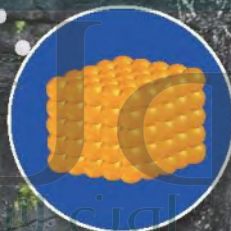




غاز



صلب



سائل

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

### 1-2 خواص المادة

**الفكرة الرئيسة** توجد معظم المواد المألوفة في الحالة الصلبة أو السائلة أو الغازية، ولها خواص فيزيائية وكيميائية مختلفة.

### 2-2 تغيرات المادة

**الفكرة الرئيسة** يمكن أن يحدث للمادة تغيرات فيزيائية وكيميائية.

### 3-2 المخاليط

**الفكرة الرئيسة** توجد معظم المواد المألوفة على شكل مخاليط. المخلوطة مزيج من مادتين نقيتين أو أكثر.

### 4-2 العناصر والمركبات

**الفكرة الرئيسة** المركب مكون من عنصرين أو أكثر متحدّين معاً اتحاداً كيميائياً.

### حقائق كيميائية

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

## تجربة استخلاص الكيمياء

### كيف يمكنك ملاحظة التغير الكيميائي؟

معظم المواد المألوفة لا تتغير كثيراً مع الوقت، لكن خلط المواد معاً يجعل التغير ممكناً.

### خطوات العمل

1. املاً بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية على منصة عين.
2. ضع قطعة من فلز الخارصين في أنبوب اختبار كبير.
3. ثبت الأنبوب بهاسك في حامل، بحيث تكون فوهة الأنبوب بعيدة عنك.
- تحذير: HCl قد ينتج أبخرة ضارة ويسبب الحروق.
4. خذ 10 mL من محلول حمض الهيدروكلوريك الذي تركيزه 3M باستعمال مخبر مدرج، ثم ضعه على طاولة المختبر.
5. أشعل شظية خشب بعدد ثقاب مدة خمس ثوانٍ، ثم أنفخ عليها لتطفئ اللهب تاركاً إياها على شكل جمر.
- تحذير: تأكد أن فوهة الأنبوب موجهة بعيداً عنك عند تقريب الجمر إليها.
6. قرب الجمر المتوهجة من فوهة الأنبوب، ثم أنقلها إلى فوهة المخبر المدرج، وسجل ملاحظتك.
7. تخلف من الجمر كما يطلب المعلم.
8. صَبَّ حمض الهيدروكلوريك HCl بحذر في أنبوب الاختبار الذي يحوي الخارصين.
9. انتظر دقيقة، ثم كرر الخطوة رقم 5.
10. قرب الجمر المتوهجة من فوهة أنبوب الاختبار ودون ملاحظتك.

### التحليل

1. صف أي تغيرات شاهدتها في أثناء التجربة.
2. استنتج سبب تكون فقاعات عند إضافة حمض الهيدروكلوريك HCl إلى فلز الخارصين.
3. استنتج ما الذي حدث للجمر المتوهجة في الخطوة 10؟ لماذا لم يحدث ذلك في الخطوة 6؟
- استقصاء لماذا انتظرت قبل استعمال شظية الخشب؟ صمم تجربة لتحديد ما إذا كانت النتائج ستختلف مع الوقت.

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

### المطويات

#### منظمات الأفكار

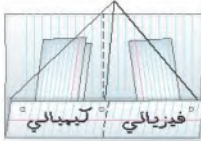


**الخطوة 1** اطو الجزء السفلي لورقة، بعرض 5 cm، كما هو مبين في الشكل المجاور.



**الخطوة 2** اطو الورقة من المنتصف.

دبابيس تثبيت



**الخطوة 3** افتح الورقة، وثبتها، كما في الشكل؛ لتكون جبين. سم الجبين: فيزيائي وكيميائي.

### المطويات استعمال هذه المطوية في

تتجت فقائيع عند إضافة HCl إلى الأنبوب الذي يحتوي على الخارصين، ثم حصلت فرقة عندما قربت شظية الخشب المشتعلة من فوهة الأنبوب.

تفاعل الخارصين مع HCl وتنتج غاز

تتجت الفرقة بسبب تفاعل الغاز الناتج من التفاعل مع أكسجين الهواء. ولم يحدث ذلك في الخطوة السادسة لأنه لم ينتج غاز فيها.





## خواص المادة Properties of Matter

**الفكرة الرئيسة** توجد معظم المواد المألوفة في الحالة الصلبة أو السائلة أو الغازية، ولها خواص فيزيائية وكيميائية مختلفة.

**الربط مع الحياة** إذا ترك كأس ماء فيه جليد يطفو على السطح فترة كافية في درجة حرارة الغرفة فسوف يتصهر الجليد. هل يتغير تركيب الماء عندما يتحول من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة؟

### المواد الكيميائية النقية Substances

عرفت أن المادة هي كل ما له كتلة ويشغل حيزاً، وأن كل شيء من حولنا مادة، فملح الطعام النقي مثلاً نوع من المواد المألوفة لديك، وهو ذو تركيب مميز وثابت؛ حيث يتكون دائماً من كلوريد الصوديوم بنسبة 100%، ولا يتغير تركيبه من عينة إلى أخرى؛ فالمالح الذي يستخرج من البحر أو من المنجم له دائماً نفس التركيب والخواص. وقد اكتشف المالح بكميات كبيرة في مدينة القصب في المملكة العربية السعودية، ويستخرج بحفر برك كبيرة يضخ داخلها الماء بمحركات كهربائية، ثم يترك فترة من الزمن، وعندما يتبخر الماء يترسب المالح على وجه البركة مشكلاً طبقة سميكة من المالح الأبيض، انظر الشكل 1-2.

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

يمر الماء المتجمد بالحالات الثلاث للمادة، فعندما تسخن الكأس يبدأ الجليد في الانصهار، وعندما يتحول الجليد كله إلى ماء سائل فإن درجة حرارة الماء تأخذ في الارتفاع، وعند درجة C 100 وضغط جوي 1 atm سيبدأ الماء في الغليان والتحول إلى السائل بخار ماء (غاز). وتزداد الكثافة عمومًا من الغاز إلى السائل إلى الصلب. غير أن الماء يعد استثناء لهذه القاعدة؛ لأن كثافة الحالة الصلبة له أقل من كثافة الحالة السائلة بسبب التركيب المفتوح للجليد.



ملح من البحر



ملح من منجم



مالح مدينة القصب

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



الرؤية ٢٠٣٠  
رؤية 2030  
المملكة العربية السعودية  
MINISTRY OF SAUDI ARABIA  
اقتصاد مزدهر  
٣.٢٠٧ رفع نسبة المحتوى المحلي في القطاعات غير النفطية.

## 45



الشكل 4-2 تأخذ الغازات شكل وحجم الأوعية التي توجد فيها، وجسيمات الغاز بعضها بعيدة جداً عن بعضها البعض.

الغازات حالة من حالات المادة، يأخذ شكل الإناء الذي يملؤه، كما هو مبين في الشكل 4-2. جسيمات الغاز متباعدة جداً بعضها عن بعض بالمقارنة بجسيمات المواد

يشير مصطلح (غاز) إلى المادة في الحالة الغازية في درجات الحرارة العادية. أما مصطلح (بخار) فيشير إلى الحالة الغازية لمادة توجد في الحالة الصلبة أو السائلة في درجات الحرارة العادية

✓ ماذا قرأت؟ فرق بين الغاز والبخار.

## مختبر حل المشكلات

### السبب والنتيجة

#### التفكير الناقد



1. فسر لماذا يجب ضبط خروج الغاز المضغوط من الأسطوانة؟
2. توقع ماذا يحدث إذا فتح صمام أسطوانة الغاز بشكل كامل فجأة، أو ثقتب الأسطوانة؟

كيف يخرج الغاز المضغوط؟ وجود أسطوانات الغاز

أسطوانة الغاز المضغوط

يجب التحكم في تدفق الغاز المضغوط

الضبط كمية الغاز المتحرر ومعدل تحرره.

كيف يمكنك ضبط خروج النيتروجين المضغوط؟

إذا لم يستعمل جهاز منظم الغاز فإن الغاز سيندفع من الخزان بقوة كافية لتحويله إلى قذيفة خطيرة يصعب السيطرة عليها

منها. وفي المختبر يقوم الكيميائي أو فني المختبر بشيئت منظم للغاز على فوهة الأسطوانة.



الخواص الفيزيائية لبعض المواد المألوفة				الجدول 1-2	
المادة	اللون	الحالة عند 25°C	درجة الانصهار (°C)	درجة الغليان (°C)	الكثافة (g/cm³)
الأكسجين	عديم اللون	غاز	-218	-183	0.0014
الزئبق	فضي	سائل	-39	357	13.5
الماء	عديم اللون	سائل	صفر	100	1.00
السكر	أبيض	صلب	185	يتحلل	1.59
كلوريد الصوديوم	أبيض	صلب	801	1413	2.17

## الخواص الفيزيائية للمادة Physical Properties of Matter

ربما تكون معتادًا على تعرّف المواد من خلال خواصها - مميزاتها وسلوكها. يمكنك مثلاً أن تحدد قلم الرصاص من شكله ولونه ووزنه. وهذه المميزات كلها خواص فيزيائية لقلم الرصاص. **الخاصية الفيزيائية** خاصية يمكن ملاحظتها أو قياسها دون التغيير في تركيب العينة. والخواص الفيزيائية تصف المواد النقية؛ لأنها ذات تركيب منتظم وثابت، وخواصها ثابتة. وتعد الكثافة واللون والرائحة والقساوة ودرجة الانصهار ودرجة الغليان من الخواص الفيزيائية المألوفة التي تستخدم العلماء بتسجيلها لاستعمالها في تعرف المواد. ويتضمن الجدول 1-2 قائمة المألوفة وخواصها الفيزيائية.

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

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

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

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

استنتج سم خاصية غير مميزة لأحد التوابل المبينة في الشكل.



### كثافة الخشب

تجربة عملية

ارجع إلى دليل التجارب العملية على منصة عين

**الخاصية الفيزيائية صفة يمكن ملاحظتها أو قياسها دون تغيير تركيب الشيء الملاحظ. فاللون ودرجة الغليان والكثافة أمثلة على الخواص الفيزيائية**



المعادن يستعمل العلماء الخواص الفيزيائية للمواد ومنها اللون والقساوة لتحديد نوع المعدن. فمعدن المالاكايت مثلاً أخضر دائماً ولين نسبياً. وقد استُعمل سابقاً صبغة، ويستعمل الآن في صناعة

**كتل الجسيمات صفة كمية**



صفحة نحاس



أسلاك نحاس

### كتل الجسيمات صفة كمية

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

## الخواص الكيميائية للمادة Chemical Properties of Matter

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

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

✓ ماذا قرأت؟ قارن بين الخواص الفيزيائية والخواص الكيميائية.

### المطلوبات

ضمن مطوبتك معلومات من هذا القسم.

### ملاحظة خواص

يمكن ملاحظة الخواص الفيزيائية دون تغيير تركيب العينة. ولكن الخواص الكيميائية لا تكون دائماً واضحة ما لم تتفاعل المادة مع المواد الأخرى وتغير من تركيبها. وعندما يتصل بالهواء خاصية كيميائية. ويبين الجدول 2-2 عدداً من الخواص الفيزيائية والكيميائية للنحاس.

الجدول 2-2	
خواص النحاس	خواص فيزيائية
خواص كيميائية	خواص فيزيائية
<ul style="list-style-type: none"> <li>يكون مركب كربونات النحاس الأخضر عندما يتعرض للهواء الرطب.</li> <li>يكون مركبات جديدة عندما يتحد مع حمض النيتريك وحمض الكبريتيك.</li> <li>يكون محلولاً شديد الزرقة عندما يتفاعل مع الأمونيا.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>بني محمر، لامع</li> <li>قابل للسحب والطرق</li> <li>موصل جيد للحرارة والكهرباء</li> <li>الكثافة = <math>8.96 \text{ g/cm}^3</math></li> <li>درجة الانصهار = <math>1085^\circ\text{C}</math></li> <li>درجة الغليان = <math>2562^\circ\text{C}</math></li> </ul>

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



**خواص المادة وحالاتها** يمكن أن تختلف خواص النحاس الموجودة في الجدول 2-2 باختلاف الظروف التي تتم ملاحظتها عندها. ولأن شكل أو حالة المادة خاصية فيزيائية فإن تغير الحالة يضيف خاصية فيزيائية أخرى للمادة. ولهذا من الضروري تحديد الظروف - ومنها الضغط ودرجة الحرارة - التي يتم خلالها ملاحظة خواص المادة؛ لأن كلا من الخواص الفيزيائية والكيميائية تعتمد على هذه الظروف.

### المفردات

#### مفردات علمية

#### البيئة

الظروف والأشياء المحيطة بالمخلوق الحي والتي تؤثر فيه.  
تتكيف الحيوانات مع التغيرات التي تحدث في بيئاتها.

خذ خواص الماء مثلاً؛ فلعلك تعرف أن الماء سائل (وهذه خاصية فيزيائية)، وليس نشاطاً كيميائياً (وهذه خاصية كيميائية). وربما تعرف أيضاً أن كثافة الماء تساوي  $1.00 \text{ g/cm}^3$  (خاصية فيزيائية). وتنطبق هذه الخواص جميعها على الماء عند الظروف القياسية وهي درجة الحرارة والضغط عند  $25^\circ\text{C}$  و  $1 \text{ atm}$ . أما في درجات الحرارة الأعلى من  $100^\circ\text{C}$  فإن الماء يكون غازاً (خاصية فيزيائية)، وكثافته  $0.0006 \text{ g/cm}^3$  (خاصية فيزيائية)، وهو يتفاعل بسرعة مع عدة مواد (خاصية كيميائية). وما دون  $0^\circ\text{C}$  يصبح الماء صلباً (خاصية فيزيائية)، وكثافته  $0.92 \text{ g/cm}^3$  (خاصية فيزيائية). إن الكثافة المنخفضة للجليد تجعل الجبال الجليدية تطفو فوق سطح المحيط، كما يبين الشكل 7-2.

## التقويم 2-1

1. **المقدمة** **الربط** كون جدولاً يصف حالات المادة الثلاث من حيث شكلها وحجمها وقابليتها للانضغاط.
2. صف الخواص التي تصف المادة على أنها مادة كيميائية نقية.
3. صنف كلا من الخواص الآتية إلى فيزيائية وكيميائية:
  - a. الحديد والأكسجين يكوّنان الصدأ.
  - b. الحديد أكبر كثافة من الألومنيوم.
  - c. يحترق المغنيسيوم ويتوهج عند إشعاله.
  - d. الزيت والماء لا يمتزجان.
  - e. ينصهر الزئبق عند  $-39^\circ\text{C}$ .
4. نظم. كوّن جدولاً يقارن بين الخواص الفيزيائية والكيميائية. أعط مثالين على كل نوع منها.

**يجب أن يكون للمادة تركيب منتظم وثابت لكي تعد مادة نقية.**

الخواص الكيميائية تصف قدرة المادة على الاتحاد مع المواد الأخرى أو التحول إلى مواد جديدة.  
قد تؤثر الظروف الخارجية في الخواص الفيزيائية والكيميائية.



## تغيرات المادة Changes in Matter

الأهداف

الفكرة الرئيسة يمكن أن يحدث للمادة تغيرات فيزيائية وكيميائية.

تعرف التغير الفيزيائي، وتعطي أمثلة عليه.

تعرف التغير الكيميائي، وتعطي عدة مؤشرات على حدوثه.

تطبق قانون حفظ الكتلة على التفاعلات الكيميائية.

### التغيرات الفيزيائية Physical Changes

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

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

**الربط مع علم الأرض دورة الماء** تسمح دورة الماء بوجود الحياة على الأرض. ففي درجات الحرارة الأقل من  $0^{\circ}\text{C}$  يكون الماء صلباً عند الضغط الجوي العادي، ويسمى الماء عندها جليداً. وعند تسخين الجليد يبدأ في الانصهار ويصبح ماء سائلاً. هذا التغير في حالة الماء يعد تغيراً فيزيائياً؛ لأنه رغم أن الجليد والماء مختلفان في المظهر إلا أن تركيبهما واحد. وإذا ارتفعت درجة حرارة الماء إلى  $100^{\circ}\text{C}$  فإن الماء يبدأ في الغليان، ويتحول الماء السائل إلى بخار. إن الانصهار وتكوين البخار تغيران فيزيائيان، وهما تغيران في الحالة أيضاً. وبين الشكل 8-2 عمليتي التكثف والتجمد، وهما من تغيرات الحالة المألوفة. وتشير مصطلحات الغليان، والتجمد، والتكثف، والتبخر، والانصهار عادة إلى تغيرات في حالة المادة.

### مراجعة المفردات

الملاحظة: جمع منظم وموجه للمعلومات حول ظاهرة معينة.

### المفردات الجديدة

التغير الفيزيائي

تغير الحالة

التغير الكيميائي

قانون حفظ الكتلة



تجمد



تكثف

الشكل 8-2 يمكن أن يحدث التكثف عندما يلامس الغاز سطحاً بارداً، مما يؤدي إلى تكوين قطرات. كما يحدث التجمد عندما يبرد السائل؛ فالماء المتساقط يكون إبراً جليدية عندما يبرد.

المطويات

ضمن مطويتك معلومات من هذا القسم.

الشكل 2-9 عندما يصدأ الحديد،

نتيجة

التغير الكيميائي هو تغير مادة أو أكثر إلى مواد جديدة

عين المتفاعلات والنواتج في تفاعل تكوين الصدأ.

الحديد والأكسجين هما المادتان المتفاعلتان، والصدأ هو المادة الناتجة



درجة الحرارة والضغط اللذان يحدث عندهما تغير في حالة مادة ما هما خاصيتان فيزيائيتان مهمتان، وتسميان «درجة انصهار» و«درجة غليان» المادة. انظر الجدول 1-2 الذي يضم درجات انصهار ودرجات غليان عدة مواد مألوفة. هاتان الخاصيتان من الخواص الفيزيائية النوعية كالكتافة، ولهذا يمكن استعمالهما في تعيين المواد المجهولة.

Chemical Changes

التغيرات الكيميائية

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

تسمى المواد التي نبدأ بها التفاعل «المتفاعلات». أما المواد الجديدة المتكوّنة فتسمى «النواتج». وتشير المصطلحات الآتية: تحلل، انفجار، صدأ، تأكسد، تآكل، فقدان البريق، تحمّر، احتراق، تعفن - إلى التفاعل الكيميائي.

✓ ماذا قرأت؟ عرف التغير الكيميائي.

**دلائل حدوث تفاعلات كيميائية** إضافة إلى ما سبق، وكما في الشكل 2-9 - فإن الصدأ مادة بنية تميل إلى اللون البرتقالي، تكون في صورة مسحوق، تختلف في مظهرها كثيراً عن الحديد والأكسجين. فالصدأ لا ينجذب إلى المغناطيس في حين ينجذب الحديد إليه. ويعد اختلاف خواص الصدأ عن خواص كل من الحديد والأكسجين دليلاً على حدوث تفاعل كيميائي. كما يبعد تعفن القواكه والخبز مثلاً آخر على التفاعلات الكيميائية؛ فطعم هذه الأطعمة بعد التعفن وقابليتها للهضم يختلفان عن طعمها وقابليتها للهضم وهي طازجة.

قانون حفظ الكتلة Law of conservation of Mass

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

قانون حفظ الكتلة

كتلة المتفاعلات = كتلة النواتج

ارجع إلى التجربة الاستهلاكية صفحة 13، واستقص كيف تحقق قانون حفظ الكتلة؟



## مثال 2-1

حفظ الكتلة وُضع 10 g من أكسيد الزئبق II الأحمر  $HgO$  في كأس مفتوحة، وسخن حتى تحولت إلى زئبق سائل وغاز أكسجين، فإذا كانت كتلة الزئبق السائل 9.26 g فما كتلة الأكسجين الناتج عن هذا التفاعل؟

### 1 تحليل المسألة

تم إعطاؤك كتلة المادة المتفاعلة وكتلة أحد النواتج في التفاعل، وتبعاً لقانون حفظ الكتلة فإن مجموع كتل النواتج يجب أن يساوي مجموع كتل المواد المتفاعلة.

#### المعطيات

كتلة أكسيد الزئبق II = 10.0 g

كتلة الزئبق = 9.26 g

#### المطلوب

كتلة الأكسجين = ؟ g

### 2 حساب المطلوب

ضع قانون حفظ الكتلة

كتلة المتفاعلات = كتلة النواتج

كتلة أكسيد الزئبق II = كتلة الزئبق + كتلة الأكسجين

كتلة الأكسجين = كتلة أكسيد الزئبق II - كتلة الزئبق

كتلة الأكسجين = 9.26 g - 10.00 g = -0.74 g

أوجد كتلة الأكسجين

عوض بالقيم المعطاة في المعادلة

### 3 تقويم الإجابة

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

## مسائل تدريبية

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

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

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

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

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

8. تفاعلت عينة مقدارها 10.0 g من الماغنسيوم مع الأكسجين لتكوين 16.6 g من أكسيد الماغنسيوم. كم جراماً من الأكسجين تفاعل؟

7.6 g

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

نعم كتلة المتفاعلات تساوي كتلة النواتج  $107.0 g - 107.0 g = 0 g$

يستهلك 24.1 g من غاز الكلور في التفاعل.  
وبما أن الصوديوم يتفاعل مع كمية فائضة من الكلور فإن الصوديوم جميعه (10.6 g) يستهلك في التفاعل.

89.4 g

الشكل 10-2 عند تسخين أكسيد الزئبق II فإنه يتفاعل ليكون الزئبق والأكسجين. ويكون مجموع كتلتهما مساوياً كتلة أكسيد الزئبق II.



كان الكيميائي الفرنسي أنتوني لافوازييه (1743-1794م) أول من استعمل الميزان الحساس في التفاعلات الكيميائية. وقد درس تحلل أكسيد الزئبق II بالحرارة، وهو كما يظهر في الشكل 10-2 مادة صلبة حمراء تتفاعل عند تسخينها لتكون سائل الزئبق الفضي وغاز الأكسجين العديم اللون. إن تغير اللون وظهور غاز مؤشر إن على حدوث التفاعل. وعندما يجري التفاعل في وعاء مغلق فإن الأكسجين والمواد قبل التفاعل وبعده، وستكون هي نفس القوانين الأساسية في الكيمياء.

**تحول حالة المادة في أثناء التغير الفيزيائي لكن تركيبها يبقى ثابت. هناك أمثلة كثيرة على هذا التغير كالانصهار والتجمد والغليان والثني والتمزيق.**

**يتغير تركيب المادة في أثناء التغير الكيميائي. ومن المؤشرات المحتملة للتغير الكيميائي التغير في اللون أو الرائحة أو درجة الحرارة أو تكوين غاز أو مادة صلبة من السائل**

10. الصف الأمثلة الآتية إلى تغيرات فيزيائية أو كيميائية.

- سحق علبة ألومنيوم. **فيزيائي**
- تدوير علبة الألومنيوم الممتلئة لإنتاج علب جديدة. **فيزيائي**
- اتحاد الألومنيوم مع الأكسجين لإنتاج أكسيد الألومنيوم. **كيميائي**
- صف نتائج التغير الفيزيائي، وأعط ثلاثة أمثلة عليه.
- صف نتائج التغير الكيميائي، واذكر أربعة أدلة على حدوثه.
- احسب. حل المسائل الآتية:

a. إذا تفاعل 22.99 g من الصوديوم تماماً مع 35.45 g من الكلور فما كتلة كلوريد الصوديوم الناتج؟

b. إذا تفاعل 12.2 g من مادة X مع عينة من Y ونتج 78.9 g من XY فما كتلة Y المتفاعلة؟

14. قَوْمُ إذا قال لك صديق: "إذا كان تركيب المادة لا يتغير خلال التغير الفيزيائي فإن مظهرها لا يتغير". فهل هو على صواب؟ فسر إجابتك.

g ٥٨,٤٤ من كلوريد الصوديوم

g ٦٦,٧ من Y

لا تفنى ولا تستحدث في أثناء التفاعل الكيميائي - إلا بقدرته الله تعالى - فهي محفوظة.

**العبارة غير صحيحة، في حين أن التركيب لا يتغير إلا أن تغيراً في المظهر يصاحب التغير الفيزيائي.**



## Mixtures المخاليط

### الأهداف

- تقارن بين المخاليط والمواد النقية.
- تصنف المخاليط إلى متجانسة وغير متجانسة.
- تميز بين طرائق فصل المخاليط.

## Mixtures المخاليط

درست أن المادة النقية ذات تركيب منتظم وثابت. ماذا يحدث عند مزج مادتين نقيتين أو أكثر معاً؟ **المخلوط** مزيج مكون من مادتين نقيتين أو أكثر مع احتفاظ كل من هذه المواد بخواصها الأصلية. ويختلف تركيب المخاليط بحسب نسب مكوناتها. لذا يمكن تحضير عدد لا نهائي من المخاليط. ومما يجدر بالذكر أن معظم المواد في الطبيعة توجد في صورة مخاليط، فمن الصعب إبقاء أي مادة نقية تماماً.

### مراجعة المفردات

مادة كيميائية : مادة ذات تركيب منتظم وثابت. وتسمى أيضاً مادة نقية.

### المفردات الجديدة

المخلوط

المخلوط غير المتجانس

المخلوط المتجانس

المحاليل

الترشيح

الكروماتوجرافيا

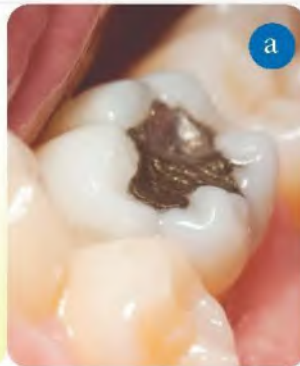
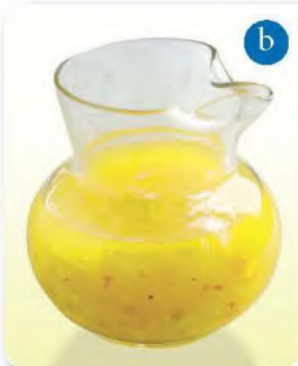
التقطير

التبلور

التسامي

يبين الشكل 11-2 مخلوطين، ورغم أنك لا تستطيع أن تميز بين مكوني مخلوط الزئبق-الفضة في الشكل a 11-2، إلا أنك تستطيع فصلهما عن طريق التسخين، فيتبخر الزئبق أولاً، وبذلك تحصل على بخار الزئبق وحده، والفضة الصلبة وحدها. وعند خلط الزيت والتوابل والخل معاً، كما في الشكل b 11-2، تمتزج هذه المواد لكنها لا تتفاعل، ويظل بإمكانك تمييز جميع المواد. وإذا بقي المخلوط من دون تحريك فترة كافية فإن الزيت يكون طبقة فوق الخل.

**أنواع المخاليط** إن مزيجي المواد النقية في الشكل 11-2 مخلوطان. ورغم اختلاف الخواص المرئية للمخاليط إلا أنه يمكن تعريفها بعدة طرائق، وتصنيفها إلى متجانسة وغير متجانسة.



الشكل 11-2 هناك أنواع مختلفة من المخاليط a. من غير الممكن رؤية المكونات المختلفة لبعض المخاليط كهذه الحشوة المكونة من مخلوط فضة - زئبق. b. يمكن رؤية مكونات بعض المخاليط الأخرى كمطيب السلطة.

## المفردات

### مفردات أكاديمية

#### مخلوط

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

**المخلوط غير المتجانس** مخلوط لا تمتزج فيه المواد، بل تبقى المواد فيه متمايزاً بعضها من بعض، وتركيبه غير منتظم؛ لأن المواد فيه لم تمتزج تماماً وظلت متميزة. ومن ذلك سلطة الخضار، وعصير البرتقال الطبيعي الذي يتكون من مزيج غير متجانس من العصير واللب، وفي العادة يطفو اللب على سطح العصير. ولذا يمكن القول إن وجود مادتين أو أكثر معاً بشكل متميز يشير إلى مخلوط غير متجانس.

**المخلوط المتجانس** مخلوط له تركيب ثابت، وتمرزج مكوناته بانتظام، فإذا أخذت قطعتين من ملمع الفضة والزئبق (سبيكة معدنية) فستجد أن تركيبها هو نفسه مهما اختلف حجم القطعة.



ماذا قرأت؟

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

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

### أنواع المحاليل

### الجدول 2-3

المحلول	مثال
غاز - غاز	الهواء في أسطوانة الغواص مزيج من غازات النيتروجين والأكسجين والأرجون.
غاز - سائل	الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون الذائبان في ماء البحر.
سائل - غاز	الهواء الرطب الذي يتنفسه الغواص يحوي قطرات ماء.
سائل - سائل	عندما تمطر يمتزج ماء المطر بماء البحر.
صلب - سائل	الأملاح الصلبة الذائبة في ماء البحر.
صلب - صلب	أسطوانة الغوص مصنوعة من مزيج من المعادن.



الشكل 12-2 كل أنواع المحاليل ممثلة في هذه الصورة.



## Separating Mixtures فصل المخاليط

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

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

**الكروماتوجرافيا** تعد الكروماتوجرافيا (التحليل الاستشرابي) طريقة لفصل مكونات المخلوط (الطور المتحرك) بالاعتماد على قابلية انجذاب كل مكون من مكونات المخلوط لسطح مادة أخرى (الطور الثابت). ويكون الطور المتحرك غالباً مادة غازية أو سائلة، والطور الثابت مادة صلبة، ومنها ورق الكروماتوجرافيا كما هو موضح في الشكل 14-2. وفي هذه الطريقة يتباعد أولاً مكون المخلوط الذي قوى تماسك جزيئاته أقل على ورقة الكروماتوجرافيا، ثم يليه المكون الذي قوى تماسك جزيئاته أكبر.

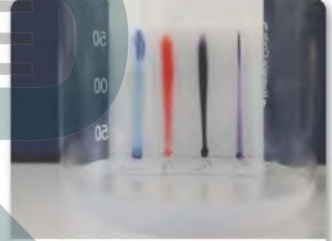
**التقطير** يمكن فصل معظم المخاليط المتجانسة عن طريق التقطير. **والتقطير** طريقة لفصل المواد اعتماداً على الاختلاف في درجات غليانها، حيث يُسخن المخلوط حتى تغلي المادة التي درجة غليانها أقل، وتتحول إلى بخار يكتف ويُجمع على شكل سائل.

**التبلور** يعد ترسيب بلورات السكر من محلوله مثلاً على الفصل بالتبلور. **التبلور** طريقة لفصل تؤدي إلى الحصول على مادة نقية صلبة من محلولها. عندما يحتوي المحلول على أكبر قدر ممكن من المادة المذابة (محلول مشبع) فإن إضافة أي كمية من المذاب مهما قلّت تجعل المادة المذابة في المحلول ترسب وتكوّن بلورات على أي سطح متوافر. وعندما يتبخر الماء من محلول السكر المائي يصبح المحلول أكثر تركيزاً، وهذا يشبه إضافة المزيد من المادة المذابة إلى المحلول. ويبين الشكل 15-2 أنه عند زيادة تبخر الماء يكوّن السكر بلورات صلبة على الخليط. وتتماز عملية التبلور أنها تنتج مواد صلبة عالية النقاوة.

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



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



الشكل 14-2 تفصل المكونات المختلفة للصبغ بناءً على قابلية انجذاب كل مكون من مكونات الصبغ (الطور المتحرك) لسطح ورق الكروماتوجرافيا (الطور الثابت).



الشكل 15-2 عندما يتبخر الماء من محلول السكر المائي تتكون بلورات السكر على الخليط.

## تجربة

5. استعمل ربع ورقة ترشيح قطرها حوالي 11 cm لعمل فتيلة لسحب الماء. ضع نهاية الفتيلة في الثقب الموجود في مركز ورقة الترشيح الدائرية.

6. ضع الورقة مع الفتيلة على سطح كأس الماء، بحيث تكون الفتيلة في الماء. سيصعد الماء في الفتيلة ويتحرك نحو الخارج خلال ورقة الترشيح.

7. عندما يصل الماء إلى حوالي 1 cm من حافة ورقة الترشيح (بعد حوالي 20 دقيقة)، اسحب الورقة بحرص من الكأس المليئة بالماء، وضعها على كأس فارغة أخرى.

### التحليل

1. سجل عدد الأصباغ التي يمكنك تحديدها على ورقة الترشيح. علم حدود دوائر الألوان.

2. استنتج لماذا ترى أنواعاً مختلفة في أماكن مختلفة من الورقة؟

3. قارن النتائج التي حصلت عليها بالأشكال التي حصل عليها زملاؤك، فسر الاختلافات التي قد تظهر.

النقية؟  
ون وفئو

ين،  
تجريباً

ضع نقطة  
بشدة قلم

يجب أن يبين الرسم ورقة الترشيح ونقطة الحبر في مركزها وأصابعاً مختلفة منتشرة انطلاقاً من المركز

تمتلك المكونات المختلفة من الحبر قوى جذب بصورة مختلفة نحو ورقة الترشيح، لذا فإن الألوان التي تكون الحبر ستترسب على مسافات مختلفة من مركز الورقة

4. استعمل مقصاً أو أداة حادة أخرى لعمل ثقب صغير بقطر رأس القلم في مركز بقعة الحبر.  
تحذير: الأجسام الحادة يمكن أن تجرح الجلد.

## التقويم 2-3

### الخلاصة

15. متجانس متجانس غير متجانس

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

16. قارن بين المخاليط والمواد النقية.

17. سمّ طريقة الفصل التي يمكن استعمالها في فصل مكونات المخاليط الآتية:

a. سائلين عديمي اللون. التقطير

b. مادة صلبة غير ذائبة مخلوطة مع سائل. الترشيح

c. كرات زجاجية حمراء وزرقاء متساوية في الحجم والكتلة.

18. صمم خريطة مفاهيمية تلخص العلاقات بين المادة، والعناصر، والمركبات والمواد الكيميائية النقية، والمخاليط المتجانسة، والمخاليط غير المتجانسة.

ستبدو الخريطة مشابهة للشكل ٢,٩

المواد النقية لها تركيب ثابت. وكل مادة نقية في المخلوط تحتفظ بخواصها، في حين أن خواصها تختلف عن الخواص المكونة لها

والتقطير، والتبلور، والتسامي، والكروماتوجرافيا.



## العناصر والمركبات Elements and Compounds

الأهداف

■ تمييز بين العناصر والمركبات.

■ تصف ترتيب العناصر في الجدول الدوري.

■ تشرح سلوك المركبات وفق قانوني النسب الثابتة والمتضاعفة.

■ **المفكرة** الرئيسة المركب مكون من عنصرين أو أكثر متحدين معًا اتحادًا كيميائيًا.

**الربيط مع الحياة** عندما تأكل سلطة الفواكه قد تأكل قطعة منها منفردة، أما عندما تأكل مربي الفواكه فإنك لا تستطيع فصل كل قطعة من الفواكه وحدها. وكما أن المربي مكونة من فواكه فإن المركب مكون من عناصر، ولكنك لا تراها منفردة.



www.ien.edu.sa

## العناصر Elements

■ **مراجعة المفردات**

النسبة: علاقة جزء بآخر أو بالكل من ناحية الكمية.

■ **المفردات الجديدة**

العنصر

الجدول الدوري

المركب

قانون النسب الثابتة

النسبة المئوية بالكتلة

قانون النسب المتضاعفة

رغم أن المادة أشكالاً كثيرة إلا أنه يمكن فصل مكوناتها إلى عدد صغير من الوحدات البنائية الأساسية تسمى عناصر. **العنصر** مادة كيميائية نقية لا يمكن تجزئتها إلى أجزاء أصغر منها بطرائق فيزيائية أو كيميائية. هناك 92 عنصرًا في الطبيعة. ومن هذه العناصر: النحاس Cu والأكسجين O والذهب Au، وهناك أيضًا عناصر لا توجد في الطبيعة، وإنما يتم تحضيرها في المختبر. لكل عنصر اسم كيميائي، ورمز خاص به. ويتكون الرمز من حرف أو اثنين أو ثلاثة، بحيث يكون الحرف الأول كبيرًا، أما باقي الأحرف فتكون صغيرة. ومن المعلوم أن أسماء العناصر ورموزها متفق عليها عالميًا من قبل العلماء لتسهيل التواصل بينهم. ولا تتوافر العناصر الطبيعية على نحو متساو؛ فالهيدروجين H يشكل 75% من كتلة الكون، في حين يشكل الأكسجين O والسليكون Si مجتمعين 75% من كتلة القشرة الأرضية، ويشكل الأكسجين O والكربون C والهيدروجين H أكثر من 90% من جسم الإنسان. ومن جهة أخرى فإن عنصر الفراتسيوم Fr هو أحد أقل العناصر وجودًا في الطبيعة؛ إذ يُقدَّر وجوده بأقل من 20 g موزعة الشكل 16-2 توجد العناصر في حالات مختلفة في الظروف العادية. الشكل 16-2 في الظروف العادية.



وعاء نحاس - صلب



جهاز قياس ضغط الدم (زئبق - سائل)



بالون هيليوم - غاز

العناصر الأساسية

H = 1

Li = 7  
Be = 9,4  
B = 11  
C = 12  
N = 14  
O = 16  
F = 19

Na = 23  
Mg = 24  
Al = 27,3  
Si = 28  
P = 31  
S = 32  
Cl = 35,5

K = 39	Rb = 85	Cs = 133	—	—
Ca = 40	Sr = 87	Ba = 137	—	—
—	? Yt = 88?	? Di = 138?	Er = 178?	—
Ti = 48?	Zr = 90	Ce = 140?	? La = 180?	Th = 231
V = 51	Nb = 94	—	Ta = 182	—
Cr = 52	Mo = 96	—	W = 184	U = 240
—	—	—	—	—
Fe = 56	Ru = 104	—	Os = 195?	—
Co = 59	Rh = 104	—	Ir = 197	—
Ni = 59	Pd = 106	—	Pt = 198?	—
Cu = 63	Ag = 108	—	Au = 199?	—
Zn = 65	Cd = 112	—	Hg = 200	—
—	In = 113	—	Tl = 204	—
—	Sn = 118	—	Pb = 207	—
As = 75	Sb = 122	—	Bi = 208	—
Se = 78	Te = 125?	—	—	—
Br = 80	J = 127	—	—	—

الشكل 17-2

كان مندليف من أوائل العلماء الذين رتبوا العناصر بطريقة دورية، كما هو مبين في الجدول. لاحظ الأعداد الدورية في خواص العناصر.

## المفردات

مفردات علمية

العنصر  
Element

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

**نفرة أولية على الجدول الدوري** مع ازدياد عدد العناصر المكتشفة في بدايات القرن التاسع عشر بدأ العلماء يلاحظون أنماط التشابه بين العناصر في الخواص الفيزيائية والكيميائية ودراساتها. وقد صمم العالم الروسي ديمتري مندليف Dmitri Mendeleev (1834 — 1907م) جدولاً كما في الشكل 17-2 نظم فيه جميع العناصر التي كانت معروفة في ذلك الوقت. كان تصنيفه قائماً على التشابهات بين العناصر وكتلتها. وهو يعد النسخة الأولى بما سمي بعد ذلك "الجدول الدوري". ينظم الجدول الدوري العناصر في شبكة تسمى الصفوف الأفقية فيها "الدورات"، وتسمى الأعمدة "المجموعات" أو "العائلات". والعناصر الموجودة في مجموعة واحدة لها خواص فيزيائية وكيميائية متشابهة. وقد سمي الجدول دورياً لأن نمط الخواص المتشابهة يتكرر من دورة إلى أخرى، وسوف تجد في نهاية هذا الكتاب صورة للجدول الدوري الحديث.

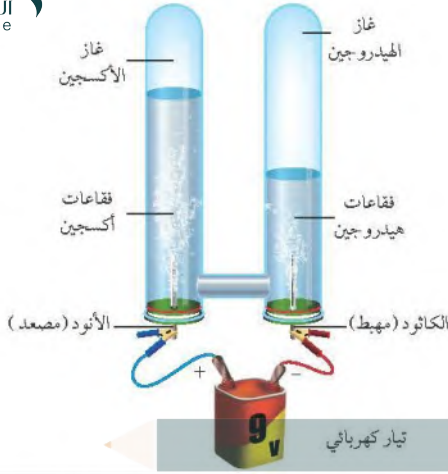
## المركبات Compounds

كثير من المواد الكيميائية النقية تصنف على أنها مركبات. ويتكون المركب من عنصرين أو أكثر متحدتين كيميائياً. وتوجد معظم المواد في الكون على شكل مركبات. يوجد الآن حوالي (10) ملايين مركب معروف، وهي في ازدياد مستمر؛ إذ يتم تحوّل اكتشاف حوالي (100,000) مركب سنوياً.

✓ **ماذا قرأت؟** عرف العنصر والمركب.

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





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

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

**فصل المركبات إلى مكوناتها** لا يمكن تجزئة العناصر إلى مواد أبسط منها بطرائق فيزيائية أو كيميائية، لكن يمكن تجزئة المركبات إلى مواد أبسط بطرائق كيميائية. وعموماً فإن المركبات التي توجد في الطبيعة أكثر استقراراً من حالة العناصر المكونة لها، ولكي تتفكك هذه المركبات إلى عناصر فإنها تحتاج إلى طاقة كالحرارة والكهرباء. وبين الشكل 18-2 تركيب جهاز يستعمل لإحداث تغيير كيميائي للماء وتحليله إلى العناصر المكونة له -الهيدروجين والأكسجين- من خلال عملية تسمى "التحليل الكهربائي". يقوم التيار الكهربائي في هذه العملية بتحليل الماء  $H_2O$  إلى غاز الهيدروجين  $H_2$  وغاز الأكسجين  $O_2$ . ولأن الماء  $H_2O$  يتكون من ذرتين من الهيدروجين  $H_2$  وذرة أكسجين  $O$  فإن حجم غاز الهيدروجين الناتج يكون ضعف حجم غاز الأكسجين  $O_2$ .

✓ **ماذا قرأت؟** اشرح عملية التحليل الكهