلايا الحية.  
83. اكتب معادلة كيميائية موزونة تمثل تحمي اللاكتوز.  
84. اكتب معادلة موزونة لتركيب السكروز من الجلوكوز والفركتوز.

التفكير الناقد

85. احسب يتكون 38 mol تقريباً من ATP عند التأكسد الكامل للجلوكوز في أثناء التنفس الخلوي. فإذا كانت حرارة الاحتراق لمول واحد من الجلوكوز تساوي  $2.82 \times 10^3$  kJ/mol ، وكل مول من ATP يخزن 30.5 kJ من الطاقة، فإكفاءة التنفس الخلوي بدلالة النسبة المئوية من حيث الطاقة المتاحة المخزونة في روابط ATP الكيميائية؟  
86. تعرّف السبب والنتيجة تقترح بعض الأنظمة الغذائية تحديداً شديداً لكمية الليبيدات، فلماذا لا يُعد حذف الليبيدات من الغذاء كلياً فكرة جيدة؟  
87. الرسوم البيانية واستعملها بين الجدول 2-9 عدداً من الأحماض الدهنية المشبعة وقيم بعض خواصها الفيزيائية.  
a. مثلّ بيانياً عدد ذرات الكربون ودرجة الانصهار.  
b. مثلّ بيانياً عدد ذرات الكربون والكثافة.

71. صف أنواع الروابط والتجاذبات التي تربط وحدات البناء الأساسية معاً في جزيء DNA.



الشكل 27-9

72. صنفّ التركيبي النووي المبين في الشكل 27-9 إلى DNA أو RNA، فسرّ إجابتك.  
73. ترتبط القاعدة جوانين في تركيب DNA ثنائي اللولب دائماً بالسايتوسين، ويرتبط الأدينين دائماً بالثايمين. فماذا تتوقع أن تكون النسب بين كميات C و T و A و G في طول معين من DNA؟  
74. نسخ DNA يحتوي أحد أشرطة جزيء DNA الترتيب القاعدي التالي. فإ تعاقب القواعد على الشريط الآخر في جزيء DNA؟  
C-C-G-T-G-G-A-C-A-T-T-A

75. العمليات الحيوية قارن بين التفاعلات الكلية للبناء الضوئي والتنفس الخلوي من حيث المواد المتفاعلة، والنواتج، والطاقة.

إتقان حل المسائل

76. الشفرة الوراثية هي شفرة ثلاثية؛ أي أنه تعاقب من ثلاث قواعد في RNA يدل على كل حمض أميني في سلسلة ببتيدية أو بروتين. ما عدد قواعد RNA الضرورية للدلالة على بروتين يحتوي على 577 حمضاً أمينياً؟  
77. مقارنات DNA تحتوي خلية البكتيريا إيشريشياكولاي على  $4.2 \times 10^9$  زوجاً من قواعد DNA، في حين تحتوي كل خلية بشرية على نحو  $3 \times 10^9$  زوجاً من قواعد DNA. ما النسبة المئوية التي يمثلها DNA في إيشريشياكولاي بالنسبة إلى الخريطة الوراثية البشرية؟

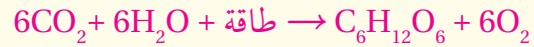
71. روابط تساهمية تربط السكريات والفوسفات. روابط هيدروجينية تربط القواعد معاً في مركز اللولب.

72. التركيبي هو RNA لأن اليوراسيل موجود بدلاً من الثايمين. السكريات هي رايبوز بدلاً من ديوكسي رايبوز، وهو يتكون من شريط واحد.

73. T=A و G=C

74. G-G-C-A-C-C-T-G-T-A-A-T

75. البناء الضوئي:



التنفس الخلوي:



إتقان حل المسائل

76. 1731 قاعدة من RNA

77. 0.14%

78. 2.7 g جلوكوز

79. ينتج كل 1 mol من الجلوكوز في أثناء التخمير 2 mol من ATP

$$2 \text{ mol ATP} \times 30.5 \text{ kJ / mol} = 61.0 \text{ kJ}$$

ينتج كل 1 mol من الجلوكوز في أثناء التنفس الخلوي

38 mol ATP

$$38 \text{ mol ATP} \times 30.5 \text{ kJ / mol} = 1160 \text{ kJ}$$

مراجعة عامة

80. ارجع إلى كتاب الطالب. في الجلوكوز، C=O ترتبط بها H وهي الدهيد. في الفركتوز، C=O ترتبط بها ذرات C أخرى وهي كيتون.

