Grade12files

الفصل 8

الفكرة العامة

مشتقات المركبات الهيدروكربونية لعرض الفكرة العامة لهذا الفصل، استعمل الميثان مثالاً لتوضيح كيفية استبدال ذرات الهيدروجين بذرات أو مجموعات أخرى لإنتاج مركبات ذات خواص مختلفة. اكتب الصيغة الجزيئية للميثان CH_4 على السبورة ، وذكّر الطلاب بأن الميثان هو المركب الأساسي في الغاز الطبيعي. ثم اكتب الصيغة الجزيئية لحمض الفورميك HCOOH إلى جانب الصيغة الجزيئية للميثان، وبيّن 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. وذكّر الطلاب أيضًا 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).

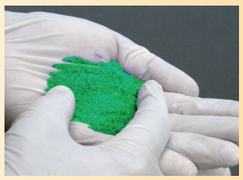
استعمال الصورة

حمض الفورميك اطلب إلى الطلاب إمعان النظر في صورة يرقة فراشة العث. وذكّرهم 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 أيضًا بأن حمض الفورميك موجود في سُمّ النمل اللاذع.

تجربة استهلالية

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 الجزيئية في لزوجة المحلول.

استقصاء ما النسبة بين محلولي رابع بورات الصوديوم وكحول البولي فينيل؟ ما الذي تحصل عليه لو تغيرت هذه النسبة؟

المطويات منظمات الأفكار

المجموعات الوظيفية: اعمل المطوية الآتية لتنظيم المعلومات حول المجموعات الوظيفية للمركبات العضوية.

الخطوة 1 ضع سبع أوراق على شكل طبقات، كما في الصورة المجاورة.

الخطوة 2 قص الأوراق السبعة أفقيًّا بطول 3 سم، وذلك عند السطر السادس من الجهة العلوية للأوراق.

الخطوة 3 اعمل قَطعًا عموديًّا من أسفل حتى يلتقي مع القطع الأفقي.

الخطوة 4 ضع ورقة صحيحة أسفل الأوراق المقطوعة الأخرى، ثم اضبط قمم 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 لخّص ما تعلمته عن تصنيف المركبات العضوية وتركيبها، واذكر أمثلة على كل منها.

الكيمياء عبر المواقع الإلكترونية

لمراجعة محتوى هذا الفصل ونشاطاته ارجع إلى الموقع: www.obeikaneducation.com

75

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.

تجربة استهلالية

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

- حضّر 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 ملوّنات الطعام، واحفظه في زجاجات ذات أغطية بعد تبريده.
- ولتحضير محلول البوراكس يكفي لخمسين 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.

8–1

1. التركيز

شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (24) الواردة في مصادر التعلم للفصول (9-6)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: د م

www.obeikaneducation.com

الفكرة الرئيسة

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 رائحته القوية. كما أن الألعاب البلاستيكية تتكون من البوليمرات التي ستدرسها في هذا الفصل ض م

الأهداف

- تتعرف المجموعة الوظيفية، وتعطي أمثلة عليها.
- تقارن بين تراكيب هاليدات الألكيل وهاليدات الأريل.
- تقوّم 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
الهلجنة

هاليدات الألكيل وهاليدات الأريل
Alkyl Halides and Aryl Halides

الفكرة الرئيسة **يمكن أن تحل ذرة الهالوجين محل ذرة الهيدروجين في بعض المركبات الهيدروكربونية.**

الربط مع الحياة إذا كنت تلعب ضمن فريق، فأي 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 أيضًا أن تكوّن رابطة تساهمية قوية مع عناصر أخرى، ومن أكثرها شيوعًا الأكسجين والنيتروجين والفلور والكلور والبروم واليود والكبريت والفوسفور.

وتوجد ذرات هذه العناصر في المواد العضوية بوصفها جزءًا من المجموعات الوظيفية. **والمجموعة الوظيفية** في المركبات العضوية هي ذرة أو مجموعة من الذرات تكسبه خواص مميزة، وتتفاعل دائمًا بالطريقة نفسها. وعند إضافة المجموعات الوظيفية للمركبات الهيدروكربونية ينتج دائمًا مواد لها خواص فيزيائية وكيميائية مختلفة عن المركبات الهيدروكربونية الأصلية. والمواد الظاهرة في **الشكل 1–8** – صناعية كانت أم طبيعية – جميعها تحتوي على مجموعات وظيفية تكسبها خواص فريدة تميزها، ومنها الرائحة مثلاً. ويبين **الجدول 1–8** المركبات العضوية التي تحتوي على أكثر من مجموعة وظيفية. ويمثل الرمزان R و R' سلسلة أو حلقة من الكربون مرتبطة مع المجموعة الوظيفية. تذكر أن كلًّا من الرابطتين 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 سابقًا.

الشكل 1-8 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، واشرح 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 الإيثلين (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.

الجدول 1-8

المركبات العضوية ومجموعاتها الوظيفية	
نوع المركب	الصيغة العامة
هاليدات الألكيل	R—X (X = F, Cl, Br, I)
هاليدات الأريل	
الكحولات	R—OH
الإيثرات	R—O—R′
الأمينات	$R—NH_2$
الألدهيدات	
الكيتونات	
الأحماض الكربوكسيلية	
الإسترات	
الأميدات	

المجموعة الوظيفية
الهالوجين
الهالوجين
الهيدروكسيل
الإيثر
الأمين
الكربونيل
الكربونيل
الكربوكسيل
الإستر
الأميد

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. و**هاليدات 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 2-8**.

الشكل 2-8 الكلوروميثان هو هاليد ألكيل، ويُستعمل في صناعة المواد اللاصقة المعروفة تجاريًا بالسليكون؛ لتثبيت الأبواب والنوافذ.

طرائق تدريس متنوعة

فوق المستوى اطلب إلى الطلاب رسم الصيغ البنائية لمتشكلات هاليد الألكيل جميعها ذات الصيغة $C_4H_8Br_2$.

لهذه الصيغة الجزيئية 9 صيغ بنائية مختلفة هي :

1،1 – ثنائي برومو بيوتان
2، 3 – ثنائي برومو بيوتان
2،2 – ثنائي برومو بيوتان
1،1 ، ثنائي برومو – 2 – ميثيل بروبان
1، 2 – ثنائي برومو بيوتان
1، 2 – ثنائي برومو – 2 – ميثيل بروبان
1، 3 – ثنائي برومو بيوتان
1، 3– ثنائي برومو – 2 –ميثيل بروبان
1، 4– ثنائي برومو بيوتان

ف م

التقويم

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. ض 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

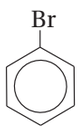
الشكل **8–3** استخدم هذا الشكل والنص الذي يصف كيفية تسمية الهالوكربونات (هاليد الألكيل)، واتباع الطريقة نفسها لتسمية الجزيئات العضوية. ض م

مثال في الصف

السؤال سمِّ هاليد الألكيل وهاليد الأريل المبين تركيبه أدناه.

a. $CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—Br$

b.



الاجابة

a. 1– برومو بيوتان **b.** برومو بنزين

مسائل تدريبية

1. 2، 3– ثنائي فلورو بيوتان.

2. 1– برومو – 5 – كلوروبنتان

3. 3،1 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 مطلقًا لاشتباههم في أن هذه المادة تحطم طبقة الأوزون التي تحمي الأرض، ويكتبوا تقريرًا حول ذلك. ض م

a

كلورو بنزين

b

فلورو إيثان — 2،1-ثنائي فلورو بروبان

c

1-برومو-3-كلورو-2-فلورو بيوتان

d

فلورو بنزين — 1-برومو-5،3-ثنائي أيودو بنزين

الشكل 3-8 تحتوي الجزيئات العضوية على مجموعات وظيفية، تسمى اعتمادًا على تركيب سلسلة الأنكان، ووفق النظام الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC).

هاليدات الأريل مركبات عضوية تتكون من هالوجين مرتبط مع حلقة البنزين أو مجموعة أروماتية أخرى. وتكتب الصيغة البنائية لهاليدات الأريل برسم المركب الأروماتي أولاً، ثم استبدال ذرات الهيدروجين بذرات الهالوجين بشكل محدد، كما في **الشكل 3a–8**.

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 شيوعًا 1،1،2،2 – ثلاثي فلوروإيثان.

تسمية هاليدات الألكيل تسمى المركبات العضوية التي تحتوي على مجموعات وظيفية وفق طريقة IUPAC اعتمادًا على السلسلة الرئيسة 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 3b–8**.

في حالة وجود أكثر من ذرة هالوجين في الجزيء نفسه ترتب أسماء الذرات أبجديًا 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 3c–8**. وبالطريقة نفسها ترقم حلقة البنزين في هاليدات الأريل لإعطاء أقل رقم لكل موقع بحسب الترتيب الأبجدي؛ بحيث يكون أقل رقم للذرة التي تأتي أولًا، كما في **الشكل 3d–8**.

ماذا قرأت؟ استنتج لماذا يتم وضع أقل قيمة رقمية عند تسمية هاليد الأريل بدلاً من استعمال الترقيم العشوائي؟

مسائل تدريبية

سمِّ هاليدات الألكيل أو الأريل التي لها الصيغ البنائية الآتية:

.1

.2

.3

78

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. اعتمادًا على المعلومات التي في الجدول، يؤدي استبدال ذرة الهيدروجين بمجموعة وظيفية في البنتان إلى زيادة في درجة الغليان والكثافة. وتتراوح 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 سؤالًا حول مواد هذا الفصل على أن يتضمن هذا السؤال تسمية هاليدات الألكيل. واطلب إلى الطلاب تبادل الأسئلة فيما بينهم واختبار بعضهم بعضًا. ض م

ماذا قرأت؟ إن ذرات الهالوجين في هاليدات الألكيل أكثر نشاطًا من ذرات الهيدروجين التي حلت مكانها في الألكانات.

الجدول 2–8 مقارنة بين هاليدات الألكيل والألكانات المقابلة لها

الاسم الكيميائي	الصيغة الكيميائية	درجة الغليان (°C)	الكثافة (g/ml) في الحالة السائلة
ميثان	CH_4	−162	0.423 عند 162 °C
كلورو ميثان	CH_3Cl	−24	0.911 عند 25 °C
بنتان	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$	36	0.626
1-فلورو بنتان	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2F$	62.8	0.791
1-كلورو بنتان	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2Cl$	108	0.882
1-برومو بنتان	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2Br$	130	1.218
1-أيودو بنتان	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2I$	155	1.516

زيادة (درجة الغليان)

زيادة (الكثافة)

خواص واستعمالات هاليدات الألكيل يبين **الجدول 2–8** قائمة ببعض الخواص الفيزيائية لعدد من هاليدات الألكيل والألكانات المقابلة لها.

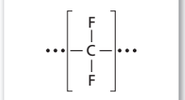
لاحظ أن درجة غليان وكثافة كل كلوريد ألكيل أعلى من درجة غليان وكثافة الألكان الذي يحتوي على عدد ذرات الكربون نفسها. لاحظ أيضًا أن درجة الغليان والكثافة تزداد عند الانتقال عبر الهالوجينات من الفلور إلى الكلور، والبروم، واليود. ويعود السبب في ذلك إلى أنه عند الانتقال من الفلور إلى اليود يزداد عدد الإلكترونات الخارجية البعيدة عن النواة. وتميل هذه الإلكترونات إلى تغيير مكانها بسهولة، ونتيجة لذلك يزداد ميل هاليدات الألكيل لتكوين مركبات ثنائية القطب مؤقتة. ولأن الأقطاب تتجاذب معًا 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 نشاطًا من ذرات الهيدروجين المستبدلة. ولهذا السبب، كثيرًا ما تستعمل هاليدات الألكيل موادَّ 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 ليّنًا. وهناك بلاستيك آخر شائع يسمى الفينيل وهو كلوريد البولي فينيل (PVC) الذي يمكن صناعته في صورة لينة أو صلبة، ويمكن تشكيله على شكل صفائح 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 سطحًا 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 أولًا تسمية المركب دون وجود المجموعات الوظيفية، والتأكد من تسمية السلسلة الأم وتفرعاتها على نحو صحيح، ثم تسمية كل مجموعة وظيفية وتحديد موقعها برقم. وأخيرًا، يجب ربط هذه المعلومات جميعها بعضها ببعض لإكمال اسم المركب. د م

تطبيقات في الكيمياء

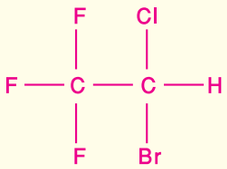
الأصباغ الاصطناعية والأصباغ الطبيعية لم يتم تصنيع الأصباغ الاصطناعية حتى العام 1800م . وكان الناس قبل ذلك التاريخ يقتصر استعمالهم على عدد محدود من الأصباغ الطبيعية لإضافة الألوان إلى حياتهم. وكان من الصعب العثور على الأصباغ الطبيعية الأرجوانية لمدة تقارب 3000 سنة، ولذا سُمي هذا النوع من الأصباغ بِـ الأصباغ الملكية، وكان واحدًا من أكثر المواد الثمينة على الأرض. ووفقًا للقانون لا يمكن استعمال الأصباغ 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 الأصباغ الطبيعية في القرن الخامس عشر. أما اليوم ، فلدينا الكثير من الأصباغ الاصطناعية الأرجوانية التي حلت محل الأصباغ الملكية.

التقويم

مهارة اطلب إلى الطلاب رسم الصيغة البنائية لكل من هاليدات الألكيل الآتية: 2- برومو بيوتان، 3،1 – ثنائي فلوروبنتان، أيودو هكسان حلقي، كلورو بنزين، 3،1 – ثنائي برومو بنزين، 1 – برومو – 3 – كلورو – 2 – فلوروأوكتان. ض 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.

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

الجدول 3-8

تفاعلات الاستبدال	
تفاعلات الاستبدال العامة لتكوين هاليدات الألكيل $R{-}CH_3 + X_2 \rightarrow R{-}CH_2X + HX$ حيث X فلور، أو كلور، أو بروم	مثال على تفاعلات الاستبدال (الهلجنة) $C_2H_6 + Cl_2 \rightarrow C_2H_5Cl + HCl$ إيثان كلورو إيثان
تفاعلات تكوين الكحولات $R{-}X + OH^- \rightarrow R{-}OH + X^-$ هاليد الألكيل كحول	مثال على تفاعلات تكوين الكحولات $CH_3CH_2Cl + OH^- \rightarrow CH_3CH_2OH + Cl^-$ كلوروإيثان إيثانول
تفاعلات تكوين الأمينات $R{-}X + NH_3 \rightarrow R{-}NH_2 + HX$ هاليد الألكيل أمين	مثال على تفاعلات تكوين الأمينات $CH_3(CH_2)_6CH_2Br + NH_3 \rightarrow CH_3(CH_2)_6CH_2NH_2 + HBr$ 1-برومو أوكتان أوكتيل أمين

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 ينقبون عن النفط، وهو أحد أشكال الوقود الأحفوري الذي يتألف مجمله من مواد هيدروكربونية تقريبًا، وبخاصة الألكانات. كيف يمكن تحويل الألكانات إلى مركبات مختلفة مثل هاليدات الألكيل والكحولات والأمينات؟

من طرائق إدخال المجموعات الوظيفية تفاعلات الاستبدال، كما هو مبين في **الجدول 3-8**. وفي **تفاعلات الاستبدال** تحل ذرة أو مجموعة ذرية محل ذرة أو مجموعة ذرية أخرى في المركب. وفي حالة الألكانات، يمكن أن تحل ذرة هالوجين – مثل الكلور أو البروم – محل ذرة هيدروجين في عملية تسمى **الهلجنة**. ويوضح **الجدول 3-8** أحد الأمثلة على عملية الهلجنة؛ إذ يتم استبدال ذرة هيدروجين بذرة كلور في مركب الإيثان. ويبين **الشكل 6-8** نوعًا 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. ويبين **الجدول 3-8** المعادلات العامة لتفاعلات الاستبدال. ويمكن أن تكون X في هذا التفاعل الفلور أو الكلور أو البروم، ولكن ليس اليود؛ لأن اليود لا يتفاعل جيدًا مع الألكانات.

ماذا قرأت؟ **ارسم** الصيغة البنائية للهالوثان.

الشكل 5-8 عمال حقول النفط ينقبون عن البترول. ويمكن استخراج ما يزيد على 100 ألف برميل يوميًا من بئر النفط الواحد.

اشرح العلاقة بين النفط والمركبات العضوية الصناعية.

الشكل 6-8 استعمل الهالوثان في الطب في خمسينيات القرن الماضي مخدرًا عامًّا للمرضى عند إجراء العمليات الجراحية.

تفاعلات استبدال أخرى عندما تتم هلجنة 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 OH^- محل ذرة الهالوجين لينتج الكحول. ويبين **الجدول 3-8** المعادلة العامة لتفاعل هاليد ألكيل مع محلول قاعدي بالإضافة إلى مثال على هذا التفاعل.

كما يؤدي تفاعل هاليد الألكيل مع الأمونيا NH_3 إلى أن تحل مجموعة الأمين $-NH_2$ محل ذرة الهالوجين لينتج الألكيل أمين، كما هو مبين في **الجدول 3-8**.

المطويات

ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

التقويم 1-8

الخلاصة

- يؤدي حلول مجموعات وظيفية محل ذرة هيدروجين في الهيدروكربونات إلى تكوين مجموعة كبيرة من المركبات العضوية.
- هاليد الألكيل مركب عضوي يحتوي على واحد أو أكثر من ذرات الهالوجين المرتبطة مع ذرة كربون في مركب ألِيفاتي.

4. **الفكرة الرئيسة** 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 سمّ نوع المركب العضوي لكل منها:
   a. $CH_3CH_2CH_2OH$
   b. CH_3CH_2F
   c. $CH_3CH_2NH_2$
   d. $CH_3C(=O)OH$
7. **قوّم** كيف يمكن توقع درجة غليان البروبان، و1 – كلورو بروبان عند إجراء مقارنة بينهما؟ فسّر إجابتك.

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

وضِّح النقطة السابقة من خلال رسم الصيغ البنائية للكلوروإيثان 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 الكلورو إيثان و 1- كلورو بروبان عند درجة حرارة الغرفة والضغط الجوي. الكلورو إيثان غاز، 1- كلورو بروبان سائل.

التقويم 1-8

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.

8–2

1. التركيز

شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (25) الواردة في مصادر التعلم للفصول (9–6)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: د م

www.obeikaneducation.com

الفكرة الرئيسة

الذرات الشائعة اطلب إلى الطلاب النظر إلى الجدول 8.1 من القسم 8.1 والاطلاع على الصيغ العامة للكحول والإيثرات والأمينات، ثم اسأل: ما الذرات الأكثر شيوعًا في هذه المركبات؟ الأكسجين والنيتروجين. د م ض م

2. التدريس

عرض سريع

خصائص المواد غير المألوفة اغمس ورقة نقدية من فئة 1 ريال في محلول الميثانول، واسأل الطلاب إن كانوا يعتقدون أنك على وشك أن تخسر 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. د م

طرائق تدريس متنوعة

فوق المستوى اطلب إلى الطلاب البحث عن الصيغ البنائية لـ الأيزوبروبانول، أو الكحول الطبي، ومعرفة الطرائق والعمليات الاصطناعية المستعملة في تحضيره، وكتابة تقرير حول ذلك وعرضه على طلاب الصف. ف م

الأهداف

- تحدد المجموعات الوظيفية التي تميز الكحولات، والإيثرات، والأمينات.
- ترسم الصيغة البنائية لكل من الكحول والإيثر والأمين.
- تناقش خواص واستعمالات الكحولات والإيثرات والأمينات.

مراجعة المفردات

السوائل التامة الامتزاج تصف سائلين يذوب كل منهما في الآخر.

المفردات الجديدة

مجموعة الهيدروكسيل

الكحولات

الإيثرات

الأمينات

الكحولات والإيثرات والأمينات
Alcohols, Ethers, and Amines

الفكرة الرئيسة **الأكسجين والنيتروجين من أكثر الذرات شيوعًا في المجموعات الوظيفية العضوية.**

الربط مع الحياة عندما تلقيت آخر مصل طبي قامت الممرضة بتطهير جلدك بالكحول قبل حقنك. هل تعلم أن الممرضة كانت تستعمل أحد مشتقات الهيدروكربونات؟

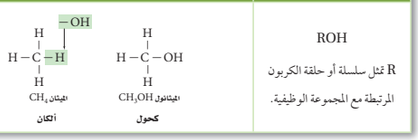
الكحولات Alcohols

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 **مجموعة الهيدروكسيل** (OH–). وتسمى المركبات العضوية الناتجة عن إحلال مجموعة هيدروكسيل محل ذرة هيدروجين **الكحولات**. ويبين **الجدول 4–8** الصيغة العامة للكحولات ROH، كما يوضح أيضا العلاقة بين الألكانات البسيطة، مثل الميثان، وأبسط الكحولات الميثانول.

ويعد الإيثانول وثاني أكسيد الكربون نواتج عملية تخمر السكر الموجود في العنب، وعجين الخبز، ويستخدم الإيثانول في الطب بسبب فاعليته بوصفة مطهّرًا. 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 لجزيء الإيثانول ونموذجًا لجزيء 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.

الجدول 4–8 الكحولات

الصيغة العامة	أبسط الكحولات وأبسط الألكانات
ROH R تمثل سلسلة أو حلقة الكربون المرتبطة مع المجموعة الوظيفية.	

ويمكن أن يمتزج الكحول تمامًا مع الماء بسبب قطبيته ووجود الرابطة الهيدروجينية. وفي الحقيقة يصعب فصل الكحول عن الماء بشكل كامل بعد مزجهما. 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 تمامًا، وبسبب قطبية مجموعة الهيدروكسيل في الكحول فإنه يعد مذيبًا جيدًا 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 مذيبًا في بعض الأصباغ.

لاحظ أن اسم الكحولات يعتمد على اسم الألكانات المقابلة لها، مثل هاليدات الألكيل. فعلى سبيل المثال، CH_4 هو الميثان، وCH_3OH الميثانول، وCH_3CH_3 الإيثان، و CH_3CH_2OH الإيثانول. وتعتمد تسمية الكحولات أساسًا 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: **a8–8**، و **الشكل 8b–8**.

ماذا قرأت؟ **فسّر** لماذا لا تكون الأسماء 3- بيوتانول، و4- بيوتانول أسماء صحيحة للمواد؟

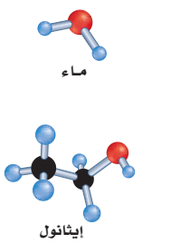
والآن انظر إلى **الشكل 8c–8** تتكون حلقة المركب من 6 ذرات كربون مع روابط أحادية، وقد تعلمت من قبل أن اسم المركب هو هكسان حلقي. وبسبب وجود مجموعة – OH مرتبطة مع الكربون يتم إضافة المقطع (ول) في نهاية اسم الألكان لأنه كحول. والترقيم هنا ليس ضروريًا لأن جميع ذرات الكربون في الحلقة متكافئة. لذا يسمى هذا المركب هكسانول حلقي. وهو مركب سام يستعمل مذيبًا 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.

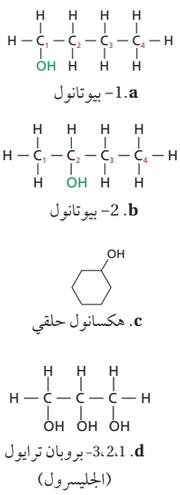
يبين **الشكل 8d–8** جزيء 3،2،1 – بروبان ترايول، واسمه الشائع الجليسرول. وهو كحول يحتوي على أكثر من مجموعة هيدروكسيل. والجليسرول يستعمل غالبًا مانعًا لتجمد الوقود في الطائرات.

ماذا قرأت؟ **فسّر** لماذا لم يتم ترقيم سلسلة ذرات الكربون عند تسمية المركب في **الشكل 8c–8** ؟

الشكل 7-8 الزاوية بين رابطتي الأكسجين التساهمية لها القياس نفسه تقريبًا في جزيئي الماء والإيثانول.



الشكل 8-8 تعتمد تسمية الكحولات على أسماء الألكانات المقابلة لها.



ماذا قرأت؟ لأن الرقمين 3 و 4 ليسا أقل قيمة رقمية تمثل مواقع المجموعات الوظيفية.

ماذا قرأت؟ الترقيم ليس ضروريًا 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 اعتمادًا على معرفتهم هذه:

إيثان دايول، (ويعرف أيضًا باسم إيثلين جلايكول) إيثانول؛ 3،2،1 – بروبان ترايول (أيضا يعرف باسم الجليسرول). ترتيب اللزوجة من الأقل إلى الأكثر: إيثانول، وإيثاندايول ، و3،2،1 – 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. ض م

التقويم

المعرفة اطلب إلى الطلاب كتابة الصيغة البنائية لخمسة ألكانات تحتوي على مجموعة أمين وظيفية، ثم سمّ كل مركب باستعمال المقطع أمين في نهاية الاسم وفي بدايته، ثم تسجيل هذه الصيغ البنائية والأسماء في دفاترهم. ض م

مختبر الكيمياء يمكن استعمال **مختبر الكيمياء** الموجود في نهاية هذا الفصل عند هذا الجزء من الدرس.

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 مادةً مسكنة. وقد تمت الموافقة على استعمال الثاليدوميد حديثًا في الولايات المتحدة باعتباره علاجًا لمرض الجُذام.

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 طبيعيًّا أم صناعيًّا؟ 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 طبيعياً أم صناعياً.

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 كيميائيًّا في جميع طرائق تحضيره.

تقويم المعرفة الجديدة

اطلب إلى الطلاب البحث عن الصيغ البنائية للفيتامينات المذكورة على بطاقات العناوين المختلفة، ثم البحث عن تراكيبها وعرض نتائج أبحاثهم على الصف. ض م

الإيثرات Ethers

الإيثرات مركبات عضوية تحتوي على ذرة أكسجين مرتبطة مع ذرتين من الكربون. والصيغة العامة للإيثرات هي ROR′. وأبسط إيثر هو الذي ترتبط فيه ذرة الأكسجين مع مجموعتين من الميثيل. لاحظ التشابه بين الميثانول وثنائي ميثيل إيثر، كما هو مبين في الجدول 5–8.

استعمل المصطلح إيثر أول مرة في الكيمياء للمركب ثنائي إيثيل إيثر، وهو مادة متطايرة وشديدة الاشتعال، وقد استعملت مادة مخدرة في العمليات الجراحية منذ عام 1842م حتى القرن العشرين. ومع مرور الوقت، استعمل المصطلح إيثر ليدل على المواد العضوية التي لها سلسلتان من الهيدروكربونات المرتبطة مع ذرة أكسجين واحدة.

ولعدم وجود ذرات هيدروجين مرتبطة مع ذرة الأكسجين في الإيثرات، لا تكوّن جزيئاتها روابط هيدروجينية بعضها مع بعض. ولذلك فالإيثرات عمومًا شديدة التطاير؛ لأن درجات غليانها منخفضة مقارنة بالكحولات التي لها نفس الحجم والكتلة الجزيئية. كما أن الإيثرات قليلة الذوبان في الماء مقارنة بالكحولات لعدم وجود روابط هيدروجينية بين جزيئاتها والماء، وهي كذلك أقل قطبية. ومع ذلك يمكن لذرة الأكسجين أن تعمل مستقبلاً لذرات الهيدروجين من جزيئات الماء، وهو ما يفسر ذوبانها بشكل قليل.

ماذا قرأت؟ استنتج لماذا لا يفضل استعمال ثنائي إيثيل إيثر مادةً مخدرة؟

لتسمية الإيثرات التي لها سلسلتان متطابقتان من الألكيل ترتبط مع الأكسجين، يذكر اسم الألكيل أولاً، ثم يضاف كلمة إيثر. ويبين **الجدول 5–8** أيضًا التراكيب والأسماء لمركبين متماثلين من الإيثرات، هما: بروبيل إيثر، وهكسيل حلقي إيثر. أما إذا كانت مجموعات الألكيل مختلفة فعندها ترتب أبجديًّا بحسب الحروف الإنجليزية، ثم يتبع الاسم بكلمة إيثر. ويحتوي **الجدول 5–8** كذلك على مثالين من الإيثرات، إيثيل بيوتيل إيثر، وإيثيل ميثيل إيثر.

المفردات

المفردات الأكاديمية

الرابطة (Bond)
الاتصال، والربط، والضم.
تربط ذرة الأكسجين ذرتين من الكربون لتكون الإيثر.

المطويات
ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

الجدول 5-8 الإيثرات

الصيغة العامة	ثنائي الميثيل إيثر والميثانول
ROR′ حيث تمثل R و R′ سلسلة أو حلقة مرتبطة مع المجموعة الوظيفية	ثنائي ميثيل إيثر درجة الغليان = −25°C ميثانول درجة الغليان = 65°C

أمثلة على الإيثرات

$CH_3CH_2CH_2-O-CH_2CH_2CH_3$
بروبيل إيثر

$CH_3CH_2-O-CH_3$
إيثيل ميثيل إيثر

هكسيل حلقي إيثر

$CH_3CH_2-O-CH_2CH_2CH_2CH_3$
بيوتيل إيثيل إيثر

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 6-8**.

ولقد اشتق الكيميائيون اسم الأمينات من الأمونيا NH_3. وتعد الأمينات أولية وثانوية أو ثالثية اعتمادًا على ما إذا كانت واحدة أو اثنتان أو ثلاث من ذرات الهيدروجين في الأمونيا قد حل محلها مجموعات عضوية.

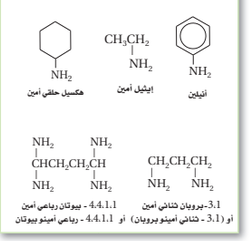
وعند تسمية الأمينات يشار إلى مجموعة الأمين NH_2– بالمقطع أمينو في بداية الاسم أو أمين في نهاية الاسم. ويشار في بعض الحالات إلى موقع الأمين برقم، كما هو مبين في **الجدول 6-8**. وفي حالة وجود أكثر من مجموعة أمين يستعمل المقطع ثنائي أو ثلاثي أو رباعي ...إلخ في بداية الاسم ليدل على عدد مجموعات الأمين.

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 دورًا مهمًا 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. وغالبًا 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.

الجدول 6-8 الأمينات

الصيغة العامة
RNH_2 حيث تمثل R سلسلة كربون أو حلقة مرتبطة مع مجموعة وظيفية
أمثلة على الأمينات



التقويم 2-8

الخلاصة

- تتكون الكحولات، والإيثرات، والأمينات عندما تحل مجموعة وظيفية معينة محل ذرة هيدروجين في المركبات الهيدروكربونية.
- الكحولات تكوّن روابط هيدروجينية بسهولة؛ لذلك فإن درجات غليانها تكون كبيرة وتذوب بسهولة في الماء مقارنة بالمركبات الأخرى.

8. الفكرة الرئيسة حدّد عنصرين يتوافران بشكل كبير في المجموعات الوظيفية.

9. حدّد المجموعة الوظيفية لكل مما يأتي، وسمّ المادة المبينة لكل صيغة بنائية.

a. CH_3CHCH_3 (NH_2)

b.

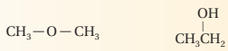
c. $CH_3-O-CH_2CH_2CH_3$

10. ارسم الصيغة البنائية لكل جزيء مما يأتي:

a. 1- بروبانول
b. 3،1 – دايول بنتان حلقي
c. ثنائي بروبيل إيثر
d. 2،1 – بروبان ثنائي أمين

11. ناقش خواص الكحولات، والإيثرات، والأمينات، ثم اذكر استعمالاً واحدًا لكلٍّ منها.

12. حلل – اعتمادًا على الصيغة البنائية أدناه – أي المركبين أكثر ذوبانية في الماء؟ فسّر إجابتك.



85

التقويم

الأداء اطلب إلى الطلاب تصميم جهاز يمكن استعماله لمقارنة اللزوجة بين الإيثانول، الإيثيلين جلايكول (2،1 – ثنائي إيثان دايول)، والجليسرول (3،2،1 –بروبان ترايول). ض م

3. التقويم

التحقق من الفهم

اسال 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 يحتمل أن يكون المركب 1- بروبانول، أو 2- بروبانول. ض م

إعادة التدريس

اعرض على الطلاب الصيغ الكيميائية لكل من: 2- بروبانول، بروبيل أمين (1 – أمينو بروبان)، وإيثيل ميثيل إيثر دون 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 إيثر. يعدان متشكلين بنائيين للصيغة الجزئية نفسها. ض م

التقويم 2–8

8. الإجابات المحتملة: الأكسجين، النيتروجين، الفلور، الكلور، البروم، اليود، الكبريت، والفوسفور.

9. a. تمثل مجموعة NH_2– مجموعة الأمين الوظيفية؛ أيزوبروبيل أمين، 2 – بروبيل أمين، أو 2 – أمينو بروبان.

b. تمثل مجموعة OH– مجموعة الهيدروكسيل الوظيفية؛ هكسانول حلقي.

c. تمثل – O – ذرة الأكسجين في سلسلة الكربون؛ ميثيل بروبيل إيثر.

10. a. $CH_3CH_2CH_2OH$

b.

c. $CH_3-CH_2-CH_2-O-CH_2-CH_2-CH_3$

d. $CH_3CH(NH_2)CH_2(NH_2)$

11. الكحولات معتدلة القطبية: يمكن أن تكون روابط هيدروجينية مع جزيئات أخرى؛ درجة غليانها أعلى من الألكانات التي لها نفس الشكل والحجم، مثل الإيثانول. الإيثرات: غير قادرة على تكوين روابط هيدروجينية؛ وهي مادة متطايرة ذات درجة غليان منخفضة؛ وأقل ذوبانًا من الكحولات في الماء؛ ومن أمثلتها: ميثل الإيثر. الأمينات: بعض الأمينات لها روائح كريهة منفرة للبشر، منها على سبيل المثال هكسيل أمين الحلقي.

12. الإيثانول أكثر ذوبانية من ميثيل الإيثر. لأن جزيئاته أكثر قطبية، فالكحولات على الأغلب أكثر ذوبانية في الماء من الإيثرات.

8–3

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: د م

www.obeikaneducation.com

الفكرة الرئيسة

الـذرة الأكـثر شيوعًـا اطلب إلى الطلاب البحـث عن الصيغ العامة للألدهيدات ، والكيتونات ، والأحماض الكربوكسيلية، والأسترات ، والأميدات في **الجدول 7–8**. واطلب إليهم المقارنة بين الصيغ العامة وتحديد الأشياء المشتركة. وجود الرابطة الثنائية مع الأكسجين في المجموعة الوظيفية. ض م د م

2. التدريس

الخلفية النظرية للمحتوى

مركبـات الكربونيـل تضـم هـذه المجموعـة الألدهيـدات، والكيتونات، والأحماض الكربوكسيلية، والإسترات، والأميدات. وتحتـوي مركبـات الكربونيـل على ذرة أكسـجين مرتبطـة برابطة ثنائيـة مع ذرة كربون. وهذه المركبات قطبية؛ لأن ذرة الأكسـجين غنية بالإلكترونات وتحمل شـحنة سالبة جزئيًّا ، في حين تفتقر ذرة الكربون إلى الإلكترونات فتصبح موجبة جزئيًّا.

مشروع الكيمياء

الفورمالديهيـد يُسـمى الألدهيـد الـذي يحتـوي ذرة كربـون واحـدة بالاسـم الكيميائـي ميثانال، غير أنـه يُعرف بالفورمالدهيد وهو الاسم الأكثر شيوعًا . اطلب إلى الطلاب البحث عن استخدامات الفورمالدهيد والمشكلات الصحية المرتبطة بالتعرض لهـذه المادة الكيميائية. واطلب إليهم أيضًا كتابة تقرير وعرضه على الصف. ض م

مشروع الكيمياء

الكيميـاء والتغذيـة اطلـب إلى الطـلاب البحـث في أقسـام المحال التجارية الكبيرة للاطلاع على الأطعمة التي تحتوي على زيت النخيل، حمـض السـتيريك ، وحمـض البنزويك، وتسـجيل الملاحظـات عنها. واطلـب إليهـم البحث عـن مزايا هـذه المركبات المسـتهلكة وعيوبها. واطلـب إليهـم أيضًا تبـادل النتائج التي توصلوا إليهـا فيما بينهم وبين زملائهم. ض م

الأهداف

- تحدد تركيب المركبات العضوية التي تحتوي على مجموعة الكربونيل مثل الألدهيدات، والكيتونات، والأحـماض الـكربوكسـيلية، والإسترات، والأميدات.
- تناقش خـواص المركبات التي تحتوي على مجموعة الكربونيل.

مراجعة المفردات

الكهروسالبية تشير إلى القدرة النسبية لذرات العنصر على جذب إلكترونات الرابطة.

المفردات الجديدة

مجموعة الكربونيل
الألدهيدات
الكيتونات
الأحماض الكربوكسيلية
مجموعة الكربوكسيل
الإسترات
الأميدات
تفاعلات التكثف

مركبات الكربونيل
Carbonyl Compounds

الفكرة الرئيسة **تحتوي مركبـات الكربونيل على ذرة أكسجين ترتبط برابطة ثنائية مع الكربون في المجموعة الوظيفية.**

الربـط مع الحياة لعلك أكلت قطعة من الحلـوى بنكهة الفاكهة الحقيقية. يحتوي 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.

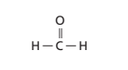
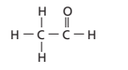
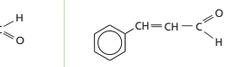
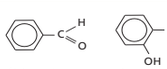
المركبات العضوية التي تحتوي على مجموعة الكربونيل
Organic Compounds Containing the Carbonyl Group

يسمى الترتيب الذي ترتبط فيه ذرة الأكسجين برابطة ثنائية مع ذرة كربون **مجموعة الكربونيل**. وهي المجموعة الوظيفية في المركبات العضوية المعروفة باسم الألدهيدات والكيتونات.

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 7–8**.

وتسـمى الألدهيدات بإضافة المقطع (ال) إلى نهاية اسـم الألكان الذي له عدد ذرات الكربون نفسـه. وهكذا يحتوي المركـب ميثانال، كما هو مبين في **الجدول 7–8**، على ذرة كربون واحدة. وهـذا يعني أن اسـم الألدهيـد يؤخـذ من اسـم الألـكان المقابل وهـو الميثان. ولأن مجموعة الكربونيل ترتبط في الألدهيدات مع ذرة الكربون التي تقع في نهاية السلسلة، لذلك لا نستعمل الترقيم عند تسـمية الألدهيدات إلا في حالات التفرعات أو وجود مجموعات وظيفية أخرى. وللميثانال اسم شائع يعرف به هو الفورمالدهيد. أما الاسم الشائع للإيثانال فهو أسيتالدهيد. ويسـتعمل العلمـاء غالبًا الأسـماء الشـائعة للمركبـات العضويـة؛ لأنهـا مألوفـة للكيميائيين.

الجدول 7-8 الألدهيدات

الصيغة العامة	أمثلة على الألدهيدات	
RCHO حيث R تمثل مجموعة ألكيل أو ذرة هيدروجين	 ميثانال (فورمالدهيد)	 إيثانال (أسيتالدهيد)
 مجموعة الكربونيل	3- فينل، بروب – 2 – إينال (سيناماldهيد)	 2- هيدروكسي بنزالدهيد ساليسالدهيد فينل ميثانال (بنزالدهيد)

يحتوي جزيء الألدهيد على مجموعة قطبية ونشطة في التفاعل. وكما هو الحال مع الإيثرات، لا تستطيع جزيئات الألدهيدات 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 الألدهيد، 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 9-8**. وصناعيًّا 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، فضلًا عن الغراء الذي يعمل على إلصاق طبقات الخشب معًا. ويعد كل من بنزالدهيد وساليسالدهيد، الموضح تركيبهما 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 السيناماldehيد الموضح تركيبه في **الجدول 7-8**.

ماذا قرأت؟ **حدد** اثنين من استعمالات الألدهيدات.

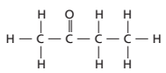
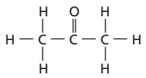
الكيتونات يمكن أن ترتبط مجموعة الكربونيل مع الكربون في وسط السلسلة بدلاً من ارتباطها في نهاية السلسلة. و**الكيتونات** مركبات عضوية ترتبط فيها ذرة الكربون في مجموعة الكربونيل مع ذرتي كربون في السلسلة. وله الصيغة العامة الموضحة في **الجدول 8-8**. وترتبط ذرات الكربون على طرفي مجموعة الكربونيل مع ذرات كربون أخرى. إن أبسط الكيتونات وأكثرها شيوعًا هو الأسيتون، الذي ترتبط فيه ذرات الهيدروجين فقط مع ذرات الكربون الطرفية، كما هو مبين في **الجدول 8-8** أيضًا.

ويتم تسمية الكيتونات بإضافة المقطع (ون) إلى نهاية اسم الألكان، ووضع رقم قبل الاسم ليدل 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**.

وتشترك الكيتونات والألدهيدات في الكثير من الخواص الفيزيائية والكيميائية لتشابه تركيبيهما. فالكيتونات مركبات قطبية وأقل نشاطًا من الألدهيدات. ولهذا السبب يعد الكيتون مذيبًا شائعًا للمواد القطبية المعتدلة، ومنها الشمع والبلاستيك والطلاء والورنيش والغراء. وكما هو الحال مع الألدهيد، 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 الأسيتون قابل للذوبان في الماء بشكل تام.

الشكل 9-8 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.

الجدول 8-8

الكيتونات	
الصيغة العامة	أمثلة على الكيتونات
حيث تمثل R و R′ سلاسل أو حلقات كربون مرتبطة مع مجموعات وظيفية	 2- بيوتانون (ميثيل إيثيل كيتون)
	 2- بروبانون (الأسيتون)

التعزيز

مشتقات المركبات الهيدروكربونية اطلب إلى الطلاب رسم المجموعات الوظيفية لكل من الكحولات، الأمينات، الإيثرات دون الرجوع إلى أي مصدر. ثم اطلب إليهم أيضًا التمييز بين هذه المركبات وبين الألدهيدات، والكيتونات، 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 والألدهيد. د م

ماذا قرأت؟ الإجابات المتوقعة: تستعمل في صنع الأزرار والأجهزة وقطع غيار السيارات.

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 لـ بيوتانال، 2- بيوتانون، وحمض البيوتانويك ودراسة كل نموذج بعناية، مشيرين إلى أوجه التشابه والاختلاف. د م

التعزيز

التسمية عـزّز أهميـة كتابة أسـماء المركبـات العضويـة بعناية وعلى نحوٍ صحيح، مستعملاً الأمثلة الآتية: أولاً اكتب الصيغة البنائيـة عـلى السـبورة، ثـم اطلـب إلى الطلاب تصحيح أسـماء المركبـات الآتيـة: إيثان؛ وإيثـين؛ وإيثاين؛ وإيثانـول؛ وإيثانال.

ض م

التقـويم

المعرفة اطلب إلى الطلاب مطابقة الصيغ $C_7H_{14}O_2$ و $C_7H_6O_2$ مـع أسـماء حمـض البنزويـك وحمـض الهيبتانويـك. $C_7H_6O_2$ هـو حمض البنزويـك ، و $C_7H_{14}O_2$ هو حمض الهيبتانويك.

■ **إجابة سؤال الشكل 10–8** حمض الميثانويك

ماذا قرأت؟ يكون الاسـم بحسب النظام الدولي للتسمية بإضافـة المقطـع (ويـك) إلى آخر اسـم الألـكان، وإضافة كلمة حمض في بداية الاسم.

ماذا قرأت؟ لأنها تعد مانحة للبروتونات في المحلول.

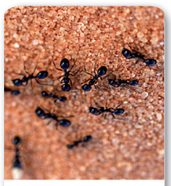
طرائق تدريس متنوعة

دون المستـوى اطلـب إلى مجموعـات مـن الطـلاب تصميم اختبـار يسـتعمل ورقـة الرقـم الهيدروجيني للتمييـز بـين الأحمـاض الكربوكسـيلية مـن غيرهـا مـن فئـات المركبـات العضوية.

د م تعلم تعاوني

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 لتسـمية أمثلـة من الصيغ البنائية التي تحتوي عـلى مجموعات وظيفية ، ورسمها اعتمادًا على أسمائها. ف م



الشكل 10-8 يـدافـع النمل اللاسـع عـن نفسه بـإفـراز سـم يحتـوي على حمض الفورميك.

حدد اسـمًا آخـر لحمض الفورميك.

الأحماض الكربوكسيلية Carboxylic Acids

الاحماض 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 9–8**. ويبين **الجدول 9–8** حمضًا مألوفًا، 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.

وغالبًا 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 9–8**. 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 10–8**.

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 حاله اتزان مع الماء والحمض غير المتأين. ويتأين حمض الإيثانويك كالآتي:

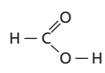
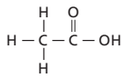
$$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

تتأين الأحماض الكربوكسيلية في المحاليل المائية؛ لأن ذرتي الأكسجين ذات كهروسالبية عالية، وتجذب الإلكترونات بعيدًا 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 تباع الشمس الزرقاء إلى حمراء، وتتميز بمذاق حمضي لاذع.

ولبعض الأحماض الكربوكسيلية المهمة – ومنها حمض الأكساليك وحمض الأدبيبك – 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؟

الجدول 9-8 الأحماض الكربوكسيلية

الصيغة العامة	أمثلة على الأحماض الكربوكسيلية	
		
R تمثل سلسلة أو حلقة من الكربون	حمض الميثانويك (حمض الفورميك)	حمض الإيثانويك (حمض الأسيتيك)

عرض سريع

تجربة حسيّة ضع عينات من الحلوى بنكهات صناعية مختلفة في أكواب معتمة. وغطِّ كل كوب بطبقة من رقائق الألومنيوم، ثم اثقبها ثقبًا صغيرًا بقلم الرصاص. مرّر 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. ض 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. ض م

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 دفاتر الكيمياء الخاصة بهم. ض م

الجدول 10-8

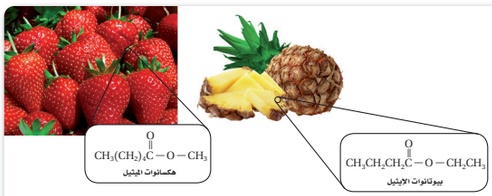
الصيغة العامة	الإسترات مثال على الإستر
$R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-R'$ مجموعة إستر	$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_2CH_2CH_3$ مجموعة بروبيل — مجموعة إيثانوات — مجموعة إستر إيثانوات (أسيتات) البروبيل

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 شيوعًا الإستر والأميدات.

الإسترات تعدُّ **الإسترات** مركبات عضوية تحتوي على مجموعة كربوكسيل حلّت فيها مجموعة ألكيل محل ذرة الهيدروجين الموجودة في مجموعة الهيدروكسيل، كما في الصيغة العامة المبيّنة في **الجدول 10-8**. ويتم تسمية الإسترات بكتابة اسم الحمض الكربوكسيلي واستعمال المقطع (وات) بدل المقطع (ويك) متبوعًا بالألكيل، كما هو موضح في المثال المبين في **الجدول 10-8**. لاحظ كيف اشتق اسم البروبيل من الصيغة البنائية، وأن الاسم المبين بين القوسين يعتمد على حمض الأسيتيك، وهو الاسم الشائع لحمض الإيثانويك.

والإسترات مركبات قطبية متطايرة ورائحتها عطرة. وتوجد أنواع كثيرة منها في العطور والنكهات الطبيعية وفي الفواكه والأزهار، كما في **الشكل 11-8**. 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 المعطرة الأخرى.



الشكل 11-8 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 والألدهيدات والكحولات.

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 بعيدًا 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

1. اقرأ تعليمات السلامة في المختبر.
2. حضّر حمامًا مائيًّا ساخنًا بإضافة 150mL من ماء الصنبور إلى كأس مدرجة سعتها 250mL، وضع الكأس على سخان كهربائي، واضبط حرارته عند منتصف التدريج.
3. زِنْ 1.5g من حمض السلسليك. ثم ضعه في أنبوب اختبار وأضف إليه 3mL ماءً مقطرًا. استعمل مخبارًا مدرجًا 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 حروقًا، وقد يشتعل الميثانول ويسبب انفجارًا، لذا احفظه بعيدًا عن مصدر اللهب. وتعامل دائمًا مع المواد الكيميائية بحذر.**
4. عندما يسخن الماء وقبل الغليان ضع أنبوب الاختبار في الحمام المائي مدة 5 دقائق. استعمل ماسك الأنابيب لنقل أنبوب الاختبار من الحمام المائي إلى حامل الأنابيب لاستخدامه لاحقًا.
5. ضع كرات قطنية في طبق بتري حتى المنتصف. ثم أفرغ محتويات أنبوب الاختبار فوق الكرات القطنية في طبق بتري، وسجل ملاحظاتك حول الرائحة الناتجة.

التحليل

6. **سمّ بعض المنتجات التي تعتقد أنها تحتوي على هذا الإستر.**
7. **قوّم فوائد ومضار استعمال الإسترات الصناعية على المستهلك بالمقارنة مع استعمال الإسترات الطبيعية.**

الأميدات تعدُّ **الأميدات** مركبات عضوية تنتج عن إحلال ذرة نيتروجين مرتبطة مع ذرات أخرى محل مجموعة هيدروكسيل OH – في الحمض الكربوكسيلي. ويوضح **الجدول 11–8** الصيغة العامة للأميدات.

تسمى الأميدات بكتابة اسم الألكان، ثم إضافة المقطع أميد في نهاية الاسم. لذا يكون اسم الأميد الظاهر في **الجدول 11–8** 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).

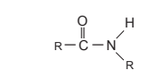
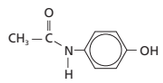
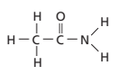
توجد مجموعة الأميد الوظيفية بشكل متكرر في البروتينات الطبيعية وبعض المواد الصناعية. فعلى سبيل المثال، قد تكون استعملت مواد تحتوي على الأسيتامينوفين – غير الأسبرين – لتخفيف الألم. وبالنظر إلى تركيب الأسيتامينوفين الظاهر في **الجدول 11–8**، ستلاحظ في مجموعة الأميد أن (– NH–) تربط مجموعة كربونيل مع مجموعة أروماتية.

ويسمى أحد الأميدات المهمة كارباميد NH_2CONH_2، والاسم الأكثر شيوعًا هو اليوريا، ويعرف أيضًا باسم ثنائي أميد حمض الكربونيك. واليوريا هي آخر نواتج عملية هضم البروتينات في الثدييات. وتوجد في الدم، والمرارة الصفراء، والحليب، وعرق الثدييات. عند تحطم 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 غذاء للماشية والأغنام؛ إذ تستعملها هذه الحيوانات لإنتاج البروتينات في أجسامها.

ماذا قرأت؟ حدّد أحد الأميدات الموجودة في جسم الإنسان.

الجدول 11-8

الأميدات	
الصيغة العامة	أمثلة على الأميدات
	
مجموعة الأميد	(أسيتامينوفين)
	
	الإيثان أميد (أسيتاميد)

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 المَرير الذي يستخرج من لحاء نبات الصفصاف في تخفيف الأوجاع والالام وخفض درجة الحرارة. والمادة الموجودة في لحاء الصفصاف والتي يُعزَى إليها الخواص الطبية هي salicin، وهو مركب عضوي مماثل للنموذج الحديث للأسبرين. **ف م**

3. التقويم

التحقُّق من الفهم

اطلب إلى الطلاب إعطاء أسماء وتراكيب خمسة مركبات، على أن يمثل كلَّ فئة من الفئات الآتية مركبٌ من هذه المركبات : الألدهيد، والكيتون، والحمض الكربوكسيلي، والإستر، والأميد. ض م

إعادة التدريس

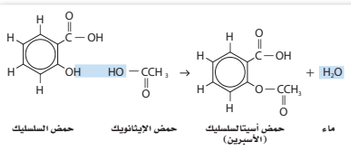
اطلب إلى الطلاب كتابة قائمة بفئات مركبات الكربونيل التي نوقشت في الفصل. واطلب إليهم وصف بعض الخصائص والاستعمالات لكل نوع من هذه المركبات. ض م

التوسع

اعرض على الطلاب صيغًا بنائية ضخمة ومعقدة، لجزيئات 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، والكيتونات، والأحماض الكربوكسيلية، والإسترات، والأميدات. واستعمل هذه النماذج لإجراء امتحان عملي قصير، ويتعين على الطلاب جميعهم أن يسمّوا المركبات الممثلة لكل نموذج. ض م تعلم تعاوني



الشكل 8-12 لتحضير 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 ضخم؛ مثل الأسبرين، كما هو موضح في **الشكل 12-8**. ويعرف هذا النوع من التفاعل بتفاعل التكثف.

في **تفاعل التكثف** يتم ارتباط اثنين من جزيئات صغيرة لمركبات عضوية لتكوين جزيء آخر أكثر تعقيدًا. ويرافق هذه العملية فقدان جزيء صغير مثل الماء. وينتج هذا الجزيء عادة عن كلا الجزيئين المتحدين. وتعد تفاعلات التكثف تفاعلات حذف بحيث تتكون رابطة بين ذرتين لم تكونا مرتبطتين سابقًا.

ومن أكثر تفاعلات التكثف شيوعًا 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.

$$RCOOH + R'OH \rightarrow RCOOR' + H_2O$$

المطويات

ضمِّن 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، والكيتونات، والأحماض الكربوكسيلية، والإسترات، والأميدات.

13. الفكرة الرئيسة **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. $CH_3CH_2CH_2CHO$

14. **صف** نواتج تفاعل التكثف بين الحمض الكربوكسيلي والكحول.

15. **حدد** الصيغة العامة للألكانات C_nH_{2n+2}. اشتق الصيغة العامة التي تمثل الألدهيد، والكيتون، 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 الألدهيد الخواص نفسها؟

91

التقويم 8–3

13. a. إستر b. أميد c. كيتون d. الألدهيد

14. النواتج هي إستر وماء.

15. الألدهيد: $C_nH_{2n}O$؛ 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 الألدهيد لا تتأين بسهولة.

8—4

1. التركيز

شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (27) الواردة في مصادر التعلم للفصول (9-6)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: د م

www.obeikaneducation.com

الفكرة الرئيسة

توقع النواتج اكتب التفاعل الجزئي الآتي على السبورة:

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow$$

واطلب إلى الطلاب توقع نواتج هذا التفاعل، واكتب الإجابات الصحيحة على السبورة.

$$CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

اسأل الطلاب: كيف توصلوا لمعرفة 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. ض 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 جزيئًا مستقرًا آخر.

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

الأهداف

- 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.
- تتوقع نواتج تفاعلات المركبات العضوية

مراجعة المفردات

المحفز 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

تفاعلات أخرى للمركبات العضوية
Other Reactions of Organic Compounds

الفكرة الرئيسة **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 13-8**. وبالإضافة إلى تفاعلات الاستبدال والتكثف هناك أنواع أخرى من التفاعلات العضوية، هي: الحذف والإضافة والأكسدة والاختزال.

تفاعلات الحذف هناك طريقة واحدة لتغير الألكان إلى مادة أكثر نشاطًا 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. وغالبًا ما تكوّن الذرات المحذوفة جزيئات مستقرة، مثل H_2O، أو HCl، أو H_2.

ماذا قرأت؟ عرف تفاعلات الحذف مستعملًا كلماتك الخاصة.

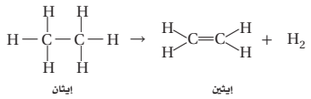
الشكل 13-8 الكثير من المنتجات الاستهلاكية - ومنها الأواني البلاستيكية والألياف المستعملة في صناعة الحبال والملابس، والزيوت والشموع التي تستعمل في مستحضرات التجميل - مصنوعة من البترول والغاز الطبيعي.

الشكل 14-8 يصنع البولي إيثيلين المنخفض الكثافة من غاز الإيثين تحت ضغط مرتفع عند وجود مواد محفزة. ويستعمل 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 كوّنتا غاز الهيدروجين.

المطويات

ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

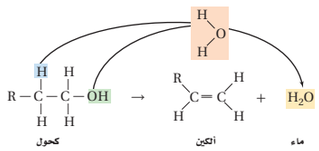


ويمكن أن يدخل هاليد الألكيل في تفاعل حذف لإنتاج الألكين وهاليد الهيدروجين، كما هو مبين لاحقًا.

$$R{-}CH_2{-}CH_2{-}X \rightarrow R{-}CH{=}CH_2 + HX$$

هاليد الألكيل — ألكين — هاليد الهيدروجين

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:

$$R{-}CH_2{-}CH_2{-}OH \rightarrow R{-}CH{=}CH_2 + H_2O$$

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	المشمش
كحول n – أميل	السلسليك	أناناس
كحول n – أميل	الإيثانويك	موز
أوكتانول	الإيثانويك	نكهة الفاكهة
ميثانول	السلسليك	نبات المديدة (المتسلقة)
ميثانول	2– نفثول	عطر
إيثانول	البيوتانويك	تفاح
إيثانول	الإيثانويك	نكهة الفاكهة

التقويم

معرفة اطلب إلى الطلاب التمييز بين مصطلحي الإضافة والحذف. ض م

ماذا قرأت؟ تفاعل حذف الهيدروجين.

تطبيقات في الكيمياء

حاويات التخزين البلاستيكية عمل سيلاس إيرل تابر عام1930م لدى شركة دوبونت الكيميائية التي كانت تقوم بتطوير البلاستيك. ونظرًا إلى حماسه الشديد لصنع مواد جديدة، فقد طلب تابر من المشرف على المصنع تزويده بمواد بلاستيكية إضافية لاستعمالها في إجراء التجارب. فأعطي تابر قطعة سوداء، غير مرنة من النفايات الناتجة من عملية تكرير النفط التي تستعمل في الحصول على المواد الأولية لصناعة البلاستيك. وقد قام تابر بتنقيتها 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 تابر 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.

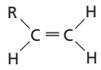
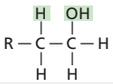
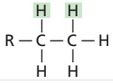
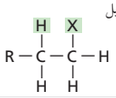
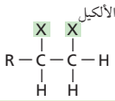
تفاعلات الإضافة نوع آخر من تفاعلات المركبات العضوية، وهي تعد تفاعلات عكسية لتفاعلات الحذف. وتحدث **تفاعلات الإضافة** عندما ترتبط ذرات أخرى مع ذرات الكربون المكونة للرابطة التساهمية الثنائية أو الثلاثية. وتتضمن تفاعلات الإضافة تكسير الرابطة الثنائية في الألكينات أو الرابطة الثلاثية في الألكاينات. وتحدث 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 كلًا مما يلي: X_2، و HX، و H_2، و H_2O إلى الألكينات، كما في **الجدول 12–8**.

وتعد **تفاعلات إضافة الماء**، المبينة في **الجدول 12–8**، تفاعلات إضافة؛ حيث يتم فيها إضافة ذرة الهيدروجين ومجموعة الهيدروكسيل من جزيء الماء إلى الرابطة الثنائية أو الثلاثية. وتبين المعادلة العامة المبينة في **الجدول 12–8** 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 ألكان.

ماذا قرأت؟ حدد التفاعل العكسي لتفاعل الهدرجة.

الجدول 12-8 **تفاعلات الإضافة**

الألكين المتفاعل	المادة المتفاعلة المضافة	المادة الناتجة
	الماء	الكحول 
	الهيدروجين	ألكان 
	هاليد الهيدروجين	هاليد الألكيل 
	الهالوجين	ثنائي هاليد الألكيل 

94

دفتر الكيمياء

تفاعلات ديلز- ألدر تعد تفاعلات تكاثف ديلز- ألدر مثيرة لاهتمام تعلم الطلاب؛ لأنها تكون نواتج حلقية. لذا شجعهم على البحث عن هذه المجموعة من التفاعلات، وتضمين ملخص نتائج هذه الدراسة في دفاترهم. ض م

تستعمل المحفزات عادة في عملية هدرجة الألكينات؛ لأن طاقة تنشيط التفاعل عالية جدًّا في حال عدم وجود المحفزات. وتوفر المحفّزات -مثل مسحوق البلاتنيوم أو البالاديوم- سطحًا 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 الألكاينات أيضًا في تفاعلات الهدرجة لإنتاج الألكينات أو الألكانات. ويجب إضافة جزيء واحد من H_2 إلى كل رابطة ثلاثية لتحويل الألكاين إلى ألكين، كما يأتي:

$$R-C\equiv C-H+H_2\rightarrow R-CH=CH_2$$

ويتحول الألكاين إلى ألكين بعد إضافة الجزيء الأول من H_2، وعند إضافة الجزيء الثاني من H_2 يستمر تفاعل الهدرجة ويتحول الألكين إلى ألكان.

$$R-CH=CH_2+H_2\rightarrow R-CH_2-CH_3$$

وتعد إضافة هاليد الهيدروجين إلى الألكين تفاعلات إضافة مهمة، ومفيدة في التفاعلات الصناعية لإنتاج هاليد الألكيل. والمعادلة العامة لهذه التفاعلات هي كما يأتي:

$$R-CH=CH-R'+HX\rightarrow R-CHX-CH_2-R'$$

مختبر تحليل البيانات

* مبنية على بيانات رقمية واقعية

تفسير البيانات

ما الظروف المناسبة لهدرجة زيت الكانولا؟

يتم هدرجة الزيوت النباتية للمحافظة على مذاقها وتغيير خواص الذوبانية لها. ولأن الدلائل تشير إلى أن متشكلات ترانس - للأحماض الدهنية تقترن مع زيادة مخاطر الإصابة بأمراض القلب والسرطان، لذا يفضل توافر الحد الأدنى من هذه الدهون، وتوافر الحد الأقصى لمتشكلات سيس - لحمض الأوليك.

البيانات والملاحظات

يبين الجدول عن اليسار بعض بيانات التجربة.

التفكير الناقد

1. **احسب** النسبة المئوية للناتج في كل محاولة في الجدول.
2. **قوّم** أي المحاولات تعطي أعلى نسبة مئوية من متشكلات سيس - لحمض الأوليك وأقل نسبة من متشكلات ترانس - للأحماض الدهنية؟
3. **فسّر** لماذا يتم استعمال هذه التقنية؟ وهل هي مفيدة في عمليات التصنيع؟

بيانات حول زيت الكانولا

رقم المحاولة	المحاكاة الحاسوبية		التجريبية	
	أحماض دهنية ترانس (wt. %)	حمض الأوليك سيس (wt. %)	أحماض دهنية ترانس (wt. %)	حمض الأوليك سيس (wt. %)
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

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

مختبر تحليل البيانات

حول التجربة

- المصدر الأساسي للأحماض الدهنية المهدرجة غير المشبعة جزئيًّا 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

رقم المحاولة	النسبة المئوية	
	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.

التقويم

الأداء اطلب إلى الطلاب رسم الصيغة العامة لكل من الأحماض الكربوكسيلية، والأميدات، والإسترات، والأمينات.

ض م

التعزيز

الأكسدة والاختزال اطلب إلى الطلاب كتابة معادلة احتراق غاز الميثان لإنتاج ثاني أكسيد الكربون والماء.

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$$

عزّز فهم الطلاب لمفهوم الأكسدة والاختزال بالطلب إليهم تحديد حالة التأكسد لكل عنصر في المواد المتفاعلة والناتجة.

$4 = C : CH_4$

$+1 = H$

$O_2 =$ صفر

$4 = C : CO$

$-2 = O$

$+1 = H : H_2O$

$-2 = O$

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 تُسمىَّ 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 13–8**، بحيث تمثل [O] الأكسجين من مصدر مثل أكسيد النحاس II، أو ثاني كرومات البوتاسيوم، أو حمض الكبريتيك.

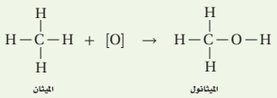
ماذا يحدث للميثان عندما يتفاعل؟ من المعروف أن الأكسدة هي عملية فقدان الإلكترونات، وتتأكسد المادة عندما تكسب الأكسجين أو تفقد الهيدروجين. أما الاختزال فهو عملية اكتساب الإلكترونات، وتختزل المادة عندما تفقد الأكسجين أو تكسب الهيدروجين. لذلك، حدثت أكسدة للميثان لأنه اكتسب الأكسجين وتحول إلى ميثانول. وبالتأكيد يتضمن كل تفاعل أكسدة واختزال عمليتي الأكسدة والاختزال. ويمكن وصف تفاعلات الأكسدة والاختزال في المواد العضوية اعتمادًا على التغير الذي يحدث للمركبات العضوية بعد التفاعل.

إن أكسدة الميثانول المبين في **الجدول 13–8** يعد الخطوة الأولى من مجموعة خطوات لتحضير الألدهيد، كما في **الجدول 13–8**. وللتوضيح تم حذف العوامل المؤكسدة. ويعد تحضير الألدهيد بهذه الطريقة من المهام الصعبة؛ لأن الأكسدة قد تستمر فيتحول الألدهيد إلى حمض كربوكسيلي.

ماذا قرأت؟ حدد استعمل **الجدول 13–8** لتحديد ناتجين محتملين عند استمرار أكسدة الألدهيد.

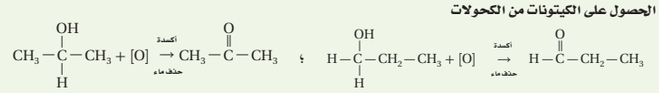
الجدول 13-8 تفاعلات الأكسدة والاختزال

تحويل الألكانات إلى كحولات



الحصول على الألدهيدات والأحماض الكربوكسيلية من الكحولات

الحصول على الكيتونات من الكحولات



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 اسهامات 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 للفول 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 بوسعه أن يضيف الثروة إلى الشهرة ، ولكنه وجد السعادة والشرف في أن يقدم كل ما هو مفيد للعالم ".

ومع ذلك، لاتتأكسد جميع الكحولات إلى ألدهيدات، ومن ثم إلى أحماض كربوكسيلية. ولفهم السبب، قارن بين أكسدة 1- بروبانول و 2- بروبانول في **الجدول 13-8**. لاحظ أن أكسدة 2- بروبانول تنتج كيتون، وليس ألدهيد. والكيتون لا يتأكسد بسهولة إلى حمض كربوكسيلي، بينما يتأكسد 1- بروبانول بسهولة لتكوين حمض البروبانويك، في حين يتكون 2- بروبانون من أكسدة 2- بروبانول وهو لا يتفاعل لإنتاج حمض كربوكسيلي.

ماذا قرأت؟ **اكتب** معادلة تكوين حمض البروبانويك مستعملًا صيغًا جزيئية تشبه تلك الموجودة في **الجدول 13-8**.

ما أهمية تفاعلات الأكسدة والاختزال؟ لقد عرفت أن تفاعلات الأكسدة والاختزال لديها القدرة على أن تغيّر مجموعة وظيفية إلى أخرى. وتساعد هذه الخاصية الكيميائيين على استعمال تفاعلات الأكسدة والاختزال، إضافة إلى تفاعلات الاستبدال والإضافة لتحضير مجموعة هائلة ومتنوعة من المنتجات النافعة. وتعتمد أنظمة المخلوقات الحية جميعها على الطاقة الناتجة عن تفاعلات الأكسدة. وتعد تفاعلات الاحتراق من أكثر تفاعلات الأكسدة والاختزال جذبًا 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.

$$2C_2H_{6(g)} + 7O_{2(g)} \rightarrow 4CO_{2(g)} + 6H_2O_{(g)} \quad \Delta H = -3120\ kJ$$

وتعتمد معظم بلدان العالم على احتراق المواد الهيدروكربونية بوصفة المصدر الرئيس للطاقة، كما في **الشكل 15-8**.

توقع نواتج التفاعلات العضوية
Predicting Products of Organic Reactions

يمكن استعمال المعادلات العامة التي تمثل تفاعلات المواد العضوية - الاستبدال، والحذف، والإضافة، والأكسدة والاختزال، والتكثف لتوقع نواتج التفاعلات العضوية. فعلى سبيل المثال، لو طلب إليك توقع نواتج تفاعل الحذف لتفاعل 1- بيوتانول فأنت تعلم أن تفاعل الحذف الشائع يتضمن حذف الماء من الكحول.

واقع الكيمياء في الحياة

الهيدروكربونات العطرية المتعددة الحلقات

Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs)

الجزيئات البيولوجية يرمز إلى الهيدروكربونات العطرية المتعددة الحلقات بـPAHs. 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.

الشكل 15-8 يعتمد الناس في جميع أنحاء العالم على أكسدة الهيدروكربونات للوصول إلى العمل ونقل المنتجات.

ماذا قرأت؟ ارجع إلى دليل حلول المسائل.

التقويم

المعرفة اطلب إلى الطلاب توقع أسماء النواتج المتكونة من تفاعل الهيدروجين و 3،2- ثنائي ميثيل - 1 - بيوتين. 2 ، 3 - ثنائي ميثيل بيوتان. **ض 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. فُيختزل الجلوكوز من خلال تفاعل الأكسدة 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 تقريبًا، فكم سينتج من الطاقة عند تأكسد السكريات فيها؟ 680 KJ.

طرائق تدريس متنوعة

فوق المستوى اطلب إلى الطلاب كتابة معادلات تأكسد 1- بيوتانول و 2- بيوتانول الكيميائية. واطلب إليهم استعمال نموذج **الجدول 13-8**، على أن يمثل الأكسجين العامل المؤكسد. **ف م**

3. التقويم

التحقق من الفهم

أعـط الطلاب المعادلات العامة للاسـتبدال والحذف والإضافة والتكاثـف ، وتفاعـلات الأكسـدة والاختـزال، واطلب إليهم كتابة جملة واحدة للتعبير عما يحدث خلال كل تفاعل. ض م

إعادة التدريس

اعرض على الطلاب خطوات التفاعل المتسلسـلة أدناه، ثم اطلب إليهم تسـمية كل تفاعل بشكل منفصل مثل ، استبدال، أو حذف، أو إضافة أو تفاعلات تكاثف. وذكّرهم بأن المواد العضوية الرئيسة في المواد المتفاعلة والناتجة فقط كتبت في سلسلة التفاعلات.

$$CH_3CH_3 \rightarrow CH_2 = CH_2 \rightarrow$$

$$CH_3CH_2Cl \rightarrow CH_3CH_2OH + CH_3CO_2H \rightarrow$$

$$CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}OCH_2CH_3$$

الخطـوة 1 :حـذف ، الخطـوة 2 :إضافـة ،الخطـوة 3 اسـتبدال، الخطوة 4 : تكاثف. ض م

التوسع

اطلـب إلى الطلاب إضافـة تراكيب المواد غـير العضوية للمواد المتفاعلة أو الناتجة في معادلة التفاعل في السلسلة المتعددة أدناه.

الخطوة 1 : $CH_3CH_3 \rightarrow CH_2 = CH_2 + ?$

الخطوة 2 : $CH_2 = CH_2 + ? \rightarrow CH_3CH_2Cl$

الخطوة 3 : $CH_3CH_2Cl + ? \rightarrow ? + CH_3CH_2OH$

الخطوة 4 : $CH_3CH_2OH + CH_3CO_2H \rightarrow$

$CH_3C(=O)OCH_2CH_3 + ?$

الخطوة 1 : H_2 ، الخطوة 2 : HCl ، الخطوة 3 : المتفاعلات H_2O، والنواتج HCl ، الخطوة 4: H_2O. ض م

التقويم 4–8

17. a .الإضافة **b**. الحذف

18. a .الحذف **b**. الإضافة

c. التكاثف **d**. الإضافة

19. a. $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$

b. $CH_3CH_2CH(OH)CH_2CH_3$

20. قـد ينتج عن إضافة الماء إلى 1– بيوتـين النواتج1– بيوتانول و / أو 2– بيوتانول؛ لأن مجموعة الهيدروكسـيل ربما ترتبط بـذرة الكربـون رقم 1 أو 2 من سلسـلة الكربون المكونة من 4 ذرات. في حـين ينتـج عن إضافة الماء إلى 2– بيوتين ، فقط 2– بيوتانول؛ لأن مجموعة الهيدروكسيل يجب أن تكون على ذرة الكربون رقم 2.

المعادلة العامة لحذف الماء من الكحول هي كما يأتي:

$$R-CH_2-CH_2-OH \rightarrow R-CH=CH_2 + H_2O$$

ولتحديد النواتج الفعلية، ارسم أولاً الصيغة البنائية لـ 1– بيوتانول، ثم استعمل المعادلة العامة نموذجًا لمعرفة كيفية تفاعل 1 – بيوتانول. تبين المعادلة العامة أنه تم حذف OH و H من سلسلة الكربون. وأخيرًا ارسم الصيغة البنائية للنواتج ، كما في المعادلة الآتية:

$$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH \rightarrow CH_3-CH_2-CH=CH_2 + H_2O$$

1 – بيوتانول 1 – بيوتين

ومثـال آخر، افترض أنـك تود توقع نواتج التفاعـل بين البنتين الحلقي وبروميد الهيدروجين. تذكر أن المعادلة العامة لتفاعلات الإضافة بين الألكينات وهاليدات الألكيل هي:

$$R-CH=CH-R' + HX \rightarrow R-CHX-CH_2-R'$$

ارسـم أولًا الصيغة البنائية للبنتين الحلقي، ثم أضف صيغة بروميد الهيدروجين، ويمكنك من المعادلة العامة ملاحظة مكان إضافة كل من الهيدروجين والبروم على الرابطة الثنائية لتكوين هاليد الألكيل. وأخيرًا ارسـم صيغة الناتج. فإذا كان عملك صحيحًا فستحصل على المعادلة الآتية:

بنتين حلقي — بروميد الهيدروجين — بروموبنتان حلقي

التقويم 4-8

الخلاصة

- يمكن تصنيف معظم تفاعلات المركبات العضوية ضمن واحد من خمسـة أنـواع: الاسـتبدال، والتكثف، والحذف، والإضافة، والأكسدة والاختزال.
- يمكن معرفة المركبات العضوية المتفاعلة من توقع نواتج التفاعل.

17. الفكرة الرئيسة صنف كل تفاعـل إلى اسـتبدال، أو تكثـف، أو إضافـة، أو حذف.

a. $CH_3CH=CHCH_2CH_3 + H_2 \rightarrow CH_3CH_2-CH_2CH_2CH_3$

b. $CH_3CH_2CH_2\underset{\underset{OH}{|}}{C}HCH_3 \rightarrow CH_3CH_2CH=CHCH_3 + H_2O$

18. حدد نوع التفاعل العضوي الذي يحقق أفضل ناتج لكل عملية تحويل مما يأتي:

a. هاليد ألكيل ← ألكين **c.** كحول + حمض كربوكسيلي ← إستر

b. ألكين ← كحول **d.** ألكين ← هاليد ألكيل

19. أكمل كل معادلة مما يلي عن طريق كتابة الصيغة البنائية للنواتج الأكثر احتمالًا:

a. $CH_3CH=CHCH_2CH_3 + H_2 \longrightarrow$

b. $CH_3CH_2\underset{\underset{Cl}{|}}{C}HCH_2CH_3 + OH^- \longrightarrow$

20. توقع النواتج فسّر لماذا يؤدي إضافة الماء إلى 1 – بيوتين إلى تكون نوعين من النواتج، بينما إضافة الماء إلى 2 – بيوتين تكوّن نوعًا واحدًا من النواتج؟

98

8–5

1. التركيز

شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (28) الواردة في مصادر التعلم للفصول (9–6)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: د م

www.obeikaneducation.com

الفكرة الرئيسة

سلاسل البوليمر اسأل الطلاب: هل استعملوا حلقات السلاسل لإجراء العد التنازلي في أيام المناسبات الخاصة بهم؟ ستتفاوت الإجابات. ابدأ بإنشاء سلسلة باستخدام شرائط من الورق بطول 24 cm تقريبًا ودبّاسة. (حجم الشرائط الورقية غير مهم). وعندما تبدأ بإعداد السلسلة، أخبر الطلاب بأن جزيئات صغيرة تدعى مونومرات ترتبط معًا لتكون سلاسل طويلة تسمى البوليمرات. وأخبرهم أيضًا بأن هذه المونومرات ترتبط معًا من خلال تفاعلات الإضافة أو التكاثف. ض م

2. التدريس

عرض سريع

تحضير البوليمرات اعرض، في غرفة جيدة التهوية، عملية تحضير البوليمر باستعمال منتج أو أكثر من المنتجات المتاحة الآتية : رغوة البولي يورإيثان ، مثل علب الرغوة العازلة ؛ اثنين من مكونات الرغوة المستخدمة في مواد بناء مجموعة التدريب ؛ وبوليمر سلسلة الهباء الجوي ، ونظام ثنائي لصنع البوليمرات المستعملة في الزهور. ثم اطلب إلى الطلاب مراقبة المظاهر النهائية المختلفة للمونومر والبوليمر بعناية.

غالبًا ما تكون المونومرات سائلة أو غازية، في حين تكون البوليمرات أكثر صلابة من المونومرات المستعملة في تحضيرها. ض م

8–5

الأهداف

- ترسم العلاقة بين البوليمر والمونومرات المكوّنة له.
- تصنف تفاعلات البلمرة إلى إضافة أو تكثف.
- تتوقع خواص البوليمر اعتمادًا على التراكيب الجزيئية ووجود المجموعات الوظيفية.

مراجعة المفردات

الكتلة المولية: كتلة مول واحد من المادة.

المفردات الجديدة

البوليمرات
المونومرات
تفاعلات البلمرة
البلمرة بالإضافة
البلمرة بالتكثف

البوليمرات Polymers

الفكرة الرئيسة **البوليمرات الصناعية مركبات عضوية كبيرة تتكون من تكرار وحدات مرتبطة معًا عن طريق تفاعلات الإضافة أو التكثف.**

الربط مع الحياة فكّر كيف تكون حياتك مختلفة دون أكياس القطائر البلاستيكية، وأكواب البلاستيك، وأقمشة النايلون والبوليستر، والفينيل المستعمل في المباني، ومجموعة أخرى متنوعة من المواد الصناعية؟! تشترك جميع هذه المواد في شيء واحد على الأقل، هو أنها جميعًا مصنوعة من بوليمرات.

عصر البوليمرات The Age of Polymers

تحتوي الأقراص المضغوطة، كما هو موضح في **الشكل 16–8** على بولي كربونات، وهي مصنوعة من سلسلة جزيئات طويلة جدًّا مع مجموعات من الذرات ذات نمط تكراري منتظم. وهذا الجزيء مثال على البوليمرات الصناعية.

البوليمرات جزيئات كبيرة تتكوّن من العديد من الوحدات البنائية المتكررة. في **الشكل 16–8** يستعمل الرمز n بجانب الوحدة البنائية للبولي كربونات ليشير إلى عدد الوحدات البنائية في سلسلة البوليمر. ولأن قيم n تختلف اختلافًا كبيرًا من بوليمر إلى آخر، نجد أن الكتلة المولية للبوليمرات قد تكون أقل من 10,000 amu وقد تصل القيم إلى أكثر من 1,000,000 amu. فعلى سبيل المثال تحتوي سلسلة من الطلاء غير اللاصق على نحو 400 وحدة بنائية كتلتها المولية تساوي 40,000 amu.

وقديمًا كان استعمال الناس يقتصر على المواد الطبيعية قبل تطوير البوليمرات الصناعية، مثل الحجر والخشب والمعادن والصوف والقطن. وبحلول مطلع القرن العشرين أصبحت بعض البوليمرات الطبيعية المعالجة كيميائيًّا -مثل المطاط والبلاستيك والسيليلويد- متاحة للاستعمال، إلى جانب المواد الطبيعية. ويحضر السيليلويد بمعالجة سليلوز القطن أو الألياف الخشبية مع حمض النيتريك.

وكان أول بوليمر صناعي تم تحضيره عام 1909م قد تميز بالصلادة واللمعان. وهو نوع من البلاستيك يسمى الباكالايت. وبسبب مقاومته للحرارة، لايزال يستعمل إلى اليوم في أجهزة الوقود الكبيرة. ومنذ عام 1909م، طورت مئات البوليمرات الصناعية الأخرى. وبسبب الاستعمال الواسع للبوليمرات، ربط الناس هذا العصر بالبوليمرات.

الشكل 16-8 الأقراص المدمجة مصنوعة من البولي كربونات، وتحتوي على سلاسل طويلة من الوحدات البنائية.

99

دفتر الكيمياء

المصادفة عُرف الكثير من الاكتشافات المهمة في علم البوليمرات 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

النقـود المصنوعـة من البوليمـرات تصنع النقود في أسـتراليا من البوليمرات غير المسـامية. وتطلى بطبقة واقية لمنع امتصاص الرطوبة والحفاظ عليها نظيفة.

وتعمـر أوراق النقـود الجديـدة في المتوسـط أكثـر مـن الأوراق النقديـة المتداولـة بأربع أو خمـس مرات. وبعد تـداول الأوراق النقديـة المصنوعة مـن البوليمرات مدة 40 شـهرًا، يتم تدويرها لإنتاج منتجات بلاسـتيكية أخرى. وتسـتعمل تقنيات الطباعة التقليديـة في طباعـة الحبر، ونظـرًا لطبيعتها الشـفافة يصبح من الصعب اسـتخدام الماسح الضوئي أو الناسـخة في إنتاج النقود الورقية المزيفة. ض م

التفاعلات المستعملة لصناعة البوليمرات
Reactions Used to Make Polymers

يعد تصنيع البوليمرات عملية سـهلة نسـبيًّا، إذ يمكـن تصنيع البوليمرات في خطـوة واحدة، تكون فيهـا المادة المتفاعلة الرئيسـة جزيئـات عضوية صغيرة بسيطة تسمى مونومرات. والمونومرات هي الجزيئات التي يصنع منها البوليمر.

فعنـد صناعـة البوليمـر ترتبط المونومرات معًـا الواحد تلو الآخر في سلسـلة من الخطـوات السريعـة. وغالبًا ما تسـتعمل المحفِّزات ليتم التفاعـل بسرعة معقولة. وفي بعض البوليمرات -مثل ألياف البوليسـتر والنايلون- يرتبط اثنان أو أكثر من المونومرات معًا بتسلسل متناوب. وتسمى التفاعلات التي ترتبط فيها المونومرات معًـا تفاعـلات البلمـرة. وتسـمى مجموعـة الـذرات المتكـررة الناتجة عـن ترابط المونومـرات وحدة بناء البوليمر، ويبين الشـكل 17-8 العلاقـة بين البوليمرات والمونومرات المكونه له.

وتتكـون وحـدة بنـاء البوليمـر مـن اثنين مـن المونومـرات المختلفـة التي لها المكونات نفسها. ويبين الشكل 18-8 ألعاب الأطفال غير القابلة للكسر التي تصنـع مـن البولي إيثيلـين المنخفض الكثافـة (LDPE)، والـذي يحضر ببلمرة الإيثين تحت ضغط عالٍ. كما يعد الإيثين أيضا مادة أولية لتحضير وإنتاج البولي إيثيلـين رباعـي فثـالات (PETE)، وهو المادة المسـتعملة في صناعـة العبوات البلاستيكية. ويمكن تصنيعه في صورة ألياف تسمى ألياف البوليستر.

ويبين الشكل 19-8 الخط الزمني لأحداث بارزة أدت إلى عصر البوليمرات وتسليط الضوء على تطور صناعة البوليمرات. وعلى الرغم من أن أول بوليمر تمت صناعته في العام 1909 م، إلا أن صناعة البوليمرات لم تزدهر إلا بعد الحرب العالمية الثانية.

الشكل 17-8 العلاقة بين البوليمر والمونومرات المكونة له.

الشكل 18-8 البولي إيثيلين مادة غير سـامة وغـير قابلة للكسـر، لذا يدخل هـذا البوليمر في صناعة ألعاب الأطفال.

الشكل 19-8 عصر البوليمرات يعمل العلماء لفهم بنية وخواص المركبات العضوية لتطوير المنتجات التي تؤثر في حياة الناس في كل مكان. وقد ساعدت إسهاماتهم في الدخول إلى عصر البوليمرات.

100

مشروع الكيمياء

النقـود المصنوعة من البوليمرات لما كانت الأوراق النقدية المتداولة لها عمر محدد، ويمكن إتلافها بسهولة، وتزويرها. فقد قامت أستراليا و 23 دولة باستعمال الأوراق النقدية المصنوعة من البوليمرات. اطلب إلى الطـلاب التفكـير في اسـتعمال آخر ضمـن حضارتنا يمكـن إعادة "اختراعـه" باسـتعمال البوليمـرات. وما خواص البوليمـرات المميزة التي من شأنها أن تزيد من قيمة هذا الاختراع؟، ثم اطلب إليهم عمل ملصق وعرضه على طلاب الصف. ض م

$$n\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH} + n\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2 \rightarrow \left[\text{C}-(\text{CH}_2)_4-\text{C}-\text{NH}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}\right]_n + n\text{H}_2\text{O}$$

حمض الأديبيك — 6.1–ثنائي أمينوهكسان — النايلون 6,6

الشكل 8-20 النايلون بوليمر يتكون من خيوط رفيعة 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 الإضافة؛ إذ تتكسر الروابط غير المشبعة في تفاعل البلمرة بالإضافة تمامًا كما في تفاعلات الإضافة. والاختلاف الوحيد بينهما هو أن الجزيء الثاني المضاف هو جزيء المادة نفسها، وهي الإيثين. كما يمكنك ملاحظة تشابه بوليمرات الإضافة المبينة في **الجدول 14–8** مع تركيب البولي إيثيلين؛ حيث ترتبط ذرات أو مجموعات من الذرات بالسلسلة لتحل محل ذرات الهيدروجين. ونَتج 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 حضّر 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 المصنع. ويتكون أحد المونومرات من سلسلة في نهايتها ذرة كربون يرتبط معها مجموعات كربوكسيل، كما هو مبين في **الشكل 20–8**. 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 20–8**. لاحظ أنه يتم تكوين جزيء واحد من الماء مقابل كل أميد جديد يتكوّن.

101

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 تشتمل على ملخص للنتائج 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

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

مشروع الكيمياء

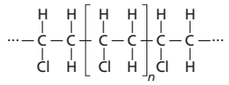
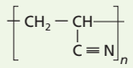
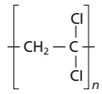
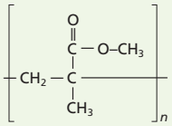
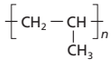
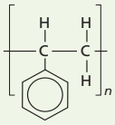
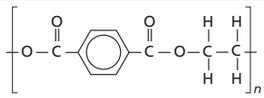
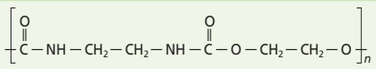
الترابط بين السلاسل اطلب إلى الطلاب البحث في كيفية تأثير الترابط بين السلاسل في صفات البوليمر مثل المرونة والقساوة. واطلب إليهم تلخيص النتائج، والحصول على أكبر عدد ممكن من البوليمرات وتقديم عرض يبين ما توصلوا إليه من نتائج. ف م

التعلم البصري

الجدول 14–8 اطلب إلى الطلاب البحث حول منازلهم وفي مستودعات التخزين عن مواد البناء المصنوعة من البوليمرات، وإعداد قائمة بهذه المواد التي تصادفهم في حياتهم اليومية. ض م

الجدول 14-8

البوليمرات الشائعة

البوليمر	الاستعمالات	الوحدة البنائية المتكررة
بولي كلوريد الفينيل (PVC)	أنابيب بلاستيكية، وتغطية اللحوم والمفروشات، وملابس ضد المطر، وجدران المنازل، وخراطيم مياه	
بولي أكريلونيتريل	الأقمشة والملابس والمفروشات والسجاد	
بولي فينيلدين كلوريد	تغليف الطعام والأقمشة	
بولي ميثيل ميثاكريلات	زجاج غير قابل للكسر، للنوافذ، والعدسات والتحف الفنية	
بولي بروبلين (PP)	أوعية للمشروبات، والحبال، وأدوات المطبخ	
بولي ستايرين (PS) وستايرين البلاستيك	رغوة التغليف والعزل، وأوعية للنباتات، وحاوية لحفظ الطعام، وعمل النماذج	
بولي إيثيلين رباعي فثالات (PETE)	زجاجات العصير والحليب، الإطارات، والملابس، وأواني الطعام التي تستعمل مرة واحدة	
بولي يوريثان	الأثاث، ومخدات الفوم، والطلاء المقاوم للماء، وبعض أجزاء الأحذية	

عرض توضيحي

البوليمرات 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

ثبِّت مشبكًا واحدًا من مشابك الغسيل في نهاية مشبك آخر واستمر في هذه العملية لتكوين سلسلة البوليمر، ويمثل كل مشبك غسيل مونومر. كما يمكن استعمال مشابك الورق أيضًا لتمثيل مونومرات وتكوين سلسلة البوليمرعن 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.

غطِّ الصندوق وحركه بشدة لمحاكاة التفاعل، ثم افتحه واسحب المشابك التي تم ربطها سابقًا.

خواص البوليمرات وإعادة تدويرها
Properties and Recycling of Polymers

لماذا نستعمل العديد من البوليمرات المختلفة هذه الأيام؟ أحد الأسباب يعود إلى سهولة تحضيرها، كما أن المواد الأولية المستعملة في تحضيرها غير مكلفة. ولكنْ هناك أسباب أخرى أكثر أهمية تتعلق بخواص البوليمرات نفسها؛ حيث يمكن سحب بعضها في صورة ألياف أنعم من الحرير، والبعض الآخر قوي كالفولاذ. كما أن البوليمرات غير قابلة للصدأ، والعديد منها أكثر تحملًا من المواد الطبيعية، ومن ذلك الخشب البلاستيكي الذي يظهر في **الشكل 21–8**؛ فهو غير قابل للتآكل، ولا يحتاج إلى إعادة طلاء.

خواص البوليمرات ومن أسباب زيادة الطلب على البوليمرات وانتشارها الواسع سهولة تشكيلها بأشكال مختلفة، أو سحبها على شكل ألياف رقيقة. علمًا 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.

و كما هو الحال مع المواد جميعها، فإن للبوليمرات خواص تعود مباشرة إلى تركيبها الجزيئي. فبولي إيثيلين مثلًا عبارة عن سلسلة طويلة من الألكان. لذلك، فملمسه شمعي، ولا يذوب في الماء، وغير نشط كيميائيًّا، ورديء التوصيل للكهرباء. وقد جعلته هذه الخواص مثاليًّا لاستعماله في أوعية حفظ الطعام، وتغليف أسلاك الكهرباء.

مهن في الكيمياء

كيميائيو البوليمرات هل تبدو لك فكرة تطوير وتحسين البوليمرات فكرة جديدة وملهمة وتشكل تحديًا؟ يطور كيميائيو البوليمرات أنواعًا 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 قالبًا أو نموذجًا، أو يتكون .....

الشكل 21-8 يصنع الخشب البلاستيكي من البلاستيك المعاد تدويره، مثل زجاجات العصير، والحليب، وغيرها من نفايات البولي إيثيلين.

103

تطبيقات في الكيمياء

رغوة البوليمر تستعمل رغوة البولي يوريثان باعتبارها مواد عازلة للمنازل ومواد التعبئة والتغليف. والبولي كحول $(HO-R-OH)$ وبولي أيزوسيانيت $(O=CN-R-NC=O)$ هما إحدى مجموعات المونيمرات التي تستعمل لصنع مثل هذا البوليمر. وتستعمل الأمينات أو الأملاح المعدنية مادة محفزة في إنتاج هذا البوليمر. ويحتوي البوليمر على الكاربامات أو مجموعة يوريثان، التي لها الصيغة العامة التالية:

$$-O-RO-C(=O)-NH-R-NH-C(=O)-$$

كما أن استعمال مادة الفلوروكربون في إنتاج البوليمرات يؤدي إلى إنتاج رغوة ذات جودة عالية . وبوجود العديد من المجموعات الوظيفية في المونيمر تتكون روابط تقاطعية كثيرة عالية الجودة ينتج عنها رغوة جامدة.

النتائج

ترتبط المونومرات بعضها ببعض لتكوّن سلسلة طويلة تدعى البوليمر.

التحليل

اسأل الطلاب السؤالين الآتيين:

1. ما الاسم العلمي للجزيئات الصغيرة التي ترتبط معًا؟ مونومرات.
2. إذا كان البوليمر مصنوعًا من مونومر الإيثيلين، فماذا يدعى البوليمر؟ بولي إيثيلين.

التقويم

المعرفة اطلب إلى الطلاب كتابة أكبر عدد من الأسماء التي تبدأ بالمقطع بولي. الإجابات المحتملة، بولي بروبلين، بولي إيثلين، بولي فينيل كلوريد، بولي ستايرين، بوليستر، بولي فينيل أسيتيت.

ض م

3. التقويم

التحقق من الفهم

اطلب إلى الطلاب رسم الصيغة البنائية للمونومرات اللازمة لحدوث تفاعلات الإضافة المكونة للبوليمرات الموجودة في **الجدول 8–14**. بولي فينيل كلوريد: $CH_2 = CHCl$، بولي أكريلونيتريل $CH_2=CHCN$، بولي فينيلدين: كلوريد: $CH_2=Cl_2$، بولي ميثيل ميثاكريليت: $CH_2= C(CH_3)(CO_2CH_3)$، بولي بروبلين $CH_3CH=CH_2$، بولي ستايرين: $CH_2=CHC_6H_5$.

ض م

إعادة التدريس

اطلب إلى الطلاب رسم الصيغة البنائية للبوليمرات التي لم تدرس في هذا الجزء، إذ قد تتضمن هذه المونومرات: ميثيل السيانو اكريليت $((CO_2CH_3)CH_2=C(CN))$، الذي يستعمل في صنع مادة الغراء الفوري، فينيل الكحول $(CH_2=CHOH)$، المستعمل في صناعة بولي فينيل الكحول، والذي يستعمل أيضًا موادّ أولية في تحضير حافظات الماء البلاستيكية، وكلورو ثلاثي فلوروإيثلين $(CFCl=CF_2)$، الذي يستعمل في صناعة المتفجرات. ض م

التوسع

بيّن للطلاب أنه بالإمكان تصنيع العديد من البوليمرات المفيدة من أكثر من صيغة واحدة للمونومر. ويشار إلى هذه البوليمرات على أنها بوليمرات مشتركة؛ لذا اطلب إليهم توقع تركيب ألياف البوليستر أو بوليمر البالونات والتي تصنع من مونومرات حمض ثلاثي الفثاليك وجلايكول الإيثلين، على التوالي. تحتوي ألياف البوليستر وبوليمر البالون سلسلة مكونة من مونومرين يرتبطان بعضهما ببعض بالتناوب برابطة إسترية. ويرافق تكوّن كل رابطة فقدان جزيء ماء.

الشكل 8-22 تساعد الرموز الموجودة على المواد البلاستيكية على إعادة تدويرها لأنها تحدد مكوناتها.

تدوير البوليمرات تشتق المواد الأولية المستعملة في تصنيع معظم البوليمرات 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؛ نظرًا إلى العدد الكبير من البوليمرات المختلفة الموجودة في هذه المنتجات. ولذلك لا بد من فرز المواد البلاستيكية وفقًا 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 22–8**، يوفر الوسائل السريعة لإعادة تدوير وفرز المواد البلاستيكية.

التقويم 8-5

الخلاصة

- البوليمرات جزيئات ضخمة تتكون من ارتباط جزيئات صغيرة تدعى المونومرات.
- تحضر البوليمرات من خلال تفاعلات الإضافة أو التكثف.
- يمكن استعمال المجموعات الوظيفية في البوليمرات لتوقع خواص البوليمر.

21. الفكرة الرئيسة **ارسم** الصيغة البنائية للبوليمر الذي ينتج عن المونومرات الآتية في حالتي: a. الإضافة، و b. التكثف.

a. $CH_2=CHCl$

b. $NH_2-CH_2CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$

22. **سمّ** تفاعل البلمرة الآتي: إضافة أو تكثفًا. فسّر إجابتك.

$$CH_2=CH(C\equiv N) \rightarrow \left[CH_2-CH(C\equiv N)\right]_n$$

23. **حدّد** تعوّض البوليمرات 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 للبوليمر الذي يصنع من المونومر الآتي، متناولاً بعض خصائصه مثل: الذوبان في الماء، والتوصيل الكهربائي، والملمس، والنشاط الكيميائي.

$$CH_2=CH(CH_3)$$

104

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 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 بملمس 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 للبولي إيثيلين.

الهدف

سيتعلم الطلاب أثر الثوم على مستقبلات الألم في الفم من خلال البحوث التي أجريت مؤخرًا ، وكيف أن الأبحاث قد تؤدي إلى اكتشاف أنواع جديدة من العلاج لتخفيف الألم.

الخلفيّة النظريّة 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 جيدًا يومًا ما ؟ استعرض أحداثًا مختلفة، مثل لسعة النحلة (مؤلمة جدًا ، 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 محبَّب للكثير من الحيوانات. ناقش لماذا يختلف طعمهما؟

الكيمياء في الحياة اليومية

الثوم Garlic

هل تعلم أن طعم كل من الثوم الطازج والمطبوخ مختلفة جدًا؟ فالثوم الطازج، كما هو مبين في **الشكل 1**، يحتوي على مواد تسبب إحساسًا حارقًا في الفم. ومع ذلك لا يسبب الثوم المطبوخ هذا الإحساس. ويعود السبب إلى التفاعلات الكيميائية. فعندما يُدَق 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 إحساسًا حارقًا في الفم. وقد نهى الرسول عليه الصلاة والسلام آكل الثوم عن حضور صلاة الجماعة في المسجد لأن رائحة الثوم مؤذية.

الشكل 1 يحتوي الثوم الطازج على مادة كيميائية تسبب الألم كوسيلة دفاع ضد الأعداء.

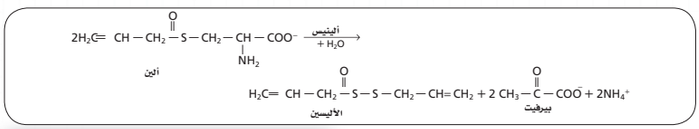
الإحساس بالألم والحرارة Sensing temperature and pain

يتم الإحساس بدرجة الحرارة والألم عن طريق الخلايا العصبية الموجودة في الجلد، بما في ذلك الجلد الموجود داخل فمك. وتحتوي هذه الخلايا العصبية على جزيئات 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 شيئًا ساخنًا، تنبّه 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.

وينشط الأليسين أيضًا 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

من المثير للاهتمام أن نعرف لماذا يسبب تذوق الثوم الخام الألم إلا أن فهم كيفية قيام الأليسين بالتسبب 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.



الشكل 2 عند تقطيع الثوم أو سحقه يقوم الألين مع وجود إنزيم الألينيز بإنتاج الأليسين. وعند تذوق طعم الثوم الطازج فإن جزءًا من الخلايا العصبية في فمك يرسل إشارة كهربائية إلى الدماغ الذي يقوم بتفسيرها على اعتبار أنها إحساس حارق.

الكتابة في الكيمياء

ابحث وقم بإعداد ملصق أو بوستر يوضح تفاعلات كيميائية أخرى في النباتات.

105

الكتابة في الكيمياء

البحث ستتفاوت إبداعات الطلاب حول موضوع الملصقات؛لذا تأكد من قيام الطلاب بالبحث عن هذا الموضوع على نحوٍ كافٍ، وإعداد ملصق يوضح النتائج التي توصلوا إليها.

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 بدلًا من المحارم الورقية الناعمة، ومع ذلك، لا تستعمل الورق المعاد تدويره.
- كما يمكن استعمل 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)	ΔT (°C)
الماء	21	19	2
الميثانول	22	8	14
الإيثانول	22	13	9
2- بروبانول	21	16	15

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 مقياسًا 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 الكمية 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 ثيرمومتر.

مختبر الكيمياء

خواص الكحولات

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 ماصّة للطاقة، حيث يتم امتصاص الطاقة من البيئة المحيطة بالمادة. وهذا يعني أن درجة الحرارة ستنخفض عند حدوث التبخر.

السؤال كيف تختلف قوى الترابط في ثلاثة أنواع من الكحولات؟

المواد والأدوات اللازمة

ثرمومتر 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 بعيدًا عن مصادر اللهب والشرر.

خطوات العمل

1. اقرأ نموذج قواعد السلامة في المختبر.
2. ارسم جدولًا لتسجيل البيانات.
3. اقطع خمس قطع بقياس 2cm×6cm من المناديل الورقية الناعمة.
4. ضع الثرمومتر على منشفة مطوية على سطح طاولة مستوية بحيث يكون مستودع الثرمومتر على الحافة ويمتد الثرمومتر نفسه خارج الطاولة. تأكد أن الثرمومتر لن يسقط عن الطاولة.
5. لف قطعة من المناديل الورقية الناعمة حول مستودع الثرمومتر. ثبت القطعة بسلك الربط فوق مستودع الثرمومتر.
6. اطلب إلى شخص واحد ضبط ساعة الإيقاف وقراءة حرارة الثرمومتر، 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 الإيقاف، وقراءة درجة الحرارة، وتسجيلها في جدول البيانات.
8. حرك الهواء حول قطعة المناديل الناعمة التي تغلف مستودع الثرمومتر مستعملًا قطعة من الكرتون المقوى. بعد مرور دقيقة واحدة اقرأ وسجل درجة الحرارة النهائية في جدول البيانات. تخلص من قطعة المناديل وجفف مستودع الثرمومتر.
9. أعد الخطوات من 5 وحتى 8 لكل من الكحولات الثلاثة: الميثانول، والإيثانول، و2- بروبانول.
10. احصل على درجة حرارة الغرفة والرطوبة من معلمك.
11. **التنظيف والتخلص من النفايات** ضع 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. **التقويم** المحتوى الحراري المولي للتبخر (kJ /mol) لأنواع الكحولات الثلاثة عند درجة حرارة 25 °C هي كالآتي: ميثانول 37.4، إيثانول 42.3، 2- بروبانول 45.4، ما الذي يمكن أن تستنتجه حول قوى الترابط الموجودة في الكحولات الثلاثة؟
3. **قارن** اعمل 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.

الاستقصاء

تصميم تجربة اقترح طريقة لجعل هذه التجربة أكثر دقة وضبطًا من الناحية الكمية. صمّم تجربة مستعملًا طريقتك الجديدة.

106

الفصل 8

دليل الدراسة

استعمال المفردات

اطلب إلى الطلاب كتابة جملة واحدة لكل مصطلح في الفصل لتعزيز معرفتهم بمفردات الفصل. ض م

استراتيجيات المراجعة

- اطلب إلى الطلاب كتابة قائمة بالتركيب الكيميائي لمشتقات الهيدروكربونات، وخواصها واستعمالاتها. ض م
- اطلب إلى الطلاب التدرب على رسم التركيب الكيميائي للبوليمرات عند معرفة المونومر لها، وكذلك رسم التركيب الكيميائي للمونومر عند معرفة البوليمر لها. ض م

الفكرة العامة يؤدي استبدال ذرات الهيدروجين في المركبات الهيدروكربونية بمجموعات وظيفية مختلفة إلى تكوين مركبات عضوية متنوعة.

8-1 هاليدات الألكيل وهاليدات الأريل

الفكرة الرئيسة يمكن أن تحل ذرة الهالوجين محل ذرة الهيدروجين في بعض المركبات الهيدروكربونية.

المفردات

- المجموعة الوظيفية
- هاليدات الألكيل
- هاليدات الأريل
- البلاستيك
- تفاعلات الاستبدال
- الهلجنة

المفاهيم الرئيسة

- 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 والإيثرات والأمينات

الفكرة الرئيسة الأكسجين والنيتروجين من أكثر الذرات شيوعًا في المجموعات الوظيفية العضوية.

المفردات

- مجموعة الهيدروكسيل
- الكحولات
- الإيثرات
- الأمينات

المفاهيم الرئيسة

- تتكون الكحولات، والإيثرات، 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

الفكرة الرئيسة تحتوي مركبات الكربونيل على ذرة أكسجين ترتبط برابطة ثنائية مع الكربون في المجموعة الوظيفية.

المفردات

- مجموعة الكربونيل
- الألدهيدات
- الكيتونات
- الأحماض الكربوكسيلية
- مجموعة الكربوكسيل
- الإسترات
- الأميدات
- تفاعلات التكثف

المفاهيم الرئيسة

- مركبات الكربونيل مركبات عضوية تحتوي على مجموعة C=O.
- تحتوي خمسة أنواع مهمة من المركبات العضوية على مركبات الكربونيل هي: الألدهيدات، والكيتونات، والأحماض الكربوكسيلية، والإسترات، والأميدات.

الكيمياء عبر المواقع الإلكترونية

لمراجعة محتوى هذا الفصل وأنشطته، ارجع إلى الموقع الإلكتروني: www.obeikaneducation.com وذلك من أجل:

- مراجعة الفصل ودراسته عبر الشبكة.
- الوصـول إلى المواقع التي تزودك بمزيد من المعلومات والمشاريع والأنشطة.
- مراجعة المحتوى عبر الشبكة بالإضافة إلى التفاعل والاختبارات الذاتية.
- الحصـول على اختبـارات الفصـل والتدريب على (الأنشـطة) والاختبارات المقننة.

8-4 تفاعلات أخرى للمركبات العضوية

الفكرة الرئيسة تصنيف التفاعلات الكيميائية للمركبات العضوية يجعل توقع نواتج هذه التفاعلات أسهل.

المفردات

- تفاعلات الحذف
- تفاعلات حذف الهيدروجين
- تفاعلات حذف الماء
- تفاعلات الإضافة
- تفاعلات إضافة الماء
- تفاعلات الهدرجة

المفاهيم الرئيسة

- يمكن تصنيف معظم تفاعلات المركبات العضوية ضمن أحد خمسة أنواع، هي: الاستبدال، والحذف، والإضافة، والأكسدة والاختزال، والتكثف.
- تمكّن معرفة المركبات العضوية المتفاعلة من توقع نواتج التفاعل.

8-5 البوليمرات

الفكرة الرئيسة البوليمرات الصناعية مركبات عضوية كبيرة تتكون من تكرار وحدات مرتبطة معًا عن طريق تفاعلات الإضافة أو التكثف.

المفردات

- البوليمرات
- المونومرات
- تفاعلات البلمرة
- البلمرة بالإضافة
- البلمرة بالتكثف

المفاهيم الرئيسة

- البوليمـرات مركبـات ضخمـة تتكون مـن ارتباط جزيئـات صغيرة تسمى المونومرات.
- تحضر البوليمرات من خلال تفاعلات الإضافة أو التكثف.
- يمكن استعمال المجموعات الوظيفية في البوليمرات لتوقع خواص البوليمر.

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 بروموميثان؟

28. سمّ الأمينات التي تمثلها الصيغ الآتية:

a. $CH_3(CH_2)_3CH_2NH_2$

b. $CH_3(CH_2)_5CH_2NH_2$

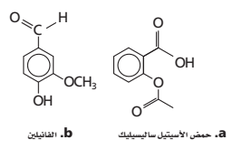
c. $CH_3(CH_2)_2CH(NH_2)CH_3$

d. $CH_3(CH_2)_8CH_2NH_2$

29. فسر لماذا تزداد درجات غليان هاليدات الألكيل بالتدريج 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 23–8**، ثم اذكر اسم كل منها.



a. حمض الأسيتيل ساليسيليك **b.** الفانيلين

الشكل 23–8

31. ارسم الصيغة البنائية لهاليدات الألكيل أو الأريل الآتية:

a. كلوروبنزين

b. 1– برومو– 4 – كلوروهكسان

c. 2،1 – ثنائي فلورو– 3 – أيودو هكسان حلقي

d. 3،1 – ثنائي بروموبنزين

e. 2،2،1،1– رباعي فلورو إيثان

32. ارسم الصيغة البنائية للمركب: 1– برومو –2– كلوروبروبان.

33. ارسم المتشكلات البنائية المحتملة جميعها لهاليد الألكيل ذي الصيغة الجزيئية $C_5H_{10}Br_2$، ثم سمّ كلًّا منها.

34. سمِّ متشكلًا بنائيًّا واحدًا محتملًا عند تغيير موقع واحدة أو أكثر من ذرات الهالوجين لكل من هاليدات الألكيل الآتية:

a. 2– كلورو بنتان

b. 1،1– ثنائي فلورو بروبان

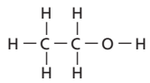
c. 3،1– ثنائي بروموبنتان حلقي

d. 1– بروموـ2– كلوروإيثان

8-2

إتقان المفاهيم

35. ما اسم المركب المبين في **الشكل 24–8**؟ كيف يمكن تغيير الخواص الطبيعية له؟



الشكل 24–8

الفصل 8

8—1

إتقان المفاهيم

25. المجموعة الوظيفية هي ذرة أو مجموعة من الذرات في المركب العضوي، وغالبًا 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

29. يعود سبب هذا النمط إلى ازدياد عدد إلكترونات الهالوجينات والتي تقع بعيدًا 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 معًا، 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 – كلورو بنتان.

b. 2،1 – ثنائي فلوروبروبان، 3،1– ثنائي فلوروبروبان، 2،2– ثنائي فلوروبروبان.

c. 2،1 – أو 1،1 – ثنائي بروموبنتان حلقي.

d. 1– بروموـ1– كلوروإيثان.

8—2

إتقان المفاهيم

35. الإيثانول، ويتم تغيير الخواص الطبيعية له بإضافة كمية بسيطة من المواد السامة، لجعله غير صالح وآمن للشرب.

36.a. إيثانول **b.** 1- ميثانول

c. جلايكول الإيثيلين أو جلايكول البروبيلين

d. ثنائي إيثيل إيثر **e.** أنيلين

37. لأن الكحولات أكثرُ قطبيةً من الإيثرات؛ إذ تكون الرابطة في الكحولات O–H أكثر قطبية من الرابطة O–C في الإيثرات.

38. لأن روابط O–H أكثر قطبية 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 إيثر، بروبيل ميثيل إيثر.

b. بروبيل إيثر، أيزوبروبيل إيثر، إيثيل بيوتل إيثر، بنتل ميثيل إيثر.

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.

تقويم الفصل 8

36. تطبيقات عملية سمّ كحولًا، أو أمينًا، أو إيثرًا واحدًا، يستعمل لكل غرض من الأغراض الآتية:

a. مادة مطهرة
b. مذيب للطلاء
c. مانع للتجمد
d. مخدر
e. إنتاج الأصباغ

37. فسّر لماذا تكون ذوبانية جزيء الكحول في الماء أكثر من ذوبانية جزيء الإيثر رغم أن الكتلتين المولیتين لهما متساويتان؟

38. فسّر لماذا تكون درجة غليان الإيثانول أعلى كثيرًا من الأمينو إيثان رغم أن الكتلتين المولیتين لهما متساويتان تقريبًا؟

إتقان حل المسائل

39. سمّ إيثرًا واحدًا له الصيغة البنائية لكل من الكحولين الآتيين:

a. 1- بيوتانول
b. 2- هكسانول

40. ارسم الصيغة البنائية لكل من الكحولات، والأمينات، والإيثرات الآتية:

a. 2،1 – بيوتادايول
b. 2- أمينوهكسان
c. ثنائي أيزوبروبيل إيثر
d. 2- ميثيل -1 – بيوتانول
e. بيوتيل بنتيل إيثر
f. بيوتيل حلقي ميثيل إيثر
g. 3،1- ثنائي أمينو بيوتان
h. بنتانول حلقي

8-3

إتقان المفاهيم

41. ارسم الصيغة العامة لكل نوع من أنواع المركبات العضوية الآتية:

a. ألدهيد
b. إستر
c. كيتون
d. أميد
e. حمض كربوكسيلي

42. استعمالات شائعة سم الألدهيد، أو الكيتون، أو الحمض الكربوكسيلي، أو الإستر، أو الأميد المستعمل لكلٍّ من الأغراض الآتية:

a. حفظ العينات البيولوجية
b. مذيب لتلميع الأظافر
c. حمض في الخل
d. 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:

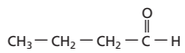
a. 2،2- ثنائي كلورو- 3 – بنتانون
b. 4- ميثيل بنتانال
c. هكسانوات الأيزوبروبيل
d. أوكتانوأميد
e. 3- فلورو- 2 – ميثيل حمض البيوتانويك
f. بنتانال حلقي
g. ميثانوات الهكسيل

تقويم الفصل 8

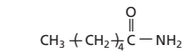
45. سمّ مركبات الكربونيل الآتية:

a.

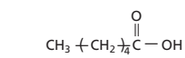
b.



c.



d.



8-4

إتقان المفاهيم

46. **تحضير المركبات العضوية** ما المواد الأولية اللازمة لتحضير معظم المركبات العضوية الصناعية؟

47. فسّر أهمية تصنيف التفاعلات الكيميائية؟

48. اكتب اسم التفاعل العضوي اللازم لإجراء التغييرات الآتية:

a. ألكين ← ألكان

b. هاليد الألكيل ← كحول

c. هاليد الألكيل ← ألكين

d. أمين+ حمض كربوكسيلي ← أميد

e. كحول ← هاليد الألكيل

f. ألكين ← كحول

إتقان حل المسائل

49. صنف كلًّا من التفاعلات العضوية الآتية إلى: استبدال، أو إضافة، أو أكسدة واختزال، أو حذف، أو تكثف.

a. 2- بيوتين+ هيدروجين ← بيوتان

b. بروبان+ فلور ← 2- فلوروبروبان+ فلوريد الهيدروجين.

c. 2- بروبانول ← بروبين + ماء

d. بيوتين حلقي + ماء ← 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 4،3 – 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. **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

50. **a.** $CH_3CHClCH_3 + H_2O \rightarrow CH_3CH(OH)CH_3 + HCl$

b. $CH_3CH_2CH{=}CHCH_2CH_3 + Cl_2 \rightarrow CH_3CH_2CH(Cl)CH(Cl)CH_2CH_3$

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

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. CH_3CH_2OH ، إيثانول

b. CH_3CH_3 ، إيثان

c. CH_3CH_2Cl ، كلورو إيثان

d. $CH_2(F)CH_2(F)$ ، 2،1 – ثنائي فلوروإيثان .

التفكير الناقد

64. يذوب حمض الإيثانويك في الماء، لأن جزيئاته صغيرة نسبيًّا، وتشكل روابط هيدروجينية مع الماء عند تأينها، وتكون ترابطًا قطبيًّا أيونيًّا 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.

تقويم الفصل 8

إتقان حل المسائل

54. **تصنيع البوليمر** ما المونومرات التي يلزم أن تتفاعل لإنتاج كل من البوليمرات الآتية؟

a. بولي إيثيلين

b. بولي ايثيلين تيرافثاليت

c. بولي رباعي فلوروإيثيلين

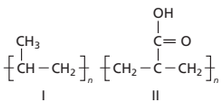
55. سم البوليمرات الناتجة عن المونومرات الآتية:

a. CH_3Cl

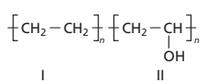
b. $CH_2{=}CCl_2$

56. اختر البوليمر في كل من الأزواج الآتية، الذي تتوقع أن تكون ذوبانيته أكبر في الماء.

a.



b.



57. ادرس الصيغ البنائية للبوليمرات الواردة في **الجدول 14–8**، ثم قرر هل تنتج هذه البوليمرات عن عملية بلمرة الإضافة أو بلمرة التكثف.

a. النايلون

b. بولي أكريلونيترايل

c. بولي بورإيثان

d. بولي بروبلين

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– بيوتانون

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 لكلٍّ 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

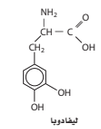
التفكير الناقد

64. **التقويم** ذوبانية حمض الإيثانويك (حمض الأسيتيك) عالية في الماء، وأحيانا الأحماض الكربوكسيلية التي تكون في الحالة الطبيعية على شكل سلسلة طويلة، مثل حمض البالمتيك ($CH_3(CH_2)_{14}COOH$) غير ذائبة في الماء. فسّر ذلك.

تقويم الفصل 8

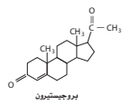
65. تفسير الرسوم العلمية اعمل قائمة بجميع المجموعات الوظيفية الظاهرة في المركبات العضوية الآتية:

a.



ليفادوبا

b.

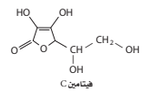


بروجيستيرون

66. التواصل اكتب الصيغة البنائية لكل المتشكلات البنائية ذات الصيغ الجزيئية الآتية، ثم اذكر اسم كل متشكل.

a. C_3H_8O **b.** $C_2H_4Cl_2$

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 25–8**.



فيتامين C

الشكل 25–8

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. الإيثرات **d.** الكحولات

69. التوقع يصف تفاعل الهلجنة الأحادي تفاعل استبدال ذرة هيدروجين واحدة بذرة هالوجين. بينما يصف تفاعل الهلجنة الثنائي تفاعل استبدال ذرتي هيدروجين بذرتي هالوجين.

a. ارسم جميع الصيغ البنائية الممكنة للمواد الناتجة عن تفاعل الهلجنة الأحادي الذي يتضمن تفاعل البنتان مع Cl_2.

b. ارسم الصيغ البنائية الممكنة جميعها للمواد الناتجة عن تفاعل الهلجنة الثنائي الذي يتضمن تفاعل البنتان مع Cl_2.

الجدول 15–8 ذوبانية الكحول في الماء
$(mol/100g\ H_2O)$

اسم الكحول	صيغة الكحول	الذوبانية
ميثانول	CH_3OH	غير محدد
إيثانول	C_2H_5OH	غير محدد
بروبانول	C_3H_7OH	غير محدد
بيوتانول	C_4H_9OH	0.11
بنتانول	$C_5H_{11}OH$	0.030
هكسانول	$C_6H_{13}OH$	0.058
هبتانول	$C_7H_{15}OH$	0.0008

70. تقويم ادرس **الجدول 15–8** 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. مستعملًا البيانات في الجدول، جد العلاقة بين ذوبانية الكحول في الماء وحجم الكحول.

c. قدّم تفسيرًا للعلاقة التي توصلت إليها في الجزء b.

مراجعة تراكمية

71. ما الخطوة المحددة للتفاعل؟

72. اعتمادًا على مبدأ لوتشاتلييه، كيف تؤثر زيادة حجم وعاء التفاعل على الاتزان الآتي؟

$$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$$

73. قارن بين الهيدروكربونات المشبعة وغير المشبعة.

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 المعقَّد 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 أوثلاثية على الأقل بين ذرات الكربون.

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

75. HFA

76. نحو ساعة واحدة تقريبًا.

77. إذا تناول المريض نصف الجرعة ، فسيكون أقل عرضة للإصابة بالآثار الجانبية للدواء.

تقويم إضافي

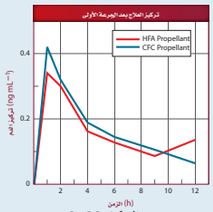
الكتابة في الكيمياء

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 الهيدرو فلوروألكان بدلاً منها. وقد وجد أن اثنين من مركبات الهيدرو فلوروألكان (HFAs) غير فعّالة في توصيل أدوية الربو إلى الرئتين، كما يلزم خفض جرعة الدواء إلى النصف عند استعمال الهيدرو فلوروألكان.

يبين **الشكل 26–8** تركيز العلاج بعد استعمال بخة واحدة من مركب بيكلوميثازون باستعمال بخاخات CFC وأخرى باستعمال بخاخات HFA.



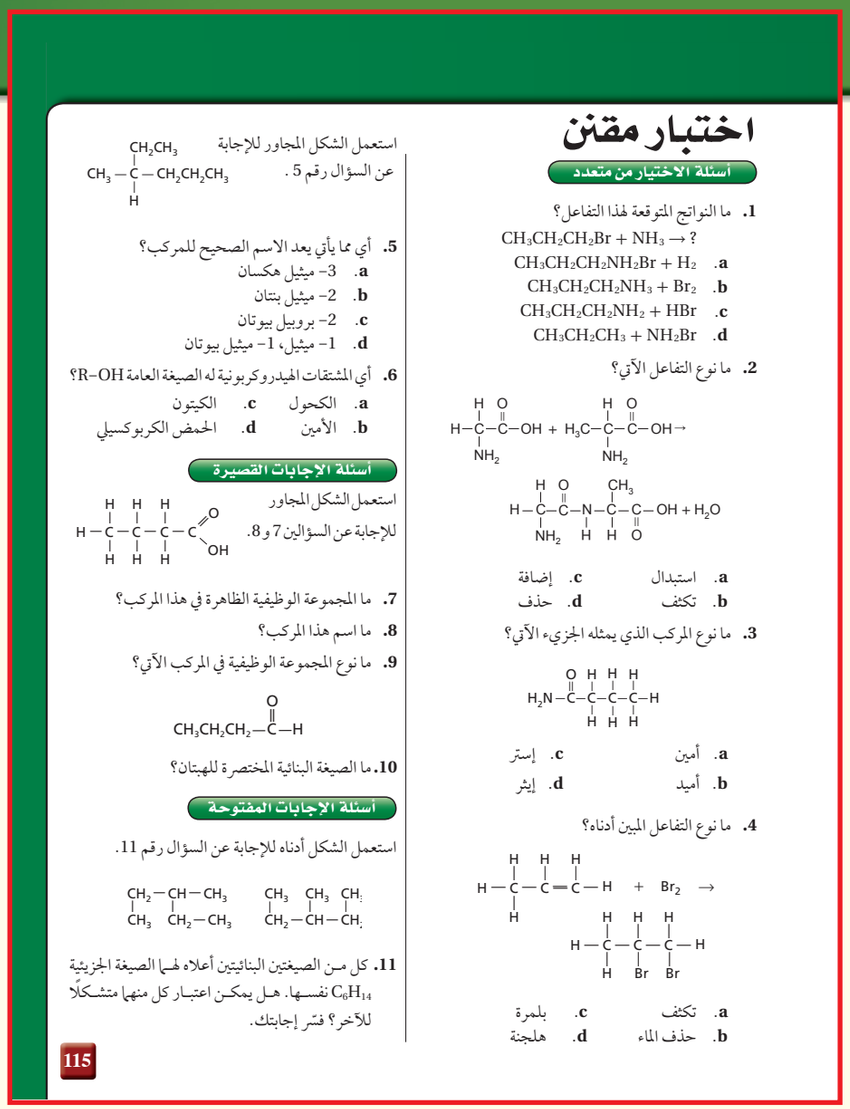
الشكل 26–8

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.

114



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، فالمتشكلات 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 بنتان. فهما المركب نفسه، ولكنها عرضت بطريقة مختلفة.

المخطط التنظيمي للفصل 9: المركبات العضوية الحيوية The Chemistry of Life

الفكرة العامة **تقوم المركبات العضوية الحيوية: (البروتينات والكربوهيدرات والليبيدات) بالنشاطات الضرورية للخلايا الحية.**

القسم	أهداف القسم
9-1 البروتينات **الفكرة الرئيسة** **تؤدي البروتينات وظائف أساسية تشمل تنظيم التفاعلات الكيميائية، والدعم البنائي، ونقل المواد، وتقلصات العضلات.**	1. يصف تراكيب الأحماض الأمينية والبروتينات. 2. يشرح وظائف البروتينات في الخلايا.
9-2 الكربوهيدرات **الفكرة الرئيسة** **تزود الكربوهيدرات المخلوقات الحية بالطاقة والمواد البنائية.**	1. يصف تراكيب السكريات الأحادية، والثنائية، وعديدة التسكر. 2. يشرح وظائف الكربوهيدرات في المخلوقات الحية.
9-3 الليبيدات **الفكرة الرئيسة** **تكوّن الليبيدات الأغشية الخلوية، وتختزن الطاقة، وتنظم العمليات الخلوية.**	1. يصف تراكيب الأحماض الدهنية، والجليسريدات الثلاثية، والليبيدات الفوسفورية والستيرويدات. 2. يشرح وظائف الليبيدات في المخلوقات الحية. 3. يحدد بعض تفاعلات الأحماض الدهنية. 4. يربط بين تركيب الأغشية الخلوية ووظيفتها.
9-4 الأحماض النووية **الفكرة الرئيسة** **تخزن الأحماض النووية المعلومات الوراثية وتنقلها.**	1. يحدّد المكوّنات البنائية للأحماض النووية. 2. يربط وظيفة DNA بتركيبه. 3. يصف تركيب RNA ووظيفته.

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

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 المختبرية
متابعة التقدم التقويم البنائي 119، 123 ماذا قرأت؟ ص 119، 120 تقويم القسم ص 123	كراسة الملاحظات التفاعلية ض م **مصادر الفصول** ورقة عمل مختبر الكيمياء ض م دليل مراجعة الفصل ض م **الشرائح** شريحة التركيز رقم 29 د م شريحة التعليم رقم 27 ض م شريحة التعليم رقم 28 ض م شريحة مهارات الرياضيات رقم 14 ض م شريحة مهارات الرياضيات رقم 15 ض م	**تجربة استهلالية 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. **عرض توضيحي ص118**: فول سوداني، أنبوب اختبار، ماسك ورق تباع الشمس الأحمر، خلات الرصاص، كلوريد الكوبلت موقد بنزن، ملقط. **عرض سريع ص119**: مجموعة النماذج الجزيئية (الكرة والعصا) **عرض سريع ص122**: محلول لاكتوز ، أنبوب اختبار ، كأس، ماء دافئ، محلول بندكت. **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.
متابعة التقدم التقويم البنائي ص 124، 125 ماذا قرأت؟ ص 125 تقويم القسم ص 126	كراسة الملاحظات التفاعلية ض م **مصادر الفصول** دليل مراجعة الفصل ض م **الشرائح** شريحة التركيز رقم 30 د م شريحة التعليم رقم 29 ض م	**عرض سريع ص 125**: كرات قطن ، ورق، قطع بطاطس، خشب، قطع تفاح، النشاء، خبز، بسكوت هش، معدن.
متابعة التقدم التقويم البنائي ص 128 ماذا قرأت؟ ص 127، 128 تقويم القسم ص131	كراسة الملاحظات التفاعلية ض م **مصادر الفصول** **الشرائح** شريحة التركيز رقم 31 د م	**عرض سريع ص 127**: مشروب الذرة، كحول، زيت نباتي، ماء. **تجربة ص 129**: كأس سعة 250 mL سخان كهربائي، سمن نباتي، مخبار مدرج سعة 25 mL، إيثانول، هيدروكسيدالصوديوم 6 M، ساق تحريك، ملقط، NaCl، طبق تبخير.
متابعة التقدم التقويم البنائي ص 132، 133 ماذا قرأت؟ ص 132، 133 تقويم القسم ص135 **تقويم ختامي** مراجعة الفصل ص 139	كراسة الملاحظات التفاعلية ض م **مصادر الفصول** **الشرائح** شريحة التركيز رقم 32 د م	**عرض سريع ص133**: بذور قمح نيئة، إيثانول، هاون، سائل تنظيف الصحون، حمض الستريك، ساق زجاجية.

الفصل 9

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 مصدرًا جيدًا للبروتينات. تقبل كل الإجابات المنطقية. من أنواع الأغذية التي تعد مصدراً للبروتينات: اللحوم، البيض، الأجبان، الفول السوداني، البازلاء. ثم اسألهم عمّا يعرفونه حول الكربوهيدرات: تقبّل جميع الإجابات المعقولة. من أنواع الأغذية التي تعد مصدرًا للكربوهيدرات: البطاطس و المعكرونة. 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. تتكون الأنسجة الضامّة 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.

نشاطات تمهيدية

تجربة استهلالية

كيف تختبر وجود السكريات البسيطة؟

تزود العديد من مصادر الغذاء المختلفة الجسم بالطاقة التي يستعملها باستمرار. وتُختزن هذه الطاقة في روابط جزيئات تسمى السكريات.

خطوات العمل

1. اقرأ نموذج السلامة في المختبر.
2. املأ كأسًا سعتها 400 mL بالماء إلى ثلثها، وضعها على سخان كهربائي، وسخنه حتى يغلي الماء.
3. استخدم مخبارًا مدرجًا لقياس 5 mL من محلول جلوكوز تركيزه 10%، واسكبه في أنبوب اختبار.
4. أضف 3.0 mL من محلول بندكت إلى أنبوب الاختبار، واخلط المحلولين مستخدمًا ساق التحريك. وأضف 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. كرّر الخطوات السابقة مستعملًا محلول النشا 10% ومعلق الجيلاتين 10%، وبضع قطرات من معلق العسل في الماء.

تحليل النتائج

1. صف تغيرات الألوان التي شاهدتها.
2. صنّف 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 منظمات الأفكار

المركبات العضوية الحيوية: اعمل 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". واكتب على كلٍّ 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.

الكيمياء عبر المواقع الالكترونية
لمراجعة محتوى هذا الفصل ونشاطاته ارجع إلى الموقع: www.obeikaneducation.com

117

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.

تجربة استهلالية

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 الملصقات 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 محلولا الجلوكوز والعسل لون محلول بندكت الأزرق إلى الأصفر. وهذا اختبار إيجابي للسكر الأحادي أو السكر البسيط.

9–1

1. التركيز

شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (29) الواردة في مصادر التعلم للفصول (9–6)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: د م

www.obeikaneducation.com

الفكرة الرئيسة

وظيفة البروتينات اسأل الطلاب أين توجد البروتينات في أجسامهم. اقبل الإجابات المعقولة جميعها. اطلب إلى طالب أن يقرأ التعليق على **الشكل 1–9**، 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 تعنى أوَّلي. 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، خلات الرصاص، ورق اختبار كلوريد الكوبلت، موقد بنزن، ملقط.

احتياطات السلامة

التخلص من النفايات يمكن التخلص من النواتج جميعها في سلة النفايات.

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 ووجِّه فوهته بعيدًا عنك وعن الأشخاص الآخرين. وبطريقة مماثلة استعمل ورقة خلاّت الرصاص لتختبر وجود كبريتيد الهيدروجين. واستعمل ورقة اختبار كلوريد الكوبلت كذلك للكشف عن وجود الماء.

9–1

الأهداف

- تصف تركيب الأحماض الأمينية والبروتينات.
- تشرح وظيفة البروتينات في الخلايا.

مراجعة المفردات

البوليمرات مركبات كبيرة تتكون من وحدات متكررة عديدة تسمى المونومرات.

المفردات الجديدة

البروتينات
الأحماض الأمينية
الرابطة الببتيدية
الببتيد
تغير الخواص الطبيعية
الإنزيم
المادة الخاضعة لفعل الإنزيم
الموقع النشط

البروتينات Proteins

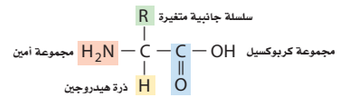
الفكرة الرئيسة **تؤدّي البروتينات وظائف أساسية تشمل تنظيم التفاعلات الكيميائية، والدعم البنائي، ونقل المواد، وتقلصات العضلات.**

الربط مع الحياة تحتوي بعض منتجات التنظيف –ومنها محلول تنظيف العدسات اللاصقة– على الإنزيمات. هل تساءلت يومًا ما الإنزيم؟

تركيب البروتين Protein Structure

تعد الإنزيمات نوعًا من البروتينات. **والبروتينات** بوليمرات عضوية تتكون من أحماض أمينية مرتبطة معًا بترتيب معين. والبروتينات ليست مجرد سلاسل كبيرة من الأحماض الأمينية المرتبة عشوائيًا. ويجب أن يكون البروتين مطويًا في تركيب معين ثلاثي الأبعاد حتى يعمل بشكل صحيح. وجميع المخلوقات الحية؛ ومنها الإبل والنباتات المبينة في **الشكل 1–9**، 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:

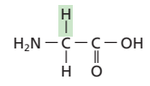
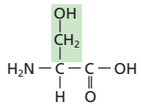
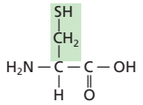
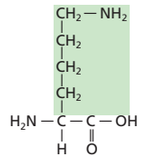
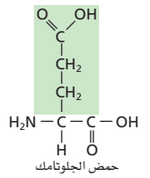
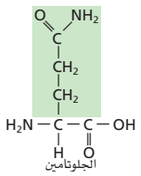
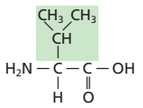
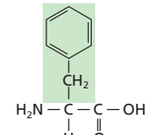


يوجد في كل حمض أميني ذرة كربون مركزية محاطة بأربع مجموعات: مجموعة الأمين ($-NH_2$)، ومجموعة الكربوكسيل ($-COOH$)، وذرة هيدروجين، وسلسلة جانبية متغيرة R. وتتفاوت السلسلة الجانبية من ذرة هيدروجين واحدة إلى تركيب معقد ذي حلقتين.

الشكل 1-9 تحتوي جميع المخلوقات الحية على البروتينات؛ فشعر الإبل وعضلاته جميعها تتكون من بروتينات بنائية، كما هو الحال لجذور النباتات وأوراقها.

118

الجدول 1-9 أمثلة على الأحماض الأمينية

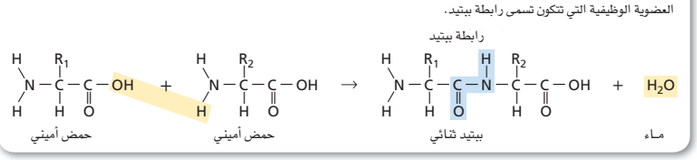
الجلايسين	السيرين	السيستين	اللايسين
			
حمض الجلوتامك	**الجلوتامين**	**الفالين**	**فينيل الألنين**
			

ادرس السلاسل الجانبية المختلفة للأحماض الأمينية المبينة في **الجدول 1–9**، وحدّد الألكانات غير القطبية، ومجموعات الهيدروكسيل القطبية، والمجموعات الحمضية والقاعدية مثل مجموعات الكربوكسيل والأمين، والحلقات الأروماتية، والمجموعات التي تحتوي على الكبريت. يزود 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 يتحدا لتكوين أميد، وينطلق ماء في هذه العملية. هذا التفاعل هو تفاعل تكثف. وكما يبين **الشكل 2–9**، 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 2-9 ترتبط مجموعة الأمين لأحد الحمضين الأمينيين بمجموعة الكربوكسيل لحمض أميني آخر لتكوين ببتيد ثنائي وماء. والمجموعة العضوية الوظيفية التي تتكون تسمى رابطة ببتيد.



119

عرض سريع

عمل نماذج لأحماض أمينية اعمل نماذج للحمضين الأمينين جلايسين والانين باستعمال مجموعة الكرة والعصا. وذكِّر الطلاب بمعنى الكربون اللامتماثل، ثم اطلب إليهم أن يحددوا عدد ذرات الكربون اللامتماثلة في كل تركيب. توجد واحدة في الألنين ولا توجد أي واحدة في الجلايسين.

اعمل نموذجًا لصورة المرآة لكل تركيب توجد فيه ذرة كربون لا متماثلة. اسأل الطلاب عن نوع المتشكلات التي تمثلها هذه التراكيب. إنها متشكلات فراغية من نوع صورة المرآة (المتشكلات البصرية). **ض م**

التعلم البصري

الجدول 1–9 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.

النتائج

يصبح البروتين أسود اللون عند التسخين، مما يدل على وجود الكربون. وستغير الأمونيا لون ورق تباع الشمس الأحمر إلى الأزرق. كما تتحول ورقة خلّات الرصاص إلى اللون الأسود وهذا اختبار إيجابي لوجود H_2S. 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.
2. ما العناصر الأخرى الموجودة كما يستدل عليها من أوراق الاختبار؟ الكبريت، الهيدروجين، الأكسجين والنيتروجين.

التقويم

الأداء أعَد العرض، ولكن استعمل أنواعًا أخرى من المكسرات بدلًا من الفول السوداني لترى إذا كانت تظهر النتائج نفسها عند حرقها.

الرياضيات في الكيمياء

الببتيدات يمكن إيجاد عدد الببتيدات التي تتكون من عدد ثابت من الأحماض الأمينية باستعمال الصيغة 20^n ، حيث تمثل n عدد الأحماض الأمينية في الببتيد. ويمكن أن يفهم الطلاب هذه الصيغة بشكل أفضل إذا شرحت على النحو الآتي: كل موقع في ببتيد عشوائي هناك احتمال 1 /20 لوجود أي حمض أميني معين. وبالنسبة لموقعين فإن احتمال وجود أي حمضين أمينيين هو 1 /20 × 1 /20 = 1 /400.

وهذا يدل على أنه يوجد واحد من 400 ثنائي ببتيد محتمل في تتابع معين للحمضين الأمينين. ونسبة 1 /400 هي مقلوب $(20)^2$ والذي يعني أيضًا أنه يوجد 400 ثنائي ببتيد محتمل.

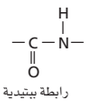
الإثراء

البروتين وزع الطلاب في مجموعات ثلاثية أو رباعية واطلب إلى كل مجموعة أن تجري بحثًا حول اسم ، ووظيفة، وتعاقب بروتين بشري معروف. تستطيع مجموعات الطلاب أن تعد عروضًا صفية لنتائج أبحاثهم، أو ينشؤوا صفحات إلكترونية على شبكة الإنترنت لاستعمال الصفوف الأخرى.

ماذا قرأت؟ الببتيد عبارة عن سلسلة مكونة من حمضين أمينيين أو أكثر مرتبطة معًا بروابط ببتيدية، وعندما تجمع الرابطة الببتيدية حمضين أمينين فقط يتكون ثنائي الببتيد.

ماذا قرأت؟ 20^4 أو $1.6x10^5$

■ **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 الألنين مع مجموعة أمينية حرة.



رابطة ببتيدية

الشكل 3-9 تجمع الرابطة الببتيدية حمضين أمينيين لتكوين ثنائي الببتيد.

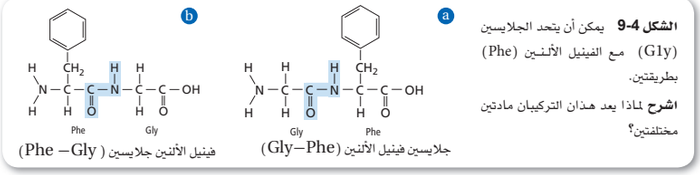
يطلق المختصون في الكيمياء الحيوية على رابطة الأميد المبينة في **الشكل 3–9**، والتي تجمع حمضين أمينيين اسم **الرابطة الببتيدية**. كما يطلق على السلسلة المكونة من حمضين أمينيين أو أكثر مرتبطة معًا بروابط ببتيدية **الببتيد**. أما الجزيء المكون من حمضين أمينيين مرتبطين معًا برابطة ببتيدية فيسمى ثنائي الببتيد. ويبين **الشكل 4a–9** تركيب ثنائي ببتيد مكونًا من الحمضين الأمينين الجلايسين (Gly) وفينيل الألنين (Phe). في حين يبين **الشكل 4b–9** ثنائي ببتيد آخر مختلفًا مكوّنًا أيضًا من الجلايسين وفينيل الألنين. فهل Gly– Phe هو المركب Phe–Gly نفسه؟ لا، إنهما مختلفان. تفحّص هذين المركبين ثنائي الببتيد لترى أن الترتيب الذي يرتبط فيه ثنائي الببتيد مهم، فما زال كل طرف من وحدة الحمضين الأمينين في ثنائي الببتيد 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 الببتيدية. وتقوم الخلايا الحية دائمًا ببناء الببتيدات بإضافة أحماض أمينية إلى الطرف الكربوكسيلي من الطرف النامي.

ماذا قرأت؟ اشرح الفرق بين الببتيد وثنائي الببتيد.

عديد الببتيد كلما زاد طول السلاسل الببتيدية أصبح من الضروري إعطاؤها أسماء أخرى. فالسلسلة المكونة من عشرة أحماض أمينية أو أكثر متصلة معًا بروابط ببتيدية تسمى عديد الببتيد. ويتضمن **الشكل 5–9** مثالاً على عديد الببتيد. وعندما يصل طول السلسلة نحو 50 حمضًا أمينيًا يطلق عليها اسم بروتين.

ولأن هناك 20 حمضًا أمينيًا فقط تستطيع تكوين البروتينات، لذا فقد يبدو منطقيًا وجود عدد محدود فقط من تراكيب البروتينات. ولكن البروتين يمكن أن يحتوي على 50 حمضًا أمينيًا 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 حمضًا أمينيًا محتملاً.البتيد الذي يحتوي على n من الأحماض الأمينية فهناك 20^n من التتابعات المحتملة للأحماض الأمينية. وهكذا فإن ثنائي الببتيد الذي يتكون من حمضين أمينيين فقط يمكن أن يكون له 20^2، أو 400 تتابع محتمل للأحماض الأمينية. وحتى أصغر البروتينات، والذي يحتوي على 50 حمضًا أمينيًا فقط لديه 20^{50} أو أكثر من 1×10^{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 ببتيد تتكون من أربعة أحماض أمينية.



جلايسين فينيل الألنين (Gly–Phe) فينيل الألنين جلايسين (Phe –Gly)

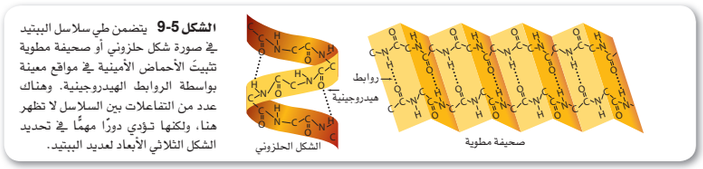
الشكل 4-9 يمكن أن يتحد الجلايسين (Gly) مع الفينيل الألنين (Phe) بطريقتين.

اشرح لماذا يعد هذان التركيبان مادتين مختلفتين؟

طرائق تدريس متنوعة

دون المستوى ارسم الببتيدين المبينين في **الشكل 4–9** بحروف كبيرة على ورقتين منفصلتين، واقطع أجزاء الورق على طرفي الرابطة الببتيدية في شكل متعرج مكونًا قطعتين شبيهتين بقطع تركيب الصور.

أخبر الطلاب أن الرابطة الببتيدية تجمع حمضين أمينين مختلفين معًا لتكوين ثنائي ببتيد كامل بالطريقة نفسها التي يلتقي فيها مساران يبدوان لا علاقة لهما ببعضهما البعض، فيرتبطان معًا لتكوين صورة متكاملة. **د م**



الشكل 5-9 يتضمن طي سلاسل البيبتيد في صورة شكل حلزوني أو صحيفة مطوية تثبيتَ الأحماض الأمينية في مواقع معينة بواسطة الروابط الهيدروجينية. وهناك عدد من التفاعلات بين السلاسل لا تظهر هنا، ولكنها تؤدي دورًا مهمًّا في تحديد الشكل الثلاثي الأبعاد لعديد الببتيد.

تركيب البروتين الثلاثي الأبعاد تبدأ السلاسل الطويلة المكونة من الأحماض الأمينية بالطيّ 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 تنثني بعض الأجزاء الأخرى إلى الأمام وإلى الخلف بصورة متكررة مكوّنة تركيبًا على هيئة صحيفة مطوية عدة طيات. وقد تنثني سلسلة العديد الببتيد إلى الخلف على نفسها وتغير اتجاهها. كما يمكن أن يحتوي بروتين معين على عدة لوالب، وصحائف، ولفّات، وقد لا يحتوي على أي منها. ويبين **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 انفكاك طيات البروتين ولوالبه، فيؤدي هذا إلى **تغيُّر الخواص الطبيعية** (Denaturation) الأصلية للبروتين، وهي العملية التي تشوه 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 أدوارًا كثيرة في الخلايا الحية؛ فهي تقوم بتسريع التفاعلات الكيميائية، ونقل المواد، وتنظيم العمليات الخلوية، والدعم البنائي للخلايا، والاتصالات داخل الخلايا وفيما بينها، وتسريع حركة الخلايا، وتعمل عمل المصدر للطاقة عند شحّ المصادر الأخرى.

تسريع التفاعلات يعمل العدد الأكبر من البروتينات في معظم المخلوقات الحية عمل الإنزيمات والعوامل المحفزة للتفاعلات الكثيرة التي تحدث في الخلايا الحية. يعد **الإنزيم** عاملًا محفزًا حيويًّا؛ حيث يعمل على تسريع التفاعل الكيميائي دون أن يُستهلك في هذا التفاعل. ويؤدي عادة إلى تخفيض طاقة تنشيط التفاعل عن طريق تثبيت الحالة الانتقالية.

واقع الكيمياء في الحياة
الإنزيمات

البابايين هو أحد أمثلة الإنزيمات التي قد تكون استعملتها ويوجد في البابايا، والأناناس، ومصادر نباتية أخرى. ويعمل هذا الإنزيم عاملًا مساعدًا في التفاعل الذي يفكك جزيئات البروتين، ويحوّلها إلى أحماض أمينية حرة. والبابايين هو العامل الفعّال في بقاء اللحوم طرية؛ فعندما تنثر البابايين المجفف على اللحم الرطب فإنه يكوّن محلولاً يكسر ألياف البروتين القاسية في اللحم فيجعله أكثر طراوة.

مشروع الكيمياء

لاينس بولينج اطلب إلى الطلاب أن يعملوا بحثًا حول عمل العالم الأمريكي لاينَس بولينج ويقدموا تقارير صفيّة 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. ض م

المفاهيم الشائعة غير الصحيحة

قد يكون الطلاب ملمّين بدور الكربوهيدرات والبروتينات والليبيدات فقط كمكونات للأغذية التي يأكلونها.

الكشف عن المفاهيم الشائعة غير الصحيحة

اطلب إلى الطلاب أن يذكروا بعض الوظائف المهمة للبروتينات، والكروبوهيدرات 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 يعدد 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 الكروبوهيدرات، أو الليبيدات. ض م

استخدام المصطلحات العلمية

الإنزيمات اطلب إلى الطلاب كتابة جمل توضح معاني المصطلحين: إنزيم، والموضع النشط. د م

بناء نموذج

الهيموجلوبين اطلب إلى الطلاب أن يستعملوا الأسلاك القابلة للتشكل لبناء نموذج للهيموجلوبين مستعملين التركيب المبين في 7–9 واطلب إليهم أن يبينوا بوضوح موقع مجموعات الهيم الذي يحتوي على الحديد والذي يرتبط به الأكسجين.

عرض سريع

الإنزيمات ضع 5 mL من محلول لاكتوز تركيزه 2% محضرًّ حديثًا في كل من أنبوبتي اختبار مكتوب على أحدهما "لاكتيز" وعلى الآخر "ضابط". أضف حبة أنزيم لاكتيز مطحونة إلى الأنبوب "لاكتيز". حرك محتويات كل أنبوبة اختبار بلطف واتركهما في كاس ماء دافئ لمدة 4–2 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 منتجًا جلوكوز وجلاكتوز، مما أعطى اختبارًا إيجابيًّا لوجود سكريات بسيطة. أما أنبوب الضبط فقد أعطى نتيجة سالبة لعدم وجود الأنزيم. ض م

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.

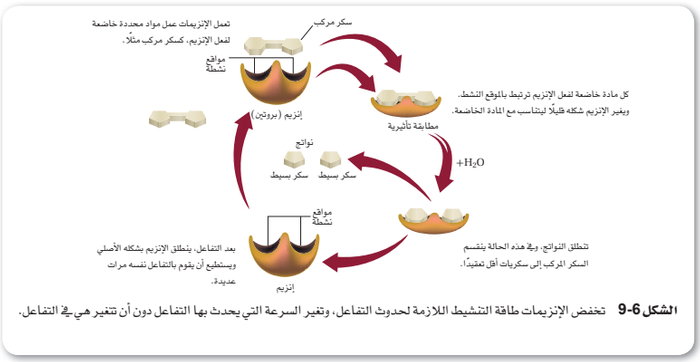
مختبر الكيمياء يمكن استعمال مختبر الكيمياء الموجود في نهاية هذا الفصل عند هذا الجزء من الدرس.

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.



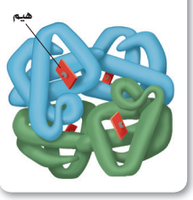
الشكل 6-9 تخفض الإنزيمات طاقة التنشيط اللازمة لحدوث التفاعل، وتغير السرعة التي يحدث بها التفاعل دون أن تتغير هي في التفاعل.

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 فيه بمواضع معينة على جزيئات الإنزيم، وهي عادة عبارة عن جيوب أو شقوق. وتسمى النقطة التي ترتبط بها المواد الخاضعة لفعل الإنزيم **الموقع النشط** للإنزيم. وبعدما ترتبط المادة الخاضعة بالموقع النشط يغير هذا الموضع شكله قليلاً ليحيط بالمادة الخاضعة بصورة أكثر إحكامًا، 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 الجزيء 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 ارتباطهما مركبَ الإنزيم والمادةَ الخاضعة. فالحجم الكبير لجزيئات الإنزيم يمكّنها 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 تتكسر الروابط وتتحول المادة الخاضعة لفعل الإنزيم إلى نواتج.

ماذا قرأت؟ **صف** بكلماتك الخاصة كيف يعمل الإنزيم؟

بروتينات النقل تنقل بعض البروتينات جسيمات أصغر منها في أرجاء الجسم. ويبين **الشكل 7–9** بروتين الهيموجلوبين، الذي ينقل الأكسجين في الدم من الرئتين إلى سائر الجسم. وهناك بروتينات أخرى تتحد بجزيئات حيوية تسمى ليبيدات؛ لتنقلها من جزء من الجسم إلى جزء آخر خلال مجرى الدم.



الشكل 7-9 الهيموجلوبين بروتين كروي، فيه أربع سلاسل متعددة الببتيد، يحتوي كل منها على مجموعة حديد تسمى هيم، يرتبط معها الأكسجين.

الشكل 8-9 يتكون شعر الإنسان من بروتين ليفي يسمى الكيراتين.

الدعم البنائي تقتصر بعض البروتينات على وظيفة وحيدة هي تكوين تراكيب حيوية للمخلوقات الحية، وتعرف هذه الجزيئات باسم البروتينات البنائية. والبروتين البنائي الأكثر توافرًا 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 حمضًا أمينيًّا 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 ممكنًا، لذا فقد تم صناعة بعض الهرمونات البروتينية لاستعمالها أدوية. ومن ذلك الأنسولين، وهرمونات الغدة الدرقية، وهرمونات النمو. وتستعمل البروتينات الطبيعية والصناعية في العديد من المنتجات، من محاليل التنظيف إلى وسائل المساعدة الصحية والتجميلية.

المطويات
ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

التقويم 1-9

الخلاصة

- البروتينات بوليمرات حيوية تتكون من أحماض أمينية ترتبط بروابط ببتيدية.
- تنطوي سلاسل البروتينات مكوّنة تراكيب معقدة ثلاثية الأبعاد.
- للبروتينات وظائف عديدة في جسم الإنسان تشتمل على وظائف داخل الخلايا وأخرى بينها، ووظائف دعم بنائي.

1. **الفكرة الرئيسة** صف ثلاثة بروتينات، وحدّد وظائفها.
2. **قارن** بين بناء الأحماض الأمينية، وثنائي الببتيد، وعديد الببتيد، والبروتين، أيها له أكبر كتلة جزيئية، وأيها له أصغر كتلة جزيئية؟
3. **ارسم** تركيب ثنائي الببتيد Gly-Ser، وضع دائرة حول الرابطة الببتيدية.
4. **قوّم** ما خواص البروتينات التي تجعلها عوامل مساعدة مفيدة؟ وفيم تختلف عن عوامل مساعدة أخرى سبق أن درستها؟
5. **اشرح** ثلاث وظائف للبروتينات في الخلايا، وأعط مثالاً على كل وظيفة.
6. **صنّف** حمضًا أمينيًّا من **الجدول 1-9** يمكن تصنيفه في كل فئة من الأزواج الآتية:

a. غير قطبي مقابل قطبي b. أروماتي مقابل أليفاتي c. حمضي مقابل قاعدي

123

التوسع

اطلب إلى الطلاب معرفة أي المنتجات المنزلية تحتوي على إنزيمات. ودعهم يتشاركون بنتائجهم مع الصف. ض م

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 مقطعة من الفواكه أو الخضروات، أجزاء غير مقطعة من الفواكه أو الخضروات، خشب، وحجارة، وورق. اطلب إلى الطلاب أن يشرحوا النتائج. ستتكون فقاعات على جميع المواقع التي وضع عليها فوق اكسيد الهيدروجين إذا كانت مادة حية مقطعة؛ وسيتكون القليل من الفقاعات أو قد لا تتكون فقاعات على المواد الحية غير المقطعة وعلى المواد غير الحية. والسبب يعود إلى إطلاق الخلايا التي تضررت في مواقع القطع أنزيمًا يساعد على تحلل فوق اكسيد الهيدروجين. والفقاعات هي غاز الأكسجين الناتج في هذا التفاعل. $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$

التخلص من النفايات: اغسل فوق اكسيد الهيدروجين عن المواد بماء الحنفية. ض م

التقويم 1-9

1. البابايين: إنزيم يُكسِّر البروتين إلى أحماض أمينية
   الهيموجلوبين: ينقل الأكسجين في الجسم.
   الكولاجين: بروتين بنائي يوجد في الجلد، والأربطة، والأوتار، والعظم.
2. الأحماض الأمينية هي جزيئات من المركبات العضوية يرتبط بعضها ببعض. يتكون ثنائي ببتيد إذا ارتبط حمضان أمينيان، ويتكون متعدد ببتيد إذا ارتبط أكثر من عشرة أحماض أمينية، أما إذا ارتبط أكثر من خمسين حمضًا أمينيًّا فيتكون بروتين. من الأصغر إلى الأكبر: حمض أميني، ثنائي الببتيد، عديد الببتيد، بروتين.
3. يجب أن يبين التركيب أن COOH من الجلايسين و NH_2 من سيرين يسهمان في عمل رابطة ببتيدية. ارجع إلى دليل حلول المسائل لترى التركيب.
4. 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.
5. تعمل البروتينات كأنزيمات، لنقل مركبات أصغر، وفي تكوين تراكيب، وكهرمونات.
6. a. لا قطبي: Phe، Val، Gly؛
   قطبي Ser، Cys، Gln، Lys، Glu.
   b. أروماتي: Phe؛ اليفاتي: الآخرون جميعًا.
   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 (9–6)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: د م

www.obeikaneducation.com

الفكرة الرئيسة

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. ض م

2. التدريس

الخلفية النظرية للمحتوى

الكيتين هو واحد من المركبات العضوية الأكثر توافرًا 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. ض م

دفتر الكيمياء

أنظمة الغذاء منخفضة الكربوهيدرات اطلب إلى الطلاب أن يجدوا معلومات عن أنظمة غذاء منخفضة الكربوهيدرات في الصحف والمجلات والتلفزيون. اطلب إليهم أيضًا أن يقوموا ببحث حول سلامة ذلك النوع من النظام الغذائي وأن يكتبوا تقريرًا عنه. ض م

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

9–2

الأهداف

- تصف تراكيب السكريات الأحادية، والثنائية، وعديدة التسكر.
- تشرح وظائف الكربوهيدرات في المخلوقات الحية.

مراجعة المفردات

المتشكلات الفراغية نوع من المتشكلات ترتبط ذراتها بالترتيب نفسه، ولكنها تتجه في اتجاهات مختلفة في الفراغ.

المفردات الجديدة

الكربوهيدرات

السكريات الأحادية

السكريات الثنائية

السكريات العديدة التسكر

Carbohydrates الكربوهيدرات

الفكرة الرئيسة **تزود الكربوهيدرات المخلوقات الحية بالطاقة والمواد البنائية.**

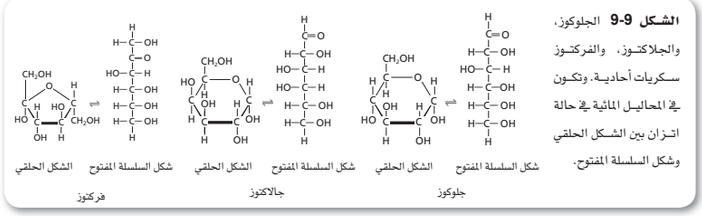
الربط مع الحياة هناك تركيز كبير من وسائل الإعلام على الكربوهيدرات. فقد أصبح النظام الغذائي القليل الكربوهيدرات طريقة مفضلة للتحكم في الوزن، إلا أن الكربوهيدرات مصدر مهم لطاقة الجسم.

Kinds of Carbohydrates أنواع الكربوهيدرات

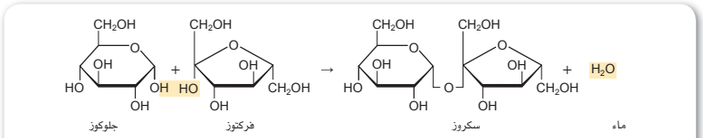
يعطي تحليل كلمة كربوهيدرات لمحة عن تركيب هذه المجموعة من الجزيئات. لقد أدت الملاحظات القديمة –التي بينت أن الصيغة الكيميائية العامة لهذه المركبات هي $C_n(H_2O)_n$، والتي تبدو وكأنها هيدرات الكربون– إلى تسميتها كربوهيدرات. ومع أن العلماء الآن يعرفون أنه لا توجد جزيئات ماء كاملة مرتبطة مع الكربوهيدرات 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 كثيرًا ما تسمى سكريات بسيطة هي **السكريات الأحادية**. تحتوي أكثر السكريات الأحادية شيوعًا خمس 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 ألدهايدات وإما كيتونات، وذلك بحسب موقع مجموعة الكربونيل. كما أن تعدد المجموعات القطبية يجعل السكريات الأحادية قابلة للذوبان في الماء، ويعطيها درجات انصهار عالية.



الشكل 9-9 الجلوكوز، والجلاكتوز، والفركتوز سكريات أحادية. وتكون في المحاليل المائية في حالة اتزان بين الشكل الحلقي وشكل السلسلة المفتوح.



الشكل 9-10 عندما يتحد الجلوكوز والفركتوز يتكون السكر الثنائي السكروز. لاحظ أن الماء أيضًا ناتج تفاعل هذا التكثف. وتذكّر أن كل تركيب حلقي يتكون من ذرات كربون غير ظاهرة في الشكل حتى لا يبدو معقدًا.

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 سكرَ الدم.

والجلاكتوز 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 والجلاكتوز متشكلين 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 متشكل بنائي للجلوكوز.

عندما تكون السكريات الأحادية في محلول مائي فإنها توجد في الصورة الحلقية وتركيب السلسلة المفتوحة، ولكنها تغير شكلها باستمرار وبسرعة. والتراكيب 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 الحلقي تتحول مجموعات الكربونيل إلى مجموعات هيدروكسيل.

السكريات الثنائية تستطيع السكريات الأحادية أن ترتبط معًا عن طريق تفاعل التكثف الذي يطلق الماء، كما هو الحال في الأحماض الأمينية. وعندما يرتبط سكّران أحاديان معًا يتكون **سكر ثنائي**، كما في **الشكل 10–9**، ويطلق على الرابطة الجديدة المتكوّنة الرابطة الإيثرية 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 والجلاكتوز.

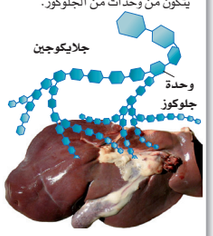
السكريات العديدة التسكر يستعمل اسم الكربوهيدرات المعقدة أو **السكريات عديدة التسكر** للبوليمرات التي تتكون من السكريات البسيطة وتحتوي على 12 وحدة بناء أساسية أو أكثر. وترتبط الوحدات الأساسية في العديدة التسكر بروابط من نوع الروابط نفسها التي تجمع سكرين أحاديين لتكوين سكر ثنائي. أما الجلايكوجين، المبين في **الشكل 11–9**، فهو من السكريات العديدة التسكر، ويتألف من وحدات جلوكوز تختزن الطاقة، ويوجد غالبًا في الكبد وعضلات الإنسان وحيوانات أخرى. كما يوجد في بعض أنواع المخلوقات المجهرية، ومنها البكتيريا والفطريات.

ماذا قرأت؟ **قارن** بين السكريات الأحادية والثنائية والعديدة التسكر.

المفردات

أصل الكلمة

العديدة التسكر (Polysaccharide) اشتق هذا الاسم من الكلمة اليونانية Polys، والتي تعني "متعدد"، والكلمة السنسكريتية القديمة Sakkara، والتي تعني "سكر".



الشكل 11-9 يعد الجلايكوجين الموجود في عضلات وكبد الحيوانات من السكريات العديدة التسكر؛ حيث يتكون من وحدات من الجلوكوز.

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 بنفسجيًّا نتيجة لتكوُّن مركب معقد من النشا واليود. ويصبح لون المواد المحتوية على السليولوز (قطن، ورق، وخشب) بنيًّا نتيجة لتكون مركب مماثل. ض م

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 الأرُز معظم سعرات الكربوهيدرات المركبة. وفي المكسيك وأمريكا الجنوبية تعد الذرة مصدر الكربوهيدارت المركبة الأكثر استهلاكًا. ويعتمد السكان في المملكة العربية السعودية على الأرز والتمور كمصدر رئيس للكربوهيدرات.

التقويم

مهارة دع الطلاب يحددوا عدد مولات الجلوكوز الناتجة عن تميُّه 1.03×10^3 g من السكروز.

3.03 mL من الجلوكوز.

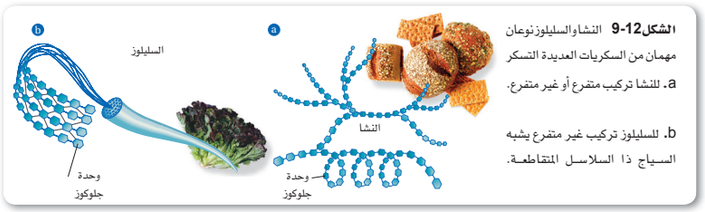
3. التقويم

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 يخرجوا بإجاباتهم. ض م

إعادة التدريس

دع الطلاب يعملوا في مجموعات لعمل نموذجي كرة وعصا لسكرين أحاديين حلقيين. اطلب إليهم أن يجمعوا السكرين الأحاديين لعمل سكر ثنائي. واسألهم ما المركب الذي أطلق عند ربط التركيبين. ماء. والآن دع المجموعات تكسر السكريات الثنائية لتكوين سكريات أحادية. واسألهم ما الجزيء اللازم إضافته إلى السكر الثنائي لتكملة السكريات الأحادية. سيحتاجون إلى الماء لتميه السكر الثنائي وإنتاج سكّرين أحاديين. ض م



الشكل 12-9 النشا والسليلوز نوعان مهمان من السكريات العديدة التسكر
a. للنشا تركيب متفرع أو غير متفرع.
b. للسليلوز تركيب غير متفرع يشبه السياج ذا السلاسل المتقاطعة.

المطويات
ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

يبين **الشكل 12–9** نوعين آخرين مهمين من السكريات العديدة التسكر، هما: النشا والسليلوز. وعلى الرغم من أن كلاً منهما يتكوّن من وحدات أساسية من الجلوكوز، إلا أنهما يختلفان في خواصّهما ووظائفهما. تصنع النباتات النشا والسليلوز. والنشا جزيء طري لا يذوب في الماء ويستعمل لتخزين الطاقة، في حين أن السليلوز بوليمر لا يذوب في الماء، ويكوّن الجدران القاسية للخلية النباتية، كتلك 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 السليلوز. كما لا تستطيع إنزيمات الهضم أن تستوعب السليلوز في مواقعها النشطة. والسليلوز الذي في الفواكه والخضراوات والحبوب التي نأكلها، يسمى أليافًا غذائية؛ لأنه يمر في الجهاز الهضمي دون أن يتغير كثيرًا.

التقويم 2-9

الخلاصة

- الكربوهيدرات مركبات تحتوي على مجموعات هيدروكسيل (OH–) متعددة، ومجموعة الكربونيل الوظيفية (C=O).
- يتراوح حجم الكربوهيدرات بين وحدات بناء أساسية مفردة إلى بوليمرات تتكون من مئات أو آلاف الوحدات الأساسية.
- توجد السكريات الأحادية في المحاليل المائية في تراكيب حلقية ومفتوحة السلسلة.

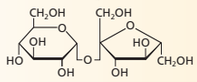
7. الفكرة الرئيسة **اشرح** وظائف الكربوهيدرات في المخلوقات الحية.

8. **صف** تراكيب السكريات الأحادية والثنائية العديدة التسكر. أيها له أكبر كتلة جزيئية، وأيها له أصغر كتلة؟

9. **قارن** بين تراكيب النشا والسليلوز. كيف تؤثر الاختلافات في التركيب في مقدرتنا على هضم هذين النوعين من السكريات؟

10. **احسب** إذا كان لأحد الكربوهيدرات 2^n متشكل محتمل، حيث n تساوي عدد ذرات الكربون في التركيب، فاحسب عدد المتشكلات المحتملة للسكريات الأحادية الآتية: والجلاكتوز، والجلوكوز، والفركتوز.

11. **تفسير الرسوم العلمية** انسخ رسم السكروز على ورقة منفصلة، وضع دائرة حول مجموعة الإيثر الوظيفية التي تربط الوحدات الأساسية السكرية معًا.



التوسع

اطلب إلى أحد الطلاب أن يشرح أهمية السليولوز في التغذية.

يعرف السليلوز 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 سكّران أحاديان مرتبطان معًا برابطة أيثر. والسكريات عديدة التسكر هي عدة سكريات أحادية مرتبطة معًا بروابط إيثر. والترتيب من الأصغر إلى الأكبر هو سكر أحادي، وسكر ثنائي، وسكريات عديد التسكر.

9. يحتوي كلٌّ من النشاء والسليلوز 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.

9–3

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: د م

www.obeikaneducation.com

الفكرة الرئيسة

الليبيدات اطلب إلى الطلاب أن يعطوا أمثلة على الليبيدات. الدهون، والزيوت، والشمع، وفيتامين د، والستيرويدات. اسألهم إذا كانوا يعرفون وظائف الليبيدات في المخلوقات الحية. تخزين الطاقة وتكوين الأغشية الخلوية. ض 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 مخبار مدرج والمواد الأربع (ثلاث منها يضاف إليها ألوان طعام مختلفة). وجه الطالب ليقوم بصب المادة في المخبار 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. ض م

■ **إجابة سؤال الشكل 13–9** الجزيء منحني عند الرابطة الثنائية.

ماذا قرأت؟ لأن لديه رابطة ثنائية.

دفتر الكيمياء

الليبيدات الغذائية اطلب إلى الطلاب أن يسجلوا في دفاترهم عدد جرامات الدهون التي يستهلكونها يوميًّا ولمدة أسبوع. ويجب عليهم البحث لمعرفة كمية الدهون التي ينصح الأشخاص الذين في سنهم وحجمهم بتناولها ليقرروا 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. ض م

9–3

الأهداف

- تصف تراكيب الأحماض الدهنية، الجليسريدات الثلاثية والليبيدات الفوسفورية والستيرويدات.
- تشرح وظائف الليبيدات في المخلوقات الحية.
- تحدد بعض تفاعلات الأحماض الدهنية.
- تربط بين تركيب الأغشية الخلوية ووظيفتها.

مراجعة المفردات

غير قطبي من دون منطقتين منفصلتين موجبة وسالبة أو من دون قطبين.

المفردات الجديدة

الليبيدات
الأحماض الدهنية
الجليسريدات الثلاثية
التصبُّن
الليبيدات الفوسفورية
الشموع
الستيرويدات

الليبيدات Lipids

الفكرة الرئيسة **تكوّن الليبيدات الأغشية الخلوية، وتختزن الطاقة وتنظم العمليات الخلوية.**

الربط 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 رئيستين في المخلوقات الحية؛ تختزن الطاقة بشكل فعّال، 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 رئيسة مشتركة. ووحدات البناء هذه هي **الأحماض الدهنية**، وهي أحماض كربوكسيلية ذات سلاسل طويلة. وتحوي 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 معًا في الوقت نفسه في تفاعلات إنزيمية. كما يمكن وضع الأحماض الدهنية في مجموعتين رئيستين؛ اعتمادًا على وجود أو عدم وجود روابط ثنائية بين ذرات الكربون. وتُعرَف الأحماض الدهنية التي لا تحتوي على روابط ثنائية بالمشبعة، في حين تسمى غيرَ المشبعة إذا احتوت على رابطة ثنائية أو أكثر. ويبين **الشكل 13–9** تركيبي حمضين دهنيين شائعين.

ماذا قرأت؟ اشرح لماذا يوصف حمض الأوليك بأنه غير مشبع؟

الشكل 13-9 حمض الأوليك غير المشبع ذو 18 ذرة كربون وحمض السيتريك المشبع يوجدان في العديد من الأطعمة، ومنها الزبد.

فسّر كيف يتأثر تركيب الجزيء بوجود الرابطة الثنائية؟

زبدة

حمض الأوليك

$HO\overset{O}{C}CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH{=}CHCH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$

حمض السيتريك

$HO\overset{O}{C}CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$

127

تطبيقات في الكيمياء

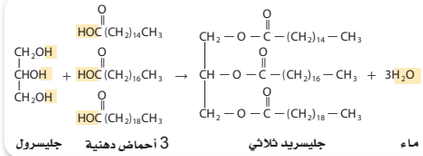
الصابون والمنظفات بينما يميل الناس للربط بين رغوة الصابون والمنظفات وقدرتها على التنظيف، إلا أن المنظفات ذات الرغوة العالية ليست بالضرورة أكثر فعالية في إزالة الأوساخ.

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 الطبيعة 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.



الشكل 9-14 تتكون روابط الإستر في الجليسريد الثلاثي عندما تتحد مجموعات الهيدروكسيل الموجودة في الجليسرول بمجموعات الكربوكسيل الموجودة في الأحماض الدهنية.

المفردات

الاستخدام العلمي والاستخدام الشائع

يُشَبِّع (Saturate)

الاستخدام العلمي: يضيف شيئًا إلى حد أنه يمكن معه استيعاب المزيد أو ذوبانه أو الاحتفاظ به، مثل تشبّع الماء المالح بالملح.

الاستخدام الشائع: يزود السوق بمنتج أو منتجات إلى الحد الأقصى لطاقته الاستهلاكية.

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. فمثلًا، يمكن أن تتم هدرجة حمض الأوليك، في **الشكل 13-9**، ليكوّن حمض الستيريك.

توجد الروابط الثنائية في الأحماض الدهنية الطبيعية جميعها تقريبًا في صورة المتشكل الهندسي سيس. ونظرًا إلى اتجاه سيس فإن هذا لا يساعد على وجود تركيب الأحماض الدهنية غير المشبعة متراصّة. ونتيجة لذلك لا تتكون قوى تجاذب كثيرة بين الجزيئات كما في جزيئات الأحماض الدهنية المشبعة، ولذلك تكون درجات انصهار الأحماض الدهنية غير المشبعة أقل.

الجليسريدات الثلاثية على الرغم من أن الأحماض الدهنية موجودة بكثرة في المخلوقات الحية، إلا أنها نادرًا ما تكون وحدها. فهي تكون غالبًا مرتبطة بالجليسرول، وهو جزيء من ثلاث ذرات كربون، ترتبط كل منها مع مجموعة هيدروكسيل. وعندما ترتبط ثلاثة أحماض دهنية بالجليسرول بروابط إستر يتكون **الجليسريد الثلاثي**. ويبين **الشكل 14-9** تكوين الجليسريد الثلاثي. ويمكن أن تكون الجليسريدات الثلاثية صلبة أو سوائل في درجة حرارة الغرفة، كما في **الشكل 15-9**. وعندما تكون سوائل تسمى عادة زيوتًا. فإذا كانت صلبة في درجة حرارة الغرفة تسمى دهونًا.

ماذا قرأت؟ حدد اثنين من الزيوت النباتية واثنين من الدهون الحيوانية.

الشكل 15-9 معظم مخاليط ثلاثي الجليسريدات النباتية المصدر سوائل؛ لأن ثلاثي الجليسريدات 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.

مشروع الكيمياء

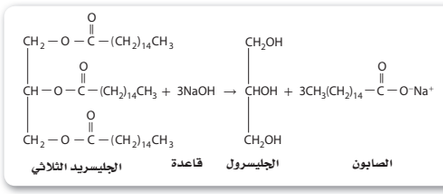
الدهون والزيوت الغذائية اطلب إلى الطلاب القيام بعمل بحث حول الدهون والزيوت الغذائية. واطلب إليهم معرفة الدهون والزيوت الأكثر فائدة للصحة. وعليهم أن يجدوا أيضًا كمية الدهون والزيوت التي ينصح بها لغذاء متوازن. اطلب إلى الطلاب أن يحضروا ملصقًا يعرض معلوماتهم.

ف م

طرائق تدريس متنوعة

دون المستوى استخدم تشبيهًا بسيطًا لمساعدة الطلاب على استيعاب المفهوم القائل بأن عددًا صغيرًا من وحدات البناء يمكن استعماله لعمل عدد كبير جدًّا من التراكيب المختلفة، اعرض على الطلاب صورتين لمبنيين مختلفين اختلافًا كبيرًا، وكلاهما مبني من الطوب. اطلب إلى الطلاب أن يشيروا إلى وحدات بناء المبنيين. ثم اسأل الطلاب لماذا يختلف البناءان هذا الاختلاف الكبير مع أن وحدات البناء هي نفسها؟

د م



الشكل 9-16 يتكون الصابون من تفاعل الجليسريد الثلاثي وقاعدة قوية.

وعندما تتوافر الطاقة بكثرة تخزّن الخلايا الدهنية الطاقة الفائضة في الأحماض الدهنية على هيئة جليسريد ثلاثي. وعندما تقلّ الطاقة تقوم الخلايا بتحليل الجليسريد الثلاثي مطلقةً الطاقة التي استعملت في تكوينها. ومع أن الإنزيمات تحلل الجليسريد الثلاثي داخل الخلايا الحية إلا أنه يمكن إجراء تفاعل مشابه لذلك خارج الخلايا باستعمال قاعدة قوية مثل هيدروكسيد الصوديوم. ويُسمّى هذا التفاعل – تمييه الجليسريد الثلاثي مع وجود محلول مائي لقاعدة قوية لتكوين أملاح الكربوكسيلات والجليسرول– **التصبُّن**. ويستعمل تفاعل التصبُّن كما في **الشكل 16–9**، 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 التصبّن

كيف يصنع **الصابون**؟ يُسمى التفاعل بين الجليسريد الثلاثي وقاعدة قوية التصبُّن، كما في **الشكل 16–9**.

خطوات العمل

1. اقرأ نموذج السلامة في المختبر.
2. ضع كأسًا سعتها **250mL** على سخان كهربائي. وأضف 25g من **السمن النباتي الصلب** إليها. ثم أشعل السخان الكهربائي على درجة حرارة متوسطة.
3. استخدم مخبارًا مدرجًا سعته **25ml** لإضافة 12mL **إيثانول** ببطء في أثناء انصهار السمن النباتي، ثم أضف 5mL من NaOH تركيزه **6.0M** إلى الكأس.

تحذير: الإيثانول قابل للاشتعال، و NaOH يسبب حروقًا للجلد؛ لذا البس القفازين.

4. سخّن الخليط مدة 15 دقيقة تقريبًا، وحركه **بساق التحريك** من حين إلى آخر، دون أن يغلي.
5. ضع الكأس جانبًا، باستعمال **الملقط**، وعندما يجمد الخليط دعه يبرد مدة 5 دقائق، ثم ضعه في **كأس سعتها 600 mL** مملوءة بالماء البارد.
6. أضف 25mL 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 انزعهما واغسل يديك.

التحليل

1. فسّر ما نوع الروابط التي تتحلل في الجليسريد الثلاثي في أثناء تفاعل التصبّن؟
2. حدّد نوع الملح الذي تكوّن في هذا التفاعل الكيميائي.
3. حدّد ما الطرف القطبي لجزيء الصابون؟ وما الطرف غير القطبي؟

تجربة

الهدف سيقوم الطلاب بإنتاج قطعة صابون صغيرة بواسطة تفاعل التصبّن.

المهارات العلمية التصنيف، المقارنة.

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

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.

التقويم

الأداء اطلب إلى الطلاب القيام ببحث وكتابة فقرة قصيرة تشرح أوجه التشابه و الاختلاف بين الصابون والمنظفات.

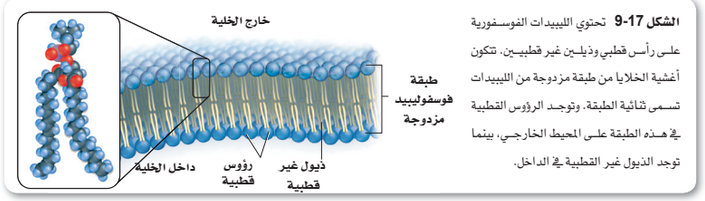
د م | ض م

بناء نموذج

الأحماض الدهنية كثيرًا ما يختلط الأمر على الطلاب عندما يقرؤون أن الأحماض الدهنية لا قطبية وذلك لأن التركيب المكثف يكتب على شكل $CH_3(CH_2)_nCOOH$. 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 CH_2 اللاقطبية تحتل معظم حجم المركب. ض م

التعزيز

الشمع اطلب إلى الطلاب أن يحضروا أوراق نباتات مختلفة إلى الصف. وتأكد أنهم يحضرون أوراقًا كثيرة الشمع بالإضافة إلى أوراق أقل شمعًا. دع الطلاب يلاحظوا سطح الأنواع المختلفة من الأوراق وأن ينتبهوا إلى الاختلافات في كمية الليبيدات على سطح الأوراق. زودهم بعدسات تكبير إذا كانت متوافرة. د م ض م



الشكل 17-9 تحتوي الليبيدات الفوسفورية على رأس قطبي وذيلين غير قطبيين. تتكون أغشية الخلايا من طبقة مزدوجة من الليبيدات تسمى ثنائية الطبقة. وتوجد الرؤوس القطبية في هذه الطبقة على المحيط الخارجي، بينما توجد الذيول غير القطبية في الداخل.

الليبيدات الفوسفورية هناك نوع مهم آخر من الجليسريد الثلاثي يُسمى الليبيد الفوسفوري، يوجد بكثرة في الأغشية البلازمية. و**الليبيدات الفوسفورية** جليسريدات ثلاثية استبدل فيها أحد الأحماض الدهنية بمجموعة فوسفات قطبية، تكوّن الجزء القطبي من الجزيء رأسًا، 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 ذيولها غير القطبية متجهة نحو الداخل ورؤوسها القطبية متجهة إلى الخارج. ويسمى هذا الترتيب الليبيد الثنائي الطبقة. ولما كان تركيب هذا الليبيد يعمل بوصفه حاجزًا، فإن الخلية تستطيع أن تنظم المواد التي تدخل خلال هذا الغشاء وتخرج منه.

الربط مع علم الأحياء يحتوي سُمّ الأفاعي السامة على نوع من الإنزيمات يعرف بالليبيز الفوسفوري. وتعمل هذه الإنزيمات عاملًا محفزًا لتحليل الليبيد الفوسفوري – وهو جليسريد ثلاثي استبدل فيه أحد الأحماض الدهنية بمجموعة فوسفات. ويحتوي سمّ أحد أنواع الأفاعي على الليبيز الفوسفوري الناتج عن تفكك (تميّه) 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 فورًا.

الشمع عبارة عن نوع آخر من الليبيدات تحتوي أيضًا على أحماض دهنية. و**الشمع** 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 أعدادًا مختلفة من مجموعات CH_2.

$$CH_3(CH_2)_x-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-(CH_2)_yCH_3$$

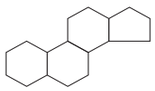
تنتج النباتات والحيوانات الشمع، وكثيرًا ما تُغطّى أوراق النبات بالشمع الذي يمنع فقدان الماء. ويبين **الشكل 18–9** كيف أن قطرات المطر تكون كرات كالخرز على أوراق النبات، مما يشير إلى وجود طبقة شمعية. كما أن أقراص العسل التي يبنيها النحل مصنوعة أيضًا من الشمع الذي يعرف عادة باسم شمع النحل. واتحاد حمض البالمتيك 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 أحيانًا من شمع العسل؛ لأنه يميل إلى الاحتراق ببطء وهدوء.

الشكل 18-9 تنتج النباتات شمعًا يُغطي أوراقها ويحميها من الجفاف.

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 تقريرًا شفويًّا إلى الصف. وشجعهم على عمل وسائل إيضاح بصرية لتقريرهم. ف م

الستيرويدات لاتحتوي جميع الليبيدات على سلاسل أحماض دهنية؛ **فالستيرويدات** ليبيدات تحتوي تراكيبها على حلقات متعددة. وجميع الستيرويدات مبنية من تركيب الستيرويد الأساسي المكوّن من الحلقات الأربع المبينة أدناه.



وبعض الهرمونات – ومنها العديد من الهرمونات الجنسية– هي ستيرويدات تنظم عمليات الأيض. ويُعد الكولسترول – وهو ستيرويد آخر – مكونًا بنائيًا مهمًا للأغشية الخلوية، كما أن فيتامين (د) أيضًا يحتوي على تركيب الستيرويد ذي الحلقات الأربع، ويؤدي دورًا في تكوين العظام. أما العلجوم البحري العملاق ***Bufo marinus***، كما في **الشكل 19–9**، 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 مهيّجة للإنسان. أما للحيوانات الصغيرة فإنه يؤدي إلى إسالة لعابها، وفقدان التوازن، والتشنجات، والموت.

الشكل 19-9 يستعمل العلجوم البحري العملاق سُمًّا ستيرويديًا يُدعى بوفوتوكسين بوصفه آلية دفاع. ويُعدّ هذا السمّ قاتلاً لبعض الحيوانات كالكلاب والقطط.

المطويات

ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

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 الجليسريد الثلاثي.
- الستيرويدات ليبيدات تحتوي على تراكيب متعددة الحلقات.

12. الفكرة الرئيسة صف وظيفة الليبيدات.

13. **صف** تراكيب الأحماض الدهنية، والجليسريدات الثلاثية، والليبيدات الفوسفورية، والستيرويدات، والشمع.

14. **اعمل** قائمة بوظيفة مهمة لكلٍّ من الليبيدات الآتية:

a. الجليسريدات 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.

$CH_3(CH_2)_4CH=CHCH_2CH=CH(CH_2)_7COOH$

18. **تفسير الرسوم العلمية** ارسم البناء العام لليبيد الفوسفوري، وعيّن عليه الأجزاء القطبية وغير القطبية.

131

3. التقويم

التحقق من الفهم

اطلب إلى الطلاب أن يقوموا ببناء نموذج كرة وعصا لثلاثة أحماض دهنية وجلسرول. واطلب إليهم بناء نموذج جليسريد 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 معًا لكي تقرر أي أنواع الأحماض الدهنية تتراصّ معًا بشكل أفضل. سيجد الطلاب أن وجود روابط ثنائية من نوع سيس cis في الأحماض الدهنية غير المشبعة تمنع تراصّ المركبات معًا بنفس الجودة مثل الأحماض الدهنية المشبعة.

ض م تعلم تعاوني

التقويم 3–9

12. تخزن الطاقة بفعالية، وتكوّن معظم تركيب الخلايا الحية.

13. الأحماض الدهنية: حمض كربوكسيليك طويل السلسلة صيغته $CH_3(CH_2)_nCOOH$؛ الجلسريد الثلاثي: ثلاثة أحماض دهنية مرتبطة مع جلسرول بروابط استر؛ ليبيد فوسفوري: حمضان دهنيان ومجموعة فُوسفات 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. الجلسريد الثلاثي: المكون الرئيس لتخزين الليبيدات؛

b. الليبيدات الفوسفورية: تكون الأغشية الخلوية؛

c. الشمع: تكون أغلفة واقية؛

d. الستيرويدات: هرمونات، فيتامينات وفي أغشية حيوية.

15. التصبُّن والهدرجة

16. لديه طبقتان من الليبيدات الفوسفورية، مرتبة بحيث تكون ذيولها اللاقطبية إلى الداخل ورؤوسها القطبية متجهة إلى الخارج. تعمل كحاجز يسمح لمواد بالدخول والخروج من الخلية.

17. $CH_3(CH_2)_4CH=CHCH_2CH=CH(CH_2)_7COOH+2H_2 \longrightarrow CH_3(CH_2)_{16}COOH$

18. ارجع إلى دليل حلول المسائل. مجموعة الفوسفات قطبية؛ مجموعات الأحماض الدهنية لا قطبية.

9–4

1. التركيز

شريحة التركيز

قبل بدء الدرس، اعرض على الطلاب شريحة التركيز رقم (32) الواردة في مصادر التعلم للفصول (9–6)، ويمكنك عرضها ملونة من خلال الرجوع إلى الموقع الإلكتروني: د م

www.obeikaneducation.com

الفكرة الرئيسة

الأحماض النووية اسأل 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 أيّة 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. د م ض م

2. التدريس

استخدام المصطلحات العلمية

الأحماض النووية اطلب إلى الطلاب كتابة عبارات توضح معاني المصطلحين: "حمض نووي" و "نيوكليوتيد". د م

التقويم

الأداء دع الطلاب يقرؤوا كتاب جيمس واطسون، "اللولب 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. د م

مشروع الكيمياء

DNA ثلاثي الأبعاد اطلب إلى الطلاب أن يعملوا نموذجًا ثلاثي الأبعاد أو رسمًا 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 أيضًا يعدّوا تقريرًا قصيرًا حول هذا المشروع الدولي. ف م

9–4

الأهداف

- تحدّد المكوّنات البنائية للأحماض النووية.
- **تربط** وظيفة DNA بتركيبه.
- **تصف** تركيب RNA ووظيفته.

مراجعة المفردات

المعلومات الوراثية: سلسلة يتم توريثها موجودة في RNA أو DNA وتنتقل السمات والخصائص من جيل إلى الجيل الذي يليه.

المفردات الجديدة

الحمض النووي
النيوكليوتيد

الأحماض النووية Nucleic Acids

الفكرة الرئيسة **تخزن الأحماض النووية المعلومات الوراثية وتنقلها.**

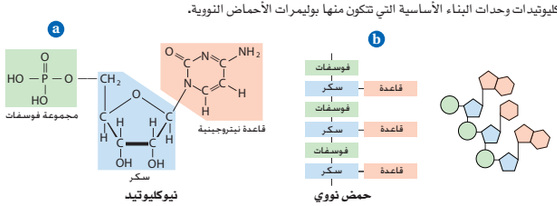
الربط مع الحياة أصبح فحص DNA شيئًا عاديًا في الطب والعلم الجنائي، وعلم الأنساب، وتَعرّف ضحايا الكوارث. ولقد مكّنتنا التقنية الحديثة من الحصول على عينة DNA مفيدة من مصادر مدهشة كشعرةٍ أو لعابٍ جافٍ على طابع بريدي.

تركيب الأحماض النووية Structure of Nucleic Acids

تشكل الأحماض النووية نوعًا رابعًا من الجزيئات الحيوية. وهي جزيئات تخزين المعلومات في الخلية. وقد أخذت هذه الجزيئات اسمها من الموقع الخلوي الذي توجد فيه هذه الجزيئات بشكل رئيس، وهو النواة. وتقوم الأحماض النووية بوظائفها الرئيسة من مركز التحكم هذا. **والحمض النووي** مبلمر حيوي يحتوي على النيتروجين، 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 نيتروجين يسمى قاعدة نيتروجينية. تفحص أجزاء **الشكل 9–20a**، فعلى الرغم من أن مجموعة الفوسفات هي نفسها في جميع النيوكليوتيدات، إلا أن السكر والقاعدة النيتروجينية يختلفان.

يحتوي الحمض النووي على سكر أحادي من أحد النيوكليوتيدات مرتبط بفوسفات نيوكليوتيد آخر، كما في **الشكل 9–20b**. وهكذا تشكل النيوكليوتيدات سلسلة، أو شريطًا، يحتوي على سكر ومجموعات فوسفات متناوبة. وكل سكر يرتبط أيضًا بقاعدة نيتروجينية تبرز من السلسلة. وتتكدس القواعد النيتروجينية على وحدات النيوكليوتيدات المتجاورة واحدة فوق الأخرى في وضع منحرف قليلاً، فتشبه درجات السلّم، كما في **الشكل 9–20b**. وتبقى القوى بين الجزيئية كل قاعدة نيتروجينية قريبة من القواعد النيتروجينية التي فوقها والتي تحتها.

الشكل 9-20 النيوكليوتيدات وحدات البناء الأساسية التي تتكون منها بوليمرات الأحماض النووية.



الأحماض النووية سلاسل طولية من سكريات ومجموعات فوسفات متعاقبة. ويرتبط بكل سكر قاعدة نيتروجينية، ولأن النيوكليوتيدات ملتوية فإن السلاسل تشبه درجات السلم.

يحتوي كل نيوكليوتيد على قاعدة تحتوي على نيتروجين وسكر خماسي ومجموعة فوسفات.

DNA: اللولب المزدوج DNA: The Double Helix

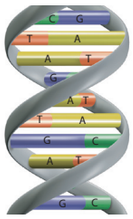
ربما سمعت عن حمض ديوكسي رايبونوكليك DNA، وهو أحد نوعين من الأحماض النووية التي توجد في الخلايا الحية؛ إذ يحتوي DNA على الخطط الرئيسة لبناء جميع بروتينات جسم المخلوق الحي.

تركيب DNA يتكون DNA من سلسلتين طويلتين من النيوكليوتيدات ملتفتين معًا لتشكّلا بناءً حلزونيًّا كما في **الشكل 21–9**. ويحتوي كل نيكوكليوتيد في DNA على مجموعة فوسفات، وسكر ديوكسي رايبوز ذي الخمس ذرات من الكربون، وقاعدة نيتروجينية. وتشكل جزيئات 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: الأدنين (A)، الثايمين (T)، السايتوسين (C)، والجوانين (G). إذ يحتوي كل من الأدنين والجوانين على حلقة مزدوجة، كما في **الشكل 22–9**. أما الثايمين والسايتوسين فلهما تركيبان أحاديا 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 تتقابل بها أسنان السحّاب المنزلق. وتتقارب أزواج القواعد المتجاورة إلى حدّ تتكوّن بينها روابط هيدروجينية. ولما كانت كل قاعدة نيتروجينية لديها ترتيب فريد من المجموعات الوظيفية العضوية التي تستطيع أن تكوّن روابط هيدروجينية، فإن القواعد النيتروجينية تشكل دائمًا أزواجًا بطريقة معينة، حيث يتكون دائمًا العدد الأفضل من الروابط الهيدروجينية.

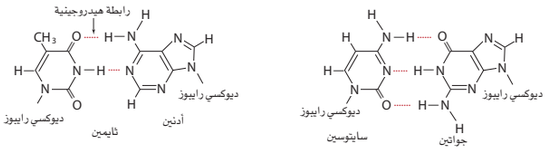
ماذا قرأت؟ صف مم يتكون أسنان سَحّاب DNA المنزلق؟

ويرتبط الجوانين دائمًا بالسايتوسين، ويرتبط الأدنين دائمًا بالثايمين، كما في **الشكل 22–9**. وتسمى أزواج G–C وA–T أزواجًا قاعدية متطابقة. ولذلك تساوي كمية الأدنين في جزيء DNA دائمًا كمية الثايمين، وكمية السايتوسين دائمًا تساوي كمية الجوانين. وفي عام 1953م استخدم جيمس واطسون وفرانسيس كريك هذه الملاحظة ليقوما بأحد أعظم الاكتشافات العلمية في القرن العشرين عندما حدّدا تركيب DNA الثنائي اللولب. لقد حقّقا هذا الإنجاز دون أن يقوما بالعديد من التجارب المختبرية، بل قاما بدلاً من ذلك بتجميع أعمال عدد كبير من العلماء الذين قاموا بدراسة DNA وتحليلها.



الشكل 21-9 تركيب DNA هو لولب مزدوج يشبه سحابًا منزلقًا ملتويًا. ويتكوّن العمودان الفقريان من السكر والفوسفات، ويشكّلان الجانبين الخارجيين للسحاب المنزلق.

الشكل 22-9 يحدث تزاوج القواعد في DNA بين قاعدة ذات حلقتين وقاعدة ذات حلقة واحدة؛ حيث يتزاوج الأدنين والثايمين دائمًا ويشكلان زوجًا بينهما رابطتان هيدروجينيتان، ويتزاوج الجوانين والسايتوسين دائمًا فيكونان زوجًا يرتبطان بثلاث روابط هيدروجينية.



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. ض م

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 خطيّة إلا أن القواعد النيتروجينية تبرز من الجوانب كأنها فروع؛ لذا اطلب إلى الطلاب أن يتدربوا على رسم تركيب DNA أو RNA، على أن تبين تراكيبهم بوضوح الأجزاء الثلاثة لوحدات البناء الأساسية مرتبطة في مواقعها الصحيحة. ض 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 استخلاص 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 100%– 90 (إيثانول أو آيزوبروبانول) إلى المادة المرشحة. ولف خيوط DNA على ساق زجاجية، ودع الطلاب يتفحصوا شكلها. ض م

التقويم

مهارة اطلب إلى الطلاب أن يعملوا منظمًا تخطيطيًّا يمثل العلاقات بين وظائف DNA و RNA، والبروتينات، على أن تبين إجابات الطلاب أن DNA يختزن المعلومات الوراثية، ويستخدم RNA تلك المعلومات في صنع البروتينات، وتتحكم البروتينات بالعمليات داخل الخلايا. ض 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 أنزيماً 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 المكملة في جزيء DNA هل هي الثايمين مع الأدنين والسايتوسين مع الجوانين. إذ تنتج هذه التراكيب من البيورين والبيريميدين قطرًا لولبيًّا 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

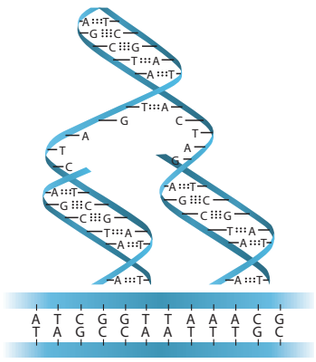
1. تسلسل القواعد في الشريط الجديد مكمّل للتسلسل في الشريط الأصلي الذي يرتبط به.
2. سيكون لجميع جزيئات DNA الجديدة شريط أحمر وشريط أزرق. وهذا يبين أن التضاعف نصف تحفظي. فكل جزيء له شريط أصلي وشريط جديد.
3. سيمرر الخطأ إلى RNA حيث سيستخدم لتوجيه إنتاج بروتين فيه خلل لاحتوائه على حمض أميني غير صحيح. وإذا حصل هذا الخطأ في خلية تناسلية وكان البروتين حيويًّا للحياة فإن الفرد الجديد لن يعيش. نعم ستكون التأثيرات دائمة؛ لأن الخطأ سيتضاعف.

وظيفة DNA استخدم واطسون وكريك نموذجهما لتوقع كيف يمكن أن يؤدي تركيب DNA الكيميائي وظيفته. يختزن 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 لهذه الحروف التعليمات الشاملة للمخلوق الحي، كما يحمل تسلسل الحروف في كلمات جملةٍ ما معنًى خاصًّا. 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. ويُقدَّر أن DNA الخلية البشرية يحتوي على نحو ثلاثة بلايين زوج متطابق من القواعد، مرتبة في تسلسل خاص بالبشر.

مختبر حل المشكلات

كوّن نموذجًا

كيف يتضاعف DNA؟ يتضاعف DNA قبل انقسام الخلية؛ حيث تحصل كل من الخليتين الجديدتين على مجموعة كاملة من التعليمات الوراثية. وعندما يبدأ DNA في التضاعف، يبدأ شريطا النيوكليوتيد بالانفكاك، ويقوم إنزيم بفك الروابط الهيدروجينية بين القواعد النيتروجينية فينفصل الشريطان. كما تقوم إنزيمات أخرى بإيصال نيوكليوتيدات حرة من الوسط المحيط إلى القواعد النيتروجينية المكشوفة، فيرتبط الأدنين بروابط هيدروجينية مع الثايمين، ويرتبط السايتوسين بالجوانين. وهكذا يقوم كل شريط ببناء شريط مكمّل 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 فقريًّا 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. وبيّن خطوات التضاعف لإنتاج قطعتين من DNA.

التفكير الناقد

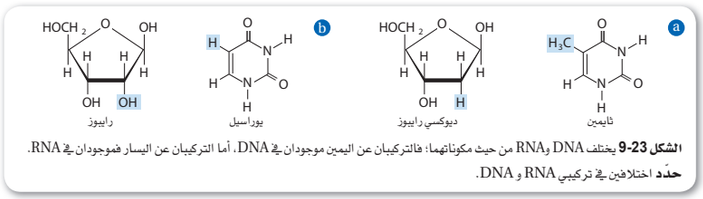
1. **قارن** بين التسلسل في الشريط الذي صُنع حديثًا والتسلسل في الشريط الأصلي الذي يرتبط به.
2. **اشرح** إذا لُونت قطعة DNA الأصلية باللون الأحمر ولوِّنت النيوكليوتيدات الحرة باللون الأزرق، فما نمط الألوان الذي سيكون في قطعة DNA التي تكوّنت حديثًا؟ وهل ستكون جميع القطع الجديدة لها الألوان نفسها؟
3. **اشرح** 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. ض 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.



الشكل 23-9 يختلف DNA وRNA من حيث مكوناتهما؛ فالتركيبان عن اليمين موجودان في DNA. أما التركيبان عن اليسار فموجودان في RNA.
حدّد اختلافين في تركيبي RNA و DNA.

RNA

حمض الرايبونيوكلييك حمض نووي، يختلف تركيبه العام عن تركيب DNA في ثلاث طرائق مهمة، كما في **الشكل 23-9**. أولاً أن DNA يحتوي على القواعد النيتروجينية الأدنين، والسايتوسين، والجوانين، والثايمين. في حين يحتوي RNA على الأدنين، والسايتوسين، والجوانين، واليوراسيل. ولا يوجد الثايمين أبدًا في RNA. ثانيًا، يحتوي RNA على سكر الرايبوز، في حين يحتوي DNA على سكر الديوكسي رايبوز الذي يوجد فيه ذرة هيدروجين بدل مجموعة هيدروكسيل في أحد المواقع.

أمّا الفرق الثالث بين DNA وRNA فهو في الشكل؛ إذ يكون DNA عادة على شكل لولب ثنائي؛ حيث تقوم الروابط الهيدروجينية بربط السلسلتين معًا عن طريق قواعدها. في حين يتكون RNA من شريط واحد دون وجود روابط هيدروجينية بين القواعد.

ويخزن DNA المعلومات الوراثية، في حين يمكّن 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.

المطويات
ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

التقويم 9-4

الخلاصة

- الأحماض النووية مبلمرات من النيوكليوتيدات التي تتكون من قاعدة نيتروجينية، ومجموعة فوسفات، وسكر.
- DNA و RNA هي جزيئات تخزين معلومات للخلية.
- يتكون DNA من شريطين، في حين يتكون RNA من شريط واحد.

19. الفكرة الرئيسة اشرح الوظيفة الأساسية لكل من RNA و DNA.

20. حدّد المكونات البنائية الخاصة لكل من RNA وDNA.

21. اربط وظيفة DNA بتركيبه.

22. حلّل تركيب الأحماض النووية، ثم حدّد التركيب الذي يجعلها أحماضًا.

23. توقع ماذا يحدث إذا احتوى DNA الذي يحمل شفرة صنع بروتين على تسلسل قواعد خاطئ؟

المطويات اطلب إلى الطلاب تضمين معلومات من هذا القسم في مطويتهم.

3. التقويم

التحقق من الفهم

اعرض صورًا لنماذج DNA و RNA ، واطلب إلى الطلاب أن يحددوا ماهية كل منهما، ويشرحوا كيف توصلوا إلى إجاباتهم. وعليهم أن يبحثوا عن اليوراسيل والرايبوز في RNA الذي يتكون عادة من شريط واحد، ويبحثوا أيضًا عن الثايمين والديوكسي رايبوز 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 سليمًا من أحافير عمرها ملايين السنين؟ وذكّرهم بأنه يتعين عليهم أن يركزوا على طبيعة القوى بين الجسيمات. فأشرطة البوليمر DNA تتماسك معًا بروابط إستر تساهمية قوية، مما يجعله ثابتًا جدًّا. في حين يرتبط الشريطان اللذان يكوّنان اللولب معًا بواسطة الروابط الهيدروجينية الأكثر ضعفًا من بين القواعد المكمّلة. ض م

التوسع

اطلب إلى مجموعات صغيرة من الطلاب أن يبحثوا عن كيفية اكتشاف تركيب DNA. ودعهم يعدوا تقريرًا شفويًّا قصيرًا لعرضه على الصف، على أن يشتمل التقرير على معلومات عن روزالين فرانكلين، وموريس ويلكينز، وفرانسيس كريك، وجيمس واطسون. د م ض م ف م تعلم تعاوني

التقويم 9–4

19. الوظيفة الأساسية لـ RNA هي بناء البروتينات. والوظيفة الأساسية لـ DNA هي تخزين المعلومات الوراثية.

20. يحتوي RNA على الرايبوز، ومجموعات الفوسفات، وقواعد A، وC، و G، وU. ويحتوي DNA على ديوكسي رايبوز، ومجموعات فوسفات، وقواعد A، و C، و G، وT.

21. تتكون DNA من شريطين ينفكان ثم يكونان أزواج قواعد نيتروجينة مكمّلة. وتتضمن هذه العملية نسخ تسلسل DNA تمامًا كما هو، لتمرِرُ المعلومات الوراثية إلى الخلايا الجديدة.

22. يتكون RNA من شريط واحد بتسلسل للأحماض الأمينية يقرره ترتيب القواعد النيتروجينية في RNA. وتجعل مجموعة الفوسفات الأحماض النووية حمضية.

23. البروتين الذي يُصنع من DNA بتسلسل خطأ حسب القواعد قد يحتوي التسلسل الخطأ للاحماض الأمينية.

في الميدان

الهدف

يتقصى الطلاب اكتشاف نسيج ليِّن في عظم ديناصور تيرانوسورس ركس المتحجر منذ 68 مليون سنة.

الخلفيّة النظريّة للمحتوى

تتكون الأحافير عندما تمر مياه مشبعة بالمعادن إلى داخل تراكيب عظمية كالعظام والأسنان. تحل المعادن مكان المركبات العضوية مخلّفة صخورًا على شكل المخلوق الحي. وتتعفن الأجزاء اللينة التي منها الأنسجة والأوعية الدموية عادة بسرعة فلا تتحجر.

استراتيجيات التدريس

- عندما اكتشفت الدكتورة شقايتزر 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 الدكتورة شقايتزر إنه كان يجب عليها أن تقوم باختبارات أخرى قبل أن تنشر عملها. فقد قال "أنا أؤيد عملاً أطول بموثوقية مؤكدة". ردّت الدكتورة شقايتزر 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

"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، العالمة التي استخدمت تقنيات البيولوجيا الجزيئية لتكشف نسيجًا ليّنًا يجب ألا يكون موجودًا 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 كِسَرًا 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 عظمًا نخاعيًّا. وكان هذا النسيج العظمي معروفًا سابقًا في الطيور فقط، كما في الشكل 1. إذ ينتج الدجاج البيّاض العظم النخاعي، ويستعمل لاحقًا الكالسيوم المخزَّن في العظم لتكوين قشر البيض. وبعد إنتاج البيض يختفي هذا العظم. ويبين 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 ألين يسمى العظم النخاعي (MB).

شكل 2 وجد العلماء أيضًا أوعية دموية وخلايا منفردة في النسيج اللين للديناصور.

الاختبار الحمضي The Acid Test لدراسة العظم النخاعي عن كثب أذابت شفايتزر كِسَرًا من العظم في حمض مخفف للتخلص من فوسفات الكالسيوم، وهذه تقنية تستعمل عادة في فحص النسيج الحديث. ولما كان العظم المتحجر قد تحوّل عادة إلى مادة معدنية، لذا كان يُفترض أن يذوب كليًّا 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 طريًّا مدة 68 مليون سنة في الأرض؟

المزيد من العمل More Work قامت شفايتزر بعد ذلك بفحص عظام أخرى بالاختبار الحمضي نفسه ووجدت نسيجًا ليّنًا 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.

الكتابة في الكيمياء

كتابة للإقناع من غير المحتمل أن يوجد DNA الديناصور في هذه الأنسجة الليّنة. وعلى الرغم من ذلك فإن هذا الاكتشاف يثير السؤال الآتي: هل يمكن استنساخ الحيوانات المقرضة من DNA الذي يتم الحصول عليه؟ اكتب مقالة إقناعية تعبر فيها عن رأيك حول هذا السؤال.

136

الكتابة في الكيمياء

كتابة للإقناع 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 حديثًا. فهل سنعيد استنساخ حيوانات مثل الذئب التسماني أو الماموث الصوفي؟ يمكن مناقشة أفكار مثل أسباب الانقراض ومسؤولياتنا تجاه الأنواع الأخرى التي تعيش حولنا.

مختبر الكيمياء

فعل الإنزيم ودرجة الحرارة

الزمن المقدّر: 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 كهربائيًّا 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 معدّة للطرح بعد الاستعمال لمنع الانسداد.

التحليل والإستنتاج

1. ارجع إلى كتاب مصادر الفصول للإطلاع على الرسم البياني.
2. تعمل الأنزيمات أكثر مع ازدياد درجة الحرارة إلى أن تفقد الأنزيمات طبيعتها الأصلية فتتوقف عن العمل.
3. حمّام الماء الساخن لأن الأنزيمات فقدت طبيعتها الأصلية.
4. ستتباين الإجابات.
5. البطاطس: $2H_2O_{2(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} + O_{2(g)}$
   الكبد: $2H_2O_{2(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} + O_{2(g)}$
   التفاعلات هي نفسها لأن الأنزيمات لا تشترك في التفاعل، هي فقط تسرّعه.
6. إجابات محتملة: نتجت رغوة وفاضت من أنبوب الاختبار فكان ارتفاع الرغوة تقديريًّا. طريقة ممكنة لتصحيح هذا هو استعمال أنابيب اختبار أكبر.

الاستقصاء

قم بتفحص التصميمات التي يعدها الطلاب.

مختبر الكيمياء

فعل الإنزيم ودرجة الحرارة

الخلفية النظرية الإنزيمات عوامل محفزة طبيعية تستعملها المخلوقات الحية لتسريع التفاعلات، ولهذه البروتينات تراكيب متخصصة تمكّنها من التفاعل مع مواد محددة.

سؤال كيف تؤثر درجة الحرارة في عمل الإنزيمات؟

المواد والأدوات اللازمة

لب البطاطس الحمراء	مخبار مدرج 25 mL
فوق أكسيد الهيدروجين ($3\% H_2O_2$)	مقياس درجة حرارة
ماء	مسطرة
كأس سعتها 250 mL عدد 4	قطع ثلج
أنبوب اختبار عدد 4	ساعة
حامل أنابيب اختبار	سخان كهربائي
ماسك أنابيب اختبار	كبدة طازجة ونيئة

إجراءات السلامة

خطوات العمل

1. اقرأ نموذج السلامة في المختبر.
2. اكتب فرضية تحدد درجة الحرارة التي تكون الإنزيمات عندها أكثر نشاطًا.
3. انسخ جدول البيانات على ورقة منفصلة.
4. ضع أنابيب الاختبار الأربعة في حامل الأنابيب.
5. ضع 2.0 mL من معجون لب البطاطس في كل أنبوب اختبار.
6. مستعملًا السخان الكهربائي والثلج 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.
7. ضع أنبوب اختبار واحدًا في كل من الكؤوس الأربع مستخدمًا ماسك أنابيب الاختبار.
8. قس درجة حرارة كل كأس وسجّلها.
9. قس بعد 5 min من وضع الأنابيب في الكؤوس 5.0 mL من $3\% H_2O_2$، وضعها في كل أنبوب اختبار.
10. دع التفاعل يستمر مدة 5 min.
11. قس ارتفاع الرغوة الناتجة في كل أنبوب.
12. اغسل الأنابيب بعد التخلص من محتوياتها.
13. أعد الخطوات من 4 إلى 12 مستعملًا 2 mL من معجون الكبد بدلاً من معجون لب البطاطس.

جدول البيانات

حوض ماء	درجة الحرارة (°C)	ارتفاع الرغوة (cm)
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)		

14. **التنظيف والتخلص من النفايات** تخلص مما تبقى من المحاليل بحسب توجيهات معلمك، ثم اغسل أدوات المختبر، وأعدها إلى أماكنها المخصصة.

التحليل والاستنتاج

1. **الرسوم البيانية واستعمالها** مثّل البيانات بالأعمدة واضعًا درجة الحرارة على محور السينات وارتفاع الرغوة على محور الصادات، واستعمل لونًا مختلفًا لكل من بيانات البطاطس، والكبد، وأعمدتها.
2. **لخص** كيف تؤثر درجة الحرارة في عمل الإنزيمات؟ واستنتج لماذا كان التفاعل الأنشط في درجة الحرارة التي وجدتها؟
3. **السبب والنتيجة** أيّ الأنابيب كانت فيها الرغوة لكل من البطاطس والكبد هي الأقل؟ اقترح تفسيرًا لما حدث.
4. **قارن** هل أيّدت البيانات المختبرية فرضيتك في الخطوة 2؟ وضح إجابتك.
5. **نموذج** اكتب معادلة موزونة لتَحَلُّل فوق أكسيد الهيدروجين لكل تفاعل. كيف يتشابه التفاعلان؟ ولماذا؟
6. **تحليل الخطأ** حدّد مصادر الخطأ المحتملة لهذه التجربة، واقترح طرائق لتصحيحها.

الاستقصاء

صمّم تجربة هل يؤثر التغير في pH في النتائج؟ صمّم تجربة لتكتشف الإجابة.

الفصل 9

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 و الكربو هيدرات، والليبيدات، ووصف عمل كل منها. ض م
- اطلب إلى الطلاب المقارنة بين العمليات الحيوية.

الكيمياء عبر المواقع الإلكترونية

لمراجعة محتوى هذا الفصل وأنشطته، ارجع إلى الموقع الإلكتروني: 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.

الفكرة العامة تقوم المركبات العضوية الحيوية: البروتينات، والكربوهيدرات، والليبيدات بالأنشطة الضرورية للخلايا الحية.

9-1 البروتينات

الفكرة الرئيسة تؤدي البروتينات وظائف ضرورية تشمل تنظيم التفاعلات الكيميائية، والدعم البنائي، ونقل المواد، وتقلصات العضلات.

المفردات

- البروتينات
- الأحماض الأمينية
- الرابطة الببتيدية
- الببتيدات
- تغير الخواص الطبيعية
- الإنزيمات
- المادة الخاضعة لفعل الإنزيم
- الموقع النشط

المفاهيم الرئيسة

- البروتينات بوليمرات حيوية تتكون من أحماض أمينية ترتبط بروابط ببتيدية.
- تنطوي سلاسل البروتينات مكوّنة تراكيب معقدة ثلاثية الأبعاد.
- للبروتينات وظائف عديدة في جسم الإنسان ، منها: وظائف داخل الخلايا، وأخرى بينها، ووظائف دعم بنائي.

9-2 الكربوهيدرات

الفكرة الرئيسة تزود الكربوهيدرات المخلوقات الحية بالطاقة والمواد البنائية.

المفردات

- الكربوهيدرات
- السكريات الأحادية
- السكريات الثنائية
- السكريات العديدة التسكر

المفاهيم الرئيسة

- الكربوهيدرات مركبات تحتوي على مجموعات هيدروكسيل (OH–) متعددة، ومجموعة الكربونيل الوظيفية (C=O).
- يتراوح حجم الكربوهيدرات بين وحدات بناء أساسية مفردة إلى بوليمرات تتكون من مئات أو آلاف الوحدات الأساسية.
- توجد السكريات الأحادية في المحاليل المائية في تراكيب حلقية ومفتوحة السلسلة.

9-3 الليبيدات

الفكرة الرئيسة تكوّن الليبيداتُ الأغشيةَ الخلويةَ، وتختزن الطاقة، وتنظم العمليات الخلوية.

المفردات

- الليبيدات
- الأحماض الدهنية
- الجليسريدات الثلاثية
- التصبُّن
- الليبيدات الفوسفورية
- الشموع
- الستيرويدات

المفاهيم الرئيسة

- الأحماض الدهنية أحماض كربوكسيلية طويلة السلاسل تحوي عادة 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 بالجليسرول لتكوّن الجليسريد الثلاثي.
- الستيرويدات ليبيدات تحتوي على تراكيب متعددة الحلقات.

9-4 الأحماض النووية

الفكرة الرئيسة تختزن الأحماض النووية المعلومات الوراثية وتنقلها.

المفردات

- الحمض النووي
- النيوكليوتيد

المفاهيم الرئيسة

- الأحماض النووية بوليمرات من النيوكليوتيدات التي تتكون من قاعدة نيتروجينية، ومجموعة فوسفات، وسكر.
- DNA و RNA جزيئات تخزين معلومات للخلية.
- يتكون DNA من شريطين، في حين يتكون RNA من شريط واحد.

9-1

إتقان المفاهيم

24. ماذا تُسمى السلسلة المكوّنة من ثمانية أحماض أمينية؟ والسلسلة المكوّنة 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 المبينة 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. تشريح جسم الإنسان سمِّ خمسة أجزاء من الجسم تحتوي على بروتينات بنائية.

28. عدّد أربع وظائف رئيسة للبروتينات، وأعط مثالاً واحدًا 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

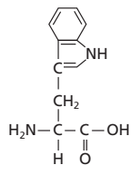
d. اللايسين

31. اشرح كيف يعمل الموقع النشط للإنزيم.

32. أعطِ مثالاً على حمض أميني له حلقة أروماتية في سلسلته الجانبية.

33. سمِّ حمضين أمينيين لا قطبيين، وآخرين قطبيين.

34. التركيب المبين في **الشكل 24–9** للتريبتوفان. صف بعض الخواص التي تتوقعها للتريبتوفان، بناءً على تركيبه. وإلى أي المركبات العضوية الحيوية ينتمي التريبتوفان؟ وضح إجابتك.



الشكل 24–9

35. هل ثنائي ببتيد اللايسين– الفالين هو المركب ثنائي ببتيد الفالين – اللايسين نفسه؟ وضح إجابتك.

36. إنزيمات كيف تخفّض الإنزيمات طاقة التنشيط لتفاعلٍ 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 البيتيد؟

39. كم رابطة ببتيدية توجد في ببتيد يحوي خمسة أحماض أمينية؟

40. البروتينات متوسط الكتلة المولية لحمض أميني في بيتيد متعدد هو 110. فما الكتلة المولية التقريبية للبروتينين الآتيين؟

a. الأنسولين (51 حمضًا أمينيًا)

b. المايوسين (1750 حمضًا أمينيًا)

الفصل 9

9–1

إتقان المفاهيم

24. ببتيد، بروتين.

25. مجموعتا أمين وكربوكسيل؛ مجموعة الأميد

26. إجابات محتملة: ■▲●◆؛ ●◆▲■؛ ◆●■▲؛ ▲■●◆؛ ◆▲■●

27. إجابات محتملة: جلد، وأربطة، وأوتار، وعظام، وشعر

28. إجابات محتملة: أنزيمات: البابايين، 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 تكرارًا.

30. a. 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 الألنين.

33. غير قطبي: جلايسين، فالين، فينيل الألنين.

قطبي: سيرين، سيستين، جلوتامين، لايسين، حمض جلوتاميك.

34. تريبتوفان هو حمض أميني كبير غير قطبي، أورماتي لا يذوب في الماء وله درجة انصهار ودرجة غليان مرتفعة نسبيًّا. وهو وحدة بناء للبروتينات.

35. لا، كل حمض أميني له مجموعة مختلفة متعلقة بالرابطة الببتيدية.

36. تكون الأنزيمات روابط عديدة مع المواد الخاضعة لفعل الأنزيم، فتنخفض 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. $20^5 = 3.2\times10^6$؛ $20^4 = 1.6\times10^5$؛ $20^3 = 8.0\times10^3$

39. 4

40. a. 5600

b. 190,000

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 حلقية 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 تركيبا قويًّا 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 حُزَم. والنشاء بوليمر متفرع؛ ويمنع هذا التفرع التركيب من أن يكوِّن حزمًا متراصّة.

50. يجب أن يبين التركيب وحدتي جلوكوز ترتبطان برابطة إيثر. ارجع إلى كتاب الطالب.

51. البوليمرات الثلاثة جميعها مصنوعة فقط من الجلوكوز؛ لذا ينتج الجلوكوز فقط عند التميُّه.

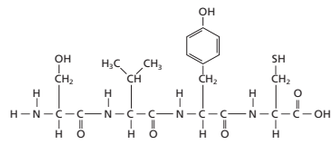
52. يجب أن تنكسر روابط الإيثر (C–O–C) التي تربط السكريات معًا لتكوين رابطتي COH بدمج الماء. وهذا تفاعل تميّه. والمعادلة هي عكس تلك الموجودة في **الشكل 10–9** .

53. 8 متشكلات؛ ارجع إلى دليل حلول المسائل.

54. الجلوكوز والفركتوز متشكلان بنائيان، ولذلك لهما الصيغة الجزيئية نفسها ($C_6H_{12}O_6$) والكتلة المولية نفسها (180g /mol). وكلاهما يحتوي على 5 مجموعات هيدروكسيل، إلا أن الفركتوز فيه أيضًا مجموعة كيتون بينما يحتوي الجلوكوز على مجموعة ألدهيد.

تقويم الفصل 9

41. حدّد عدد الأحماض الأمينية والروابط الببتيدية التي توجد في الببتيد المبين في **الشكل 25–9**.



الشكل 25–9

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 صنّف الكربوهيدرات الآتية إلى سكريات أحادية، أو ثنائية، أو عديدة التسكر:

a. النشا
b. الجلوكوز
c. السكروز
d. الرايبوز
e. السليولوز
f. الجلايكوجين
g. الفركتوز
h. اللاكتوز

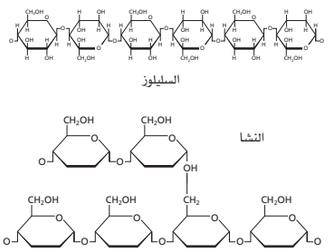
44. سمِّ متشكلين للجلوكوز.

45. ما نوع الرابطة التي تتكون عند اتحاد سكرين أحاديين لتكوين سكر ثنائي؟

46. السكريات أعط مصطلحًا علميًّا لكل مما يأتي:

a. سكر الدم
b. سكر المائدة
c. سكر الفاكهة
d. سكر الحليب

47. السليلوز والنشا قارن بين التراكيب الجزيئية للسليلوز والنشا المبينة في **الشكل 26–9**.



الشكل 26–9

48. الكيمياء في النباتات قارن بين وظائف النشا والسليلوز في النباتات، ووضح أهمية التركيب الجزيئي لكل منهما بالنسبة لوظيفته.

49. استنتج كيف تعطي الاختلافات في ترتيبات الروابط في السليلوز والنشا خواص مختلفة؟

50. يتكون السكر الثنائي المالتوز من وحدتي جلوكوز. ارسم تركيبه.

51. لماذا يُنتج تميّه السليلوز، والجلايكوجين، والنشا سكرًا أحاديًّا واحدًا فقط؟ وما السكر الأحادي الذي ينتج؟

52. الهضم لماذا لا يمكن أن يتحلل السكر الثنائي أو العديد التسكر عند عدم وجود الماء؟ دعّم إجابتك بمعادلة.

53. ارسم تراكيب الفركتوز عندما يكون في صورة سلسلة مفتوحة. ضع دائرة حول كل ذرة كربون غير متماثلة، ثم احسب عدد المتشكلات الفراغية التي لها صيغة الفركتوز نفسها.

54. السكريات قارن بين الجلوكوز والفركتوز من حيث الصيغة الجزيئية والكتلة المولية والمجموعات الوظيفية.

تقويم الفصل 9

55. منظور تاريخي الكربوهيدرات ليست هيدرات الكربون كما يوحي الاسم بذلك. اشرح كيف حدث هذا المفهوم غير الصحيح.

إتقان حل المسائل

56. الكربوهيدرات المعقدة الستاكيوز سكر رباعي يحتوي على وحدتي D- جالاكتوز، ووحدة D- جلوكوز، ووحدة D- فركتوز. والكتلة المولية لكل وحدة سكر هي 180 g/mol قبل ارتباطها معًا في هذا السكر الرباعي. فإذا كان جزيء ماء واحد يتحرر مقابل كل وحدتي سكر ترتبطان معًا، فما الكتلة المولية للستاكيوز؟

9-3

إتقان المفاهيم

57. قارن بين تركيبي الجليسريد الثلاثي والليبيد الفوسفوري.

58. توقع أيهما تكون درجة انصهاره أعلى: الجليسريد الثلاثي المأخوذ من دهن البقر، أو الجليسريد الثلاثي المأخوذ من زيت الزيتون؟ فسّر إجابتك.

59. الصابون والمنظفات اشرح كيف أن تركيب الصابون يجعله عامل تنظيف فعّالاً؟

60. ارسم جزءًا من غشاء ليبيدي ذي طبقتين، وأشر إلى الأجزاء القطبية وغير القطبية من الغشاء.

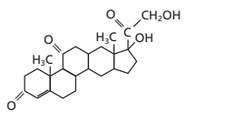
61. أين تُختزن الأحماض الدهنية في جسم الإنسان؟ وفي أي صورة؟

62. ما نوع الليبيد الذي لا يحتوي على سلاسل أحماض دهنية؟ ولماذا تُصنّف هذه المركبات على أنها ليبيدات؟

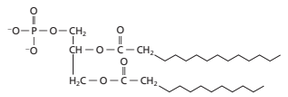
63. الصابون ارسم تركيب صابون بالمنات الصوديوم. (البالمنات هي القاعدة المرافقة للحمض الدهني المشبع ذي 16 ذرة كربون والمعروف باسم حمض البالمتيك)، وأشر إلى طرفيه: القطبي واللاقطبي.

64. حدّد هل يعد كل تركيب مما يأتي: حمضًا دهنيًا، أو جليسريد ثلاثيًا، أو ليبيد فوسفوريًا، أو ستيرويد، أو شمعًا؟ فسّر إجابتك.

a.



b.



إتقان حل المسائل

65. إذا كانت كثافة حمض البالمتيك الدهني 0.853g/mL عند 62 °C، فما كتلة عينة من حمض البالمتيك 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 موزونة لتفاعل الهدرجة. علمًا بأن الصيغة الكيميائية لحمض اللينولينك هي:

$CH_3CH_2CH{=}CHCH_2CH{=}CHCH_2CH{=}CH(CH_2)_7COOH$

9-4

إتقان المفاهيم

67. ما التراكيب الثلاثة التي تكوّن النيوكليوتيد؟

68. سمِّ حمضين نوويين موجودين في المخلوقات الحية.

69. اشرح دور DNA و RNA في إنتاج البروتينات.

70. أين يوجد DNA في الخلايا الحية؟

55. الصيغة البنائية العامة للكربوهيدرات هي $C_n(H_2O)_n$. 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

56. $(4\times180\ g/mol) - (3\times18\ g/mol) = 666\ g/mol$

9–3

إتقان المفاهيم

57. الجليسريد الثلاثي هو جزيء جليسرول ترتبط به ثلاثة أحماض دهنية بروابط إستر. والليبيد الفوسفوري هو جزيء جلسرول يرتبط به حمضان دهنيان ومجموعة فوسفات بروابط إستر.

58. يحتوي دهن البقر على دهون مشبعة أكثر من زيت الزيتون. وتتراص الأحماض الدهنية المشبعة معًا أفضل من الأحماض الدهنية غير المشبعة، لذلك ستكون درجة انصهار الليبيد البقري أعلى من زيت الزيتون.

59. للصابون طرف غير قطبي يذوِّب 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 الجزيئات، كبيرة الحجم، وغير قطبية

63. $CH_3(CH_2)_{14}COO^-Na^+$؛ الطرف الأيسر غير قطبي والطرف المشحون قطبي.

64. a. الستيرويد

b. الليبيد الفوسفوري

إتقان حل المسائل

65. 756 g

66. 3 mol من H_2 تلزم للهدرجة الكاملة لحمض اللينولينك

$$C_{18}H_{30}O_2 + 3H_2 \rightarrow C_{18}H_{36}O_2$$

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.

تقويم الفصل 9

71. صف أنواع الروابط والتجاذبات التي تربط وحدات البناء الأساسية معًا في جزيء DNA.

الشكل 27–9

72. صنّف التركيب النووي المبين في **الشكل 27–9** إلى DNA أو RNA، فسّر إجابتك.

73. ترتبط القاعدة جوانين في تركيب DNA ثنائي اللولب دائمًا بالسايتوسين، ويرتبط الأدنين دائمًا بالثايمين. فإذا تتوقع أن تكون النسب بين كميات C وT وA وG في طول معين من DNA؟

74. نسخ DNA يحتوي أحد أشرطة جزيء DNA الترتيب القاعدي التالي. فما 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 حمضًا أمينيًّا؟

77. مقارنات DNA تحتوي خلية البكتيريا إيشيريشياكولاي على 4.2×10^6 زوجًا من قواعد DNA، في حين تحتوي كل خلية بشرية على نحو 3×10^9 زوجًا من قواعد DNA. ما النسبة المئوية التي يمثلها DNA في إيشيريشياكولاي بالنسبة إلى الخريطة الوراثية البشرية؟

78. كم جرامًا من الجلوكوز يمكن أن يتأكسد كليًّا 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 والتخمر، وقارن بينها.

مراجعة عامة

80. ارسم مجموعات الكربونيل الوظيفية في الجلوكوز والفركتوز. فيم تتشابه 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 تميه اللاكتوز.

84. اكتب معادلة موزونة لتركيب السكروز من الجلوكوز والفركتوز.

التفكير الناقد

85. احسب يتكون 38 mol تقريبًا من ATP عند التأكسد الكامل للجلوكوز في أثناء التنفس الخلوي. فإذا كانت حرارة الاحتراق لمول واحد من الجلوكوز تساوي 2.82×10^3 kJ/mol ، وكل مول من ATP يختزن 30.5 kJ من الطاقة، فما كفاءة التنفس الخلوي بدلالة النسبة المئوية من حيث الطاقة المتاحة المخزونة في روابط ATP الكيميائية؟

86. تعرّف السبب والنتيجة تقترح بعض الأنظمة الغذائية تحديدًا شديدًا لكمية الليبيدات، فلماذا لا يُعد حذف الليبيدات من الغذاء كليًّا فكرة جيدة؟

87. الرسوم البيانية واستعمالها يبين **الجدول 2–9** عددًا من الأحماض الدهنية المشبعة وقيم بعض خواصها الفيزيائية.

a. مثّل بيانيًّا عدد ذرات الكربون ودرجة الانصهار.

b. مثّل بيانيًّا عدد ذرات الكربون والكثافة.

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 التخمر 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 من 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 المخزّنة، وتكون أغشية الخلايا، وقاية، بعض الهرمونات والفيتامينات.

83. تميُّه اللاكتوز: $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$

84. $C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6 \longrightarrow C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$

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.

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 الكابريليك	8	16	0.910
حمض الدوكوسانويك	22	80	0.822
حمض الستيريك	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:

a. $HBr + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Br^-$

b. $NH_3 + HCOOH \rightarrow NH_4^+ + HCOO^-$

c. $HCO_3^- + H_2O \rightarrow CO_3^{2-} + H_3O^+$

90. ما الخلية الجلفانية؟

تقويم إضافي

الكتابة في الكيمياء

91. الكولسترول استعمل المكتبة أو الإنترنت لعمل بحث عن الكولسترول، واكتب مقالة صحفية تتعلق بالكولسترول موجهة إلى القرّاء 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 أوميجا- 3 وأوميجا- 6 أحماض دهنية أخذت أسماؤها 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 تخفض مستويات الكولسترول السيئ، وترفع مستويات الكولسترول الجيد في الدم. لقد دُرست مستويات الأحماض الدهنية أوميجا -3 وأوميجا -6 في سمك السلمون من ثلاثة مصادر مختلفة، وفي الغذاء المستعمل في مزارع السلمون أيضًا. ويبين **الشكل 28-9** النسبة المئوية للأحماض الدهنية أوميجا-3 وأوميجا-6 مقارنة بمجموع كمية الليبيدات في العينات.

الشكل 28-9

92. أي أنواع الأسماك احتوى على أكبر كمية من الأحماض الدهنية أوميجا؟

93. بناءً على هذه الدراسة، أي أنواع السلمون تنصح به لشخص يريد الإكثار من كمية الأحماض الدهنية أوميجا-3 وأوميجا-6 في غذائه؟

94. استنتج من الرسم البياني لماذا يحتوي سلمون المزارع والأسواق الكبرى على كمية من الأحماض الدهنية أوميجا-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 حدٍّ ما، تزداد درجة الانصهار مع ازدياد عدد ذرات الكربون.

b. ارجع إلى دليل حلول المسائل يجب أن يبين الرسم البياني علاقة خطية إلى حدٍّ 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 من ATP لكل السكر الموجود في التفاح الأحمر.

مراجعة تراكمية

89. a. HBr: حمض، H_2O: قاعدة.

b. HCOOH: حمض، NH_3: قاعدة.

c. HCO_3^-: حمض، H_2O: 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. السالمون المربى في المزارع.

93. السالمون المربى في المزارع.

94. العلف الذي يقدم غني جدًّا بأحماض دهنية من نوع أوميغا -3 وأوميغا -6، بينما السالمون البري لا يحصل على علف تكميلي.

اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

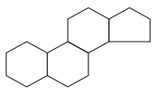
1. أي مما يأتي لا ينطبق على الكربوهيدرات؟
   a. توجد السكريات الأحادية باستمرار بين التركيب الحلقي وتركيب السلسلة المفتوحة.
   b. ترتبط السكريات الأحادية في النشا بنفس نوع الروابط التي ترتبط بها في اللاكتوز.
   c. لجميع الكربوهيدرات الصيغة العامة $C_n(H_2O)_n$.
   d. تقوم النباتات فقط بصنع السليلوز، ويهضمه الإنسان بسهولة.
2. أي مما يلي غير صحيح فيما يتعلق بالأحماض النووية RNA و DNA؟
   a. يحتوي DNA على السكر الرايبوزي المنقوص الأكسجين، بينما يحتوي RNA على السكر الرايبوزي.
   b. يحتوي RNA على القاعدة النيتروجينية اليوراسيل، بينما لا يحتوي DNA على ذلك.
   c. يتكون RNA من شريط مفرد، بينما يتكون DNA من شريط مزدوج.
   d. يحتوي DNA على القاعدة النيتروجينية الأدنين، 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	A	G	C	T
I	العدد	195	?	231	?
	النسبة	20.8	?	29.2	?
II	العدد	?	402	?	?
	النسبة	?	32.5	?	?
III	العدد	?	?	194	234
	النسبة	?	?	22.7	27.3
IV	العدد	266	203	?	?
	النسبة	28.4	21.6	?	?

3. ما النسبة المئوية للثايمين (T) في العينة IV؟
   a. 28.4%
   b. 78.4%
   c. 71.6%
   d. 21.6%
4. ما عدد جزيئات السايتوسين في جزيء واحد من العينة (II)؟
   a. 402
   b. 434
   c. 216
   d. 175



5. تمثل الصيغة أعلاه:
   a. سليلوز
   b. نشا
   c. بروتين
   d. ستيرويد
6. تعد الأحماض الأمينية الوحدات البنائية في:
   a. الكربوهيدرات
   b. الأحماض النووية
   c. الليبيدات
   d. البروتينات
7. يتكون السكروز من:
   a. جزيئات من الفركتوز
   b. جزيئات من الجلوكوز
   c. جزيء من الفركتوز وآخر من الجلكوز
   d. جزيء من الفركتوز وآخر من الجالاكتوز

الاختبار المقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

1. d
2. d
3. a
4. a
5. d
6. d
7. c

8. الجلايكوجين 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

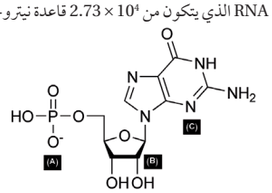
b. الثنائية

c. السداسية

d. عديدة التسكر

أسئلة الإجابات القصيرة

10. يحدد ترتيب القواعد النيتروجينية في RNA ترتيب الأحماض الأمينية المكوّنة للبروتين؛ فمثلاً الشفرة الوراثية CAG خاصة بالحمض الأميني الجلوتامين. ما عدد الأحماض الأمينية التي يمكن تشفيرها في شريط من RNA الذي يتكون من 2.73×10^4 قاعدة نيتروجينية؟



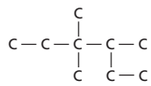
11. استخدم الشكل أعلاه في الإجابة عما يلي:

a. ما الذي يمثله الشكل؟

b. ما الذي تمثله الأجزاء المشار إليها بالأحرف A، B، C؟

أسئلة الإجابات المفتوحة

استخدم الشكل أدناه للإجابة عن السؤال 12.



12. سجل أحد الطلاب اسم الألكان الممثل بالسلسلة الكربونية أعلاه كما يلي: 2 – ايثيل 3، 3 – ثنائي ميثيل بنتان. هل إجابة زميلك صحيحة؟ إذا لم تكن صحيحة فما الاسم الصحيح لهذا المركب؟

13. قارن بين المركبات الأليفاتية، والمركبات الأروماتية.

8. a

9. a

أسئلة الإجابات القصيرة

10. 9.1×10^3

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، و الألكينات، والألكاينات. وأما المركبات الأروماتية فلديها تركيب حلقي أساسه مركب البنزين. أعضاء هذه العائلة غالبًا ما يكون لها روائح قوية.

(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: $CH_3(CH_2)_nCOOH$.

الأحماض الكربوكسيلية Carboxylic Acid مركبات عضوية تحتوي على مجموعة الكربوكسيل 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 RCHO، حيث R مجموعة الألكيل أو ذرة الهيدروجين.

الأميدات Amides مركبات عضوية تنتج عن استبدال مجموعة 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 RNH_2.

الإستـرات 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.

الإيثرات Ethers مركبات عضوية تحتوي ذرة أكسجين مرتبطة مع ذرتين من الكربون. والصيغة العامة للإيثرات هي ROR'.

الإنزيمات Enzymes عوامل محفزةٌ حيويةٌ 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 معًا بروابط ببتيدية.

البروتينات Proteins مركبات عضوية حيوية تتكون من أحماض أمينية مرتبطة معًا 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 لينًا. 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 Polymerigation 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.

التصبُّن Saponification تميُّه 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 تتلفه.

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 الألكاينات.

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.

تفاعـلات الحذف Elimination Reactions التفاعـلات التي يتم فيها حذف ذرتين من الذرات المرتبطة مع ذرتي كربون متجاورتين؛ حيث يتم إضافة رابطة ثنائية بين ذرتي الكربون. وغالبًا ما تكوّن 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.

تفاعـلات التكاثـف 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 للتأكسـد. فيغلف الحديد مثلاً بطبقة من الخارصين، إما عن طريق غمس القطعة الحديدية بمصهور الخارصين، أو بطلاء الحديد بالخارصين كهربائيًّا.

جهد الاختزال Reduction Potential مدى قابلية المادة لاكتساب الإلكترونات.

(ح)

الحمض النووي Nucleic Acid مبلمر حيوي يحتوي على النيتروجين، ويقوم بتخزين المعلومات الوراثية ونقلها.

(خ)

خلية التحليل الكهربائي Electrolytic Cell خلية كهروكيميائية يحدث فيها تحليل كهربائي.

الخليـة الجافـة Dry Cell خليـة جلفانية، يكون فيهـا المحلول الموصل للتيار عجينـة رطبة تتكون من خليط من كلوريد الخارصين وأكسـيد المنجنيزIV وكلوريد الأمونيوم وكمية قليلة من الماء داخل حافظة من الخارصين.

الخليـة الجلفانيـة Voltaic Cell نـوع من الخلايـا الكهروكيميائيـة التي تحول الطاقـة الكيميائية إلى طاقة كهربائية بواسـطة تفاعل التأكسـد والاختزال التلقائي.

الخليـة الكهروكيميائيـة Electrochemical Cell جهـاز يسـتعمل تفاعـل التأكسـد والاختـزال لإنتاج طاقـة كهربائية، أو يسـتعمل 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 الأميد التي تجمع حمضين أمينيين.

الرقم الهيدروجيني pH القيمة السالبة للوغارتيم تركيز أيون الهيدروجين في المحلول.

الرقم الهيدروكسيدي pOH القيمة السالبة للوغارتيم تركيز أيون الهيدروكسيد في المحلول.

(س)

الستيرويدات Steroids ليبيدات تحتوي تراكيبها على حلقات متعددة. وجميع الستيرويدات مبنية من تركيب الستيرويد الأساسي المكوّن من الحلقات الأربع.

السكريات الأحادية Monosaccharides أبسط الكربوهيدرات تركيبًا، وتسمى السكريات البسيطة أيضًا.

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 مساويًا مجموع 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 °C، ويكون فرق الجهد لقطب الهيدروجين القياسي، المسمى جهد الاختزال القياسي (E_0) مساويًا 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 جدًّا، 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 الى 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 والكيتونات.

مجموعة الهيدروكسيل hydroxyl Group مجموعة الأكسجين – الهيدروجين التي ترتبط تساهميًّا مع ذرات أخرى مثل الكربون.

المجموعة الوظيفية Functional Group ذرة أو مجموعة من الذرات تتفاعل دائمًا بالطريقة نفسها. وعند إضافتها للمركبات الهيدروكربونية ينتج دائمًا 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.

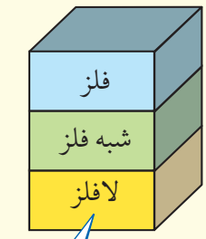
(هـ)

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.

الهلجنة Halogenation تفاعل تحل فيه ذرة هالوجين – مثل الكلور أو البروم – محل ذرة هيدروجين.

الجدول الدوري للعناصر



يدل لون صندوق كل عنصر على كونه فلزًا أو شبه فلز أو لافلز.

10	11	12	13	14	15	16	17	18
								Helium 2 **He** 4.003
			Boron 5 **B** 10.811	Carbon 6 **C** 12.011	Nitrogen 7 **N** 14.007	Oxygen 8 **O** 15.999	Fluorine 9 **F** 18.998	Neon 10 **Ne** 20.180
			Aluminum 13 **Al** 26.982	Silicon 14 **Si** 28.086	Phosphorus 15 **P** 30.974	Sulfur 16 **S** 32.065	Chlorine 17 **Cl** 35.453	Argon 18 **Ar** 39.948
Nickel 28 **Ni** 58.693	Copper 29 **Cu** 63.546	Zinc 30 **Zn** 65.409	Gallium 31 **Ga** 69.723	Germanium 32 **Ge** 72.64	Arsenic 33 **As** 74.922	Selenium 34 **Se** 78.96	Bromine 35 **Br** 79.904	Krypton 36 **Kr** 83.798
Palladium 46 **Pd** 106.42	Silver 47 **Ag** 107.868	Cadmium 48 **Cd** 112.411	Indium 49 **In** 114.818	Tin 50 **Sn** 118.710	Antimony 51 **Sb** 121.760	Tellurium 52 **Te** 127.60	Iodine 53 **I** 126.904	Xenon 54 **Xe** 131.293
Platinum 78 **Pt** 195.078	Gold 79 **Au** 196.967	Mercury 80 **Hg** 200.59	Thallium 81 **Tl** 204.383	Lead 82 **Pb** 207.2	Bismuth 83 **Bi** 208.980	Polonium 84 **Po** (209)	Astatine 85 **At** (210)	Radon 86 **Rn** (222)
Darmstadtium 110 **Ds** (281)	Roentgenium 111 **Rg** (272)	Ununbium * 112 **Uub** (285)	Ununtrium * 113 **Uut** (284)	Ununquadium * 114 **Uuq** (289)	Ununpentium * 115 **Uup** (288)	Ununhexium * 116 **Uuh** (291)		Ununoctium * 118 **Uuo** (294)

* أسماء رموز العناصر 112، 113، 114، 115، 116، 118 مؤقتة، سيتم اختيار أسماء نهائية لها عند التأكد من اكتشافها.

Europium 63 **Eu** 151.964	Gadolinium 64 **Gd** 157.25	Terbium 65 **Tb** 158.925	Dysprosium 66 **Dy** 162.500	Holmium 67 **Ho** 164.930	Erbium 68 **Er** 167.259	Thulium 69 **Tm** 168.934	Ytterbium 70 **Yb** 173.04	Lutetium 71 **Lu** 174.967
Americium 95 **Am** (243)	Curium 96 **Cm** (247)	Berkelium 97 **Bk** (247)	Californium 98 **Cf** (251)	Einsteinium 99 **Es** (252)	Fermium 100 **Fm** (257)	Mendelevium 101 **Md** (258)	Nobelium 102 **No** (259)	Lawrencium 103 **Lr** (262)

جداول مرجعية