81. وحدات بناء البروتين الأساسية (المونومرات) هي أحماض أمينية؛ وحدات البناء الأساسية (المونومرات) للكربوهيدرات المركبة هي سكريات أحادية.

82. البروتينات: أنزيمات، وبناء، ونقل، واتصال، وإعطاء إشارات.

الكربوهيدرات: مصدر للطاقة، والبناء في النبات.

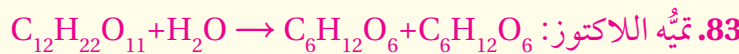
الليبيدات: شكل للطاقة المخزنة، وتكون أغشية الخلايا، وقاية، بعض الهرمونات والفيتامينات.

التفكير الناقد

85. 41%

86. يحتاج الجسم إلى الليبيدات لعدد من الوظائف. إذا كانت كمية

الليبيدات محدودة بشكل خطير فقد لا تتوفر للجسم ليقوم بتلك الوظائف.



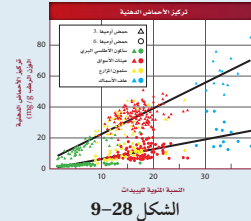
تقويم إضافي

الكتابة في الكيمياء

91. الكولسترول استعمل المكتبة أو الإنترنت لعمل بحث عن الكولسترول، واكتب مقالة صحفية تتعلق بالكولسترول موجهة إلى القراء في سن المراهقة. وتأكد من الإجابات عن الأسئلة الآتية في المقالة: أين يستعمل هذا المركب في جسمك؟ ما وظيفته؟ لماذا يعد الإكثار من الكولسترول في الغذاء غير مناسب؟ هل الوراثة عامل في ارتفاع الكولسترول؟

أسئلة المستندات

الأحماض الدهنية أوميغا-3 وأوميغا-6 أحماض دهنية أخذت أساؤها من تراكيبها. فهي تحتوي على رابطة ثنائية إما على بعد 3 ذرات كربون أو 6 ذرات كربون من نهاية سلسلة الحمض الدهني. وتأثير هذه الأحماض الدهنية مفيد في الصحة؛ لأنها تخفّض مستويات الكولسترول السيء، وترفع مستويات الكولسترول الجيد في الدم. لقد درست مستويات الأحماض الدهنية أوميغا-3 وأوميغا-6 في سمك السلمون من ثلاثة مصادر مختلفة، وفي الغذاء المستعمل في مزارع السلمون أيضاً. وبين الشكل 28-9 النسبة المئوية للأحماض الدهنية أوميغا-3 وأوميغا-6 مقارنة بمجموع كمية الليبيدات في العينات.



92. أي أنواع الأسماك احتوى على أكبر كمية من الأحماض الدهنية أوميغا؟

93. بناءً على هذه الدراسة، أي أنواع السلمون تنصح به لشخص يريد الإكثار من كمية الأحماض الدهنية أوميغا-3 وأوميغا-6 في غذائه؟

94. استنتج من الرسم البياني لماذا يحتوي سلمون المزارع والأسواق الكبرى على كمية من الأحماض الدهنية أوميغا-3 وأوميغا-6 أكبر من تلك الموجودة في السلمون البري؟

87. a. ارجع إلى دليل حلول المسائل. في الرسم البياني يوضع عدد ذرات الكربون على المحور السيني، ودرجة الانصهار على المحور الصادي. يجب أن يبين الرسم البياني علاقة خطية إلى حد ما، تزداد درجة الانصهار مع ازدياد عدد ذرات الكربون.

b. ارجع إلى دليل حلول المسائل يجب أن يبين الرسم البياني علاقة خطية إلى حد ما بحيث تقل الكثافة مع ازدياد عدد ذرات الكربون.

c. كلما زاد عدد ذرات الكربون ارتفعت درجة الانصهار وانخفضت الكثافة.

d. 83-86 °C

مسألة تحفيز

88. 380 mol ATP لكل السكر الموجود في التفاح الأحمر.

مراجعة تراكمية

89. a. HBr: حمض، H<sub>2</sub>O: قاعدة.

b. HCOOH: حمض، NH<sub>3</sub>: قاعدة.

c. HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>: حمض، H<sub>2</sub>O: قاعدة.

90. الخلية الجلفانية عبارة عن نظام كيميائي يحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية عند حدوث تفاعل الأكسدة والاختزال التلقائي.

تقويم إضافي

الكتابة في الكيمياء

91. يجب أن تشمل إجابات الطلاب دور الكولسترول في الأغشية، وفي الكبد لإنتاج أملاح الصفراء، وفي خلايا الجلد لإنتاج فيتامين د، وفي عدد من الغدد لعمل هرمونات ستيرويدية. كثرة الكولسترول في الغذاء يرتبط بزيادة المخاطرة بالنسبة لمشكلات القلب والسكتة الدماغية.

أسئلة المستندات

92. السلمون المربي في المزارع.

93. السلمون المربي في المزارع.

94. العلف الذي يقدم غني جداً بأحماض دهنية من نوع أوميغا-3 وأوميغا-6، بينما السلمون البري لا يحصل على علف تكميلي.

c. استنتج العلاقات بين عدد ذرات الكربون في الحمض الدهني وكثافته ودرجة انصهاره.  
d. توقع درجة الانصهار التقريبية لحمض دهني مشبع فيه 24 ذرة كربون.

الجدول 2-9 الخواص الفيزيائية لبعض الأحماض الدهنية المشبعة

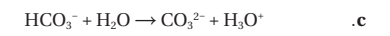
الاسم	عدد ذرات الكربون	درجة الانصهار (°C)	الكثافة (g/ml) (عند 60-80 °C)
حمض البالمتيك	16	63	0.853
حمض الميريستيك	14	58	0.862
حمض الأراكيدك	20	77	0.824
حمض الكابريك	8	16	0.910
حمض الدوكوسانويك	22	80	0.822
حمض الستريك	18	70	0.847
حمض اللوريك	12	44	0.868

مسألة تحفيز

88. احسب كم مولاً من ATP يمكن أن ينتج الجسم البشري من السكر الموجود في 28 kg من التفاح الأحمر. استخدم الإنترنت للحصول على معلومات لحل المسألة.

مراجعة تراكمية

89. حدد الحمض والقاعدة في المواد المتفاعلة لكل مما يلي:



90. ما الخلية الجلفانية؟

## اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

## الاختبار المقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

1. d

2. d

3. a

4. a

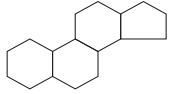
5. d

6. d

7. c

3. ما النسبة المئوية للثايمين (T) في العينة IV؟
- 28.4%
  - 78.4%
  - 71.6%
  - 21.6%

4. ما عدد جزيئات السايروسين في جزيء واحد من العينة (II)؟
- 402
  - 434
  - 216
  - 175



5. تمثل الصيغة أعلاه:
- سليولوز
  - نشا
  - بروتين
  - ستيرويد

6. تعد الأحماض الأمينية الوحدات البنائية في:
- الكربوهيدرات
  - الأحماض النووية
  - الليبيدات
  - البروتينات

7. يتكون السكروز من:
- جزيئات من الفركتوز
  - جزيئات من الجلوكوز
  - جزيء من الفركتوز وآخر من الجلوكوز
  - جزيء من الفركتوز وآخر من الجاللاكتوز

1. أي مما يأتي لا ينطبق على الكربوهيدرات؟
- توجد السكريات الأحادية باستمرار بين التركيب الحلقي وتركيب السلسلة المفتوحة.
  - ترتبط السكريات الأحادية في النشا بنفس نوع الروابط التي ترتبط بها في اللاكتوز.
  - لجميع الكربوهيدرات الصيغة العامة  $C_n(H_2O)_n$ .
  - تقوم النباتات فقط بصنع السليولوز، ويضمه الإنسان بسهولة.
2. أي مما يلي غير صحيح فيما يتعلق بالأحماض النووية RNA و DNA؟
- يحتوي DNA على السكر الرايبوزي المنقوص الأكسجين، بينما يحتوي RNA على السكر الرايبوزي.
  - يحتوي RNA على القاعدة النيتروجينية اليوراسيل، بينما لا يحتوي DNA على ذلك.
  - يتكون RNA من شريط مفرد، بينما يتكون DNA من شريط مزدوج.
  - يحتوي DNA على القاعدة النيتروجينية الأدينين، بينما لا يحتوي RNA على ذلك.
- استخدم الجدول الآتي في الإجابة عن السؤالين 3 و 4.

بيانات النيوكليوتيدات لعينات من DNA

العينة	محتوى كل نيوكليوتيد	T	C	G	A
I	العدد	?	231	?	195
I	النسبة	?	29.2	?	20.8
II	العدد	?	?	402	?
II	النسبة	?	?	32.5	?
III	العدد	234	194	?	?
III	النسبة	27.3	22.7	?	?
IV	العدد	?	?	203	266
IV	النسبة	?	?	21.6	28.4

8. a

9. a

أسئلة الإجابات القصيرة

10.  $9.1 \times 10^3$

11. a. النيوكليوتيد

b. A: مجموعة فوسفات

B: سكر خماسي

C: قاعدة نيتروجينية

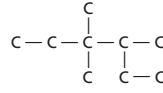
أسئلة الإجابات المفتوحة

12. لا، هذا الاسم ليس صحيحًا. تتطلب قوانين تسمية الألكانات المتفرعة أن تحدد أولاً السلسلة الأطول (ست ذرات كربون)، ثم تحدد المجموعات الوظيفية من حيث اتصالها بالسلسلة بحيث يكون أصغر رقم ممكن. الاسم الصحيح هو 3، 3، 4-ثلاثي ميثيل هكسان.

13. المركبان كلاهما عضوي؛ وذلك لوجود قاعدة هيدروكربونية. المركبات الأليفاتية لديها تركيب خطي أو متفرع، كالألكانات، والألكينات، والألكاينات. وأما المركبات الأروماتية فلديها تركيب حلقي أساسه مركب البنزين. أعضاء هذه العائلة غالبًا ما يكون لها روائح قوية.

أسئلة الإجابات المفتوحة

12. سجل أحد الطلاب اسم الألكان الممثل بالسلسلة



الكربونية أعلاه كما يلي: 2- إيثيل 3، 3- ثنائي ميثيل بتان. هل إجابة زميلك صحيحة؟ إذا لم تكن صحيحة فما الاسم الصحيح لهذا المركب؟

13. قارن بين المركبات الأليفاتية، والمركبات الأروماتية.

8. الجلوكوز من السكريات عديدة التسكر التي تستخدم لتخزين الطاقة في:

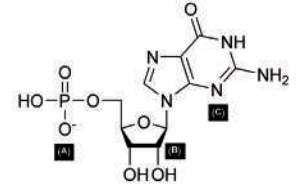
- a. الحيوانات
- b. النباتات
- c. الفطريات
- d. البكتيريا

9. يعد الجلوكوز والفركتوز من السكريات:

- a. الأحادية
- b. الثنائية
- c. السداسية
- d. عديدة التسكر

أسئلة الإجابات القصيرة

10. يحدد ترتيب القواعد النيتروجينية في RNA ترتيب الأحماض الأمينية المكوّنة للبروتين؛ فمثلًا الشفرة الوراثية CAG خاصة بالحمض الأميني الجلوتامين. ما عدد الأحماض الأمينية التي يمكن تشفيرها في شريط من RNA الذي يتكون من  $2.73 \times 10^4$  قاعدة نيتروجينية؟



11. استخدم الشكل أعلاه في الإجابة عما يلي:

- a. ما الذي يمثله الشكل؟
- b. ما الذي يمثله الأجزاء المشار إليها بالأحرف A، B، C؟

## (أ)

**الأحماض الأمينية Amino Acid** جزيئات عضوية توجد فيها مجموعة الأمين ومجموعة الكربوكسيل الحمضية.

**الأحماض الدهنية Fatty Acid** أحماض كربوكسيلية ذات سلاسل طويلة. وتحتوي معظم الأحماض الدهنية الطبيعية ما بين 12 و 24 ذرة كربون. ويمكن تمثيل تركيبها بالصيغة العامة:  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{COOH}$ .

**الأحماض الكربوكسيلية Carboxylic Acid** مركبات عضوية تحتوي على مجموعة الكربوكسيل  $-\text{COOH}$ .

**الاختزال Reduction** اكتساب ذرات المادة للإلكترونات.

**الأكسدة Oxidation** فقدان ذرات المادة للإلكترونات.

**الألدهيدات Aldehydes** مركبات عضوية تقع فيها مجموعة الكربونيل في آخر السلسلة، وتكون مرتبطة مع ذرة كربون متصلة بذرة هيدروجين من الطرف الآخر. والصيغة العامة للألدهيدات  $\text{RCHO}$ ، حيث R مجموعة الألكيل أو ذرة الهيدروجين.

**الأميدات Amides** مركبات عضوية تنتج عن استبدال مجموعة  $-\text{OH}$  في الحمض الكربوكسيلي بذرة نيتروجين مرتبطة بذرات أخرى.

**الأمينات Amines** مركبات عضوية تحتوي ذرات نيتروجين مرتبطة بذرات الكربون في سلاسل أليفاتية أو حلقات أروماتية، ولها الصيغة العامة  $\text{RNH}_2$ .

**الإسترات Ester** مركبات عضوية تحتوي على مجموعة كربوكسيل حلت فيها مجموعة ألكيل محل ذرة الهيدروجين الموجودة في مجموعة الهيدروكسيل، ويمكن أن تكون مواد متطايرة وذات رائحة عطرية، وهي من المركبات القطبية.

**الإثيرات Ethers** مركبات عضوية تحتوي ذرة أكسجين مرتبطة مع ذرتين من الكربون. والصيغة العامة للإثيرات هي  $\text{ROR}'$ .

**الإنزيمات Enzymes** عوامل محفزة حيوية تعمل على تسريع التفاعلات الكيميائية دون أن تستهلك.

**الأنود Anode** القطب الذي يحدث عنده تفاعل التأكسد في الخلية الجلفانية.

## (ب)

**الببتيدات Peptides** السلاسل المكونة من حمضين أمينيين أو أكثر مرتبطة معاً بروابط ببتيدية.

**البروتينات Proteins** مركبات عضوية حيوية تتكون من أحماض أمينية مرتبطة معاً بترتيب معين.

**البطارية Battery** عبارة عن خلية جلفانية أو أكثر في عبوة واحدة تنتج التيار الكهربائي.

**البطارية الأولية Primary Battery** خلية الخارصين والكربون، أو القلوية، أو الفضة التي تنتج طاقة كهربائية من تفاعل التأكسد والاختزال

الذي لا يحدث بشكل عكسي بسهولة، وتصبح البطارية غير صالحة للاستعمال بعد انتهاء التفاعل.

**البطارية الثانوية Secondary Battery** بطارية تعتمد على تفاعل التأكسد والاختزال العكسي، لذلك يمكن إعادة شحنها، ومن ذلك بطارية السيارة والحاسوب المحمول.

**البلاستيك Plastic** بوليمر يمكن تسخينه وتشكيله عندما يكون ليناً. وهناك بلاستيك آخر شائع يسمى الفينيل وهو البولي فينيل كلوريد (PVC) والذي يمكن صناعته في صورة لينة أو صلبة، ويمكن تشكيله على شكل صفائح رقيقة، أو نماذج للألعاب.

**البلمرة بالإضافة Addition Polymerization** التفاعل الذي تتكسر فيه الروابط غير المشبعة تمامًا كما في تفاعلات الإضافة، والاختلاف الوحيد بينهما هو ان الجزيء الثاني المضاف هو جزيء المادة نفسها.

**البلمرة بالتكاثف Condensation Polymerization** التفاعل الذي يحدث عندما تحتوي المونومرات على اثنتين من المجموعات الوظيفية على الأقل وتتحد مع بعضها ويصاحب ذلك فقد جزيء صغير غالبًا ما يكون الماء.

**البوليمرات Polymers** جزيئات كبيرة تتكون من العديد من الوحدات البنائية المتكررة.

## (ت)

**التآكل Corrosion** خسارة الفلز الناتج عن تفاعل التأكسد والاختزال بين الفلز والمواد التي في البيئة، كتآكل الحديد المعروف بالصدأ.

**التحليل الكهربائي Electrolysis** استعمال الطاقة الكهربائية لإحداث تفاعل كيميائي.

**التصبن Saponification** تمثيُّه الجلسريد الثلاثي بوجود محلول مائي لقاعدة قوية لتكوين أملاح الكربوكسيلات والجلسرول.

**تغيير الخواص الطبيعية الأصلية Denaturation** العملية التي تشوه تركيب البروتين الطبيعي ثلاثي الأبعاد وتمزقه أو تلتفه.

**تفاعل الاستبدال Substitution Reactions** التفاعلات تحل فيها ذرة أو مجموعة من الذرات في الجزيء محل ذرة أو مجموعة أخرى من الذرات.

**تفاعلات الإضافة Addition Reactions** التفاعل الذي يتم فيه ارتباط ذرات أخرى مع ذرات الكربون المكونة للرابطة التساهمية الثنائية أو الثلاثية. ويتضمن هذا التفاعل تكسير الرابطة الثنائية في الألكينات أو الرابطة الثلاثية في الألكينات.

**تفاعل التأكسد والاختزال Redox Reaction** تفاعل يتضمن انتقال الإلكترونات من إحدى الذرات إلى ذرة أخرى خلال التفاعل الكيميائي.

**تفاعلات الهدرجة Hydrogenation Reactions** التفاعلات التي يتم بها إضافة جزيئات الهيدروجين إلى المركبات العضوية غير المشبعة.

**تفاعل إضافة الماء Hydration Reaction** التفاعلات التي يتم فيه إضافة ذرة الهيدروجين ومجموعة الهيدروكسيل من جزيء الماء إلى الرابطة الثنائية أو الثلاثية.

**تفاعلات البلمرة Polymerization Reactions** التفاعلات التي يرتبط فيها المونومرات مع بعضها البعض.

**تفاعلات الحذف Elimination Reactions** التفاعلات التي يتم فيها حذف ذرتين من الذرات المرتبطة مع ذرتي كربون متجاورتين؛ حيث يتم إضافة رابطة ثنائية بين ذرتي الكربون. وغالبًا ما تكون الذرات التي تحذف جزيئات مستقرة، مثل  $H_2O$ ، أو  $HCl$ ، أو  $H_2$ .

**تفاعلات حذف الماء Dehydration Reactions** تفاعلات الحذف التي يصاحبها تكوين الماء.

**تفاعلات حذف الهيدروجين Dehydrogenation Reactions** التفاعلات التي يصاحبها حذف ذرتي هيدروجين.

**تفاعلات التكاثف Condensation Reactions** التفاعلات التي يتم فيها ارتباط اثنين من جزيئات صغيرة لمركبات عضوية لتكوين جزيء آخر أكثر تعقيدًا. ويرافق هذه العملية فقدان جزيء صغير مثل الماء. وينتج هذا الجزيء عادة من كلا الجزيئين المتحدين.

## (ج)

**الجلسريد الثلاثي Triglyceride** تركيب يتكون من ارتباط ثلاثة أحماض دهنية بالجلسرول بواسطة روابط إستر.

**الجلفنة Galvanization** عملية كيميائية يغلف فيها الفلز بفلز أكثر مقاومة للتأكسد. فيغلف الحديد مثلاً بطبقة من الخارصين، إما عن طريق غمس القطعة الحديدية بمصهور الخارصين، أو بطلاء الحديد بالخارصين كهربائيًا.

**جهد الاختزال Reduction Potential** مدى قابلية المادة لاكتساب الإلكترونات.

## (ح)

**الحمض النووي Nucleic Acid** بلمر حيوي يحتوي على النيتروجين، ويقوم بتخزين المعلومات الوراثية ونقلها.

## (خ)

**خلية التحليل الكهربائي Electrolytic Cell** خلية كهروكيميائية يحدث فيها تحليل كهربائي.

**الخلية الجافة Dry Cell** خلية جلفانية، يكون فيها المحلول الموصل للتيار عجينة رطبة تتكون من خليط من كلوريد الخارصين وأكسيد المنجنيز  $IV$  وكلوريد الأمونيوم وكمية قليلة من الماء داخل حاوية من الخارصين.

**الخلية الجلفانية Voltaic Cell** نوع من الخلايا الكهروكيميائية التي تحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية بواسطة تفاعل التأكسد والاختزال التلقائي.

**الخلية الكهروكيميائية Electrochemical Cell** جهاز يستعمل تفاعل التأكسد والاختزال لإنتاج طاقة كهربائية، أو يستعمل الطاقة الكهربائية لإحداث تفاعل كيميائي.



**خلية الوقود Fuel Cell** خلية جلفانية؛ تنتج فيها الطاقة الكهربائية من أكسدة الوقود الذي يتم التزود به باستمرار من مصدر خارجي.

## (ر)

**الرابطة الببتيدية Peptide Bond** رابطة الأמיד التي تجمع حمضين أمينيين.

**الرقم الهيدروجيني pH** القيمة السالبة للوغارتم تركيز أيون الهيدروجين في المحلول.

**الرقم الهيدروكسيدي pOH** القيمة السالبة للوغارتم تركيز أيون الهيدروكسيد في المحلول.

## (س)

**الستيرويدات Steroids** ليبيدات تحتوي تراكيبيها على حلقات متعددة. وجميع الستيرويدات مبنية من تركيب الستيرويد الأساسي المكوّن من الحلقات الأربع.

**السكريات الأحادية Monosaccharides** أبسط الكربوهيدرات تركيباً، وتسمى السكريات البسيطة أيضاً.

**السكريات الثنائية Disaccharides** وهي السكريات الناتجة من اتحاد جزيئين من السكريات الأحادية.

**السكريات عديدة التسكر Polysaccharides** بوليمر من السكريات البسيطة يحتوي على 12 وحدة بناء أساسية أو أكثر.

**السلسلة الرئيسية Parent Chain** أطول سلسلة متصلة من ذرات الكربون في الألكانات والألكينات والألكاينات المتفرعة.

**السلسلة المتماثلة Homologous Series** مجموعة من المركبات يختلف بعضها عن بعض بتكرار عدد وحدات البناء.

## (ش)

**الشموع Waxes** ليبيدات تتكون من اتحاد حمض دهني مع كحول ذي سلسلة طويلة.

## (ط)

**طريقة عدد التأكسد Oxidation-Number Method** طريقة في موازنة معادلات التأكسد والاختزال تعتمد على وجوب أن يكون مجموع الزيادة في عدد التأكسد مساوياً لمجموع الانخفاض في عدد التأكسد للذرات المشتركة في تفاعل التأكسد والاختزال.

## (ع)

**العامل المؤكسد Oxidizing Agent** مادة تقوم بأكسدة مادة أخرى من خلال اكتساب ذراتها للإلكترونات.

**العامل المختزل Reducing Agent** مادة تقوم باختزال مادة أخرى من خلال فقدان ذراتها للإلكترونات.

## (ق)

**قطب الهيدروجين القياسي Standard Hydrogen Electrode** شريحة صغيرة من البلاتين مغموسة في محلول حمض الهيدروكلوريك HCl الذي يحتوي على أيونات هيدروجين بتركيز 1 M. ويتم ضخ غاز الهيدروجين  $H_2$  في المحلول عند ضغط 1 atm ودرجة حرارة  $25^\circ C$ ، ويكون فرق الجهد لقطب الهيدروجين القياسي، المسمى جهد الاختزال القياسي ( $E_0$ ) مساوياً 0.000 V.

**القنطرة الملحية Salt Bridge** ممر لتدفق الأيونات من جهة إلى أخرى في الخلية الجلفانية. وتتكون من أنبوب يحتوي على محلول موصل للتيار الكهربائي لملح ذائب في الماء مثل KCl، يحفظ داخل الأنبوب بواسطة جل هلامي أو أي غطاء يسمح للأيونات بالحركة من خلاله على ألا يختلط المحلولان في الخلية.

## (ك)

**الكاثود Cathode** قطب يحدث عنده تفاعل الاختزال في الخلية الجلفانية.

**الكحولات Alcohols** مركبات عضوية ناتجة عن حلول مجموعة هيدروكسيل محل ذرة هيدروجين.

**الكربوهيدرات Carbohydrates** مركبات تحتوي على عدة مجموعات من الهيدروكسيل (-OH) بالإضافة إلى مجموعة الكربونيل الوظيفية (C=O).

**الكيتونات Ketones** مركبات عضوية ترتبط فيها ذرة الكربون في مجموعة الكربونيل مع ذرتي كربون في السلسلة. وله الصيغة العامة 'RCOR'.

## (ل)

**الليبيدات Lipids** مركبات عضوية حيوية غير قطبية كبيرة جداً، تختلف في تركيبها، وتعمل على تخزين الطاقة في المخلوقات الحية، وتدخل في معظم تركيب غشاء الخلية.

**الليبيدات الفوسفورية Phospholipids** ثلاثي الجلسريد استبدل فيه أحد الأحماض الدهنية بمجموعة فوسفات قطبية.

## (م)

**المادة الخاضعة لفعل الإنزيم Substrate** يشير إلى مادة متفاعلة في تفاعل يعمل فيه الإنزيم عمل عامل محفز.

**المتشكلات Isomers** مركبان أو أكثر لهما الصيغة الجزيئية نفسها ولكنهما يختلفان في صيغتهما البنائية.

**المتشكلات البنائية Structural Isomers** المتشكلات التي تترتب فيها الذرات بتسلسلات مختلفة، مما يؤدي إلى اختلاف مركباتها في الخصائص الكيميائية والفيزيائية رغم التشابه في الصيغة الجزيئية.

**المتشكلات الفراغية Stereoisomers** نوع من المتشكلات لها التركيب نفسه ولكنها تترتب بشكل مختلف في الفراغ.

**المتشكلات الهندسية Geometric Isomers** نوع من المتشكلات الناتجة عن ترتيب المجموعات أو الذرات في الفراغ حول الرابطة التساهمية الثنائية في المركب.

**مجموعة الكربوكسيل Carboxyl Group** عبارة عن مجموعة كربونيل مرتبطة مع مجموعة هيدروكسيل.

**مجموعة الكربونيل Carbonyl Group** الترتيب الذي ترتبط فيه ذرة الأكسجين برابطة ثنائية مع ذرة كربون. وهي المجموعة الوظيفية في المركبات العضوية المعروفة باسم الألدهيدات والكي-tonات.

**مجموعة الهيدروكسيل hydroxyl Group** مجموعة الأكسجين - الهيدروجين التي ترتبط تساهمياً مع ذرات أخرى مثل الكربون.

**المجموعة الوظيفية Functional Group** ذرة أو مجموعة من الذرات تتفاعل دائماً بالطريقة نفسها. وعند إضافتها للمركبات الهيدروكربونية ينتج دائماً مواد لها خواص فيزيائية وكيميائية مختلفة عن المركبات الهيدروكربونية الأصلية.

**المركبات العضوية Organic Compounds** مركبات تحتوي الكربون ما عدا أكاسيد الكربون والكربيدات والكربونات فهي غير عضوية.

**الموضع النشط Active Site** النقطة التي ترتبط بها المواد الخاضعة لفعل الإنزيم

**المونومرات Monomers** الجزيئات الصغيرة أو الوحدات البنائية التي يصنع منها البوليمرات.

## (ن)

**نصف التفاعل Half Reaction** أحد جزأي تفاعل الأكسدة والاختزال، أي تفاعل التأكسد أو تفاعل الاختزال.

**نصف الخلية Half Cell** أحد نصفي الخلية الكهروكيميائية. ويحتوي كل نصف خلية على قطب ومحلول يشتمل على أيونات.

**النيوكليوتيد Nucleotide** وحدة البناء الأساسية للحمض النووي. ويتكون كل نيوكليوتيد من ثلاثة أجزاء: مجموعة فوسفات غير عضوية، وسكر أحادي ذي خمس ذرات كربون، وتركيب يحتوي على نيتروجين يسمى قاعدة نيتروجينية.

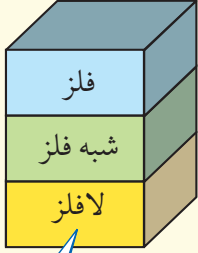
## (هـ)

**هاليدات الأريل Aryl Halides** مركبات عضوية تتكون من هالوجين مرتبط مع حلقة البنزين أو مجموعة أروماتية أخرى.

**هاليدات الألكيل Alkyl Halides** مركبات عضوية تحتوي ذرة هالوجين مرتبطة برابطة تساهمية مع ذرة كربون أليفاتية.

**الهجنة Halogenation** تفاعل تحل فيه ذرة هالوجين - مثل الكلور أو البروم - محل ذرة هيدروجين.

# 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		Neon 10 <b>Ne</b> 20.180				
			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	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	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	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	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	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	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)	Radon 86 <b>Rn</b> (222)						
Darmstadtium 110 <b>Ds</b> (281)	Roentgenium 111 <b>Rg</b> (272)	Ununbium * 112 <b>Uub</b> (285)	Ununtrium * 113 <b>Uut</b> (284)	Ununquadium * 114 <b>Uuq</b> (289)	Ununpentium * 115 <b>Uup</b> (288)	Ununhexium * 116 <b>Uuh</b> (291)			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

## جداول مرجعية

العناصر في كل عمود تسمى مجموعة، ولها خواص كيميائية متشابهة.

غاز  
سائل  
صلب  
مُصنع

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.

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	3	4	5	6	7	8	9
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)

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

الرقم المحاط بقوسين هو العدد الكتلي للنظير الأطول عمراً للعنصر.

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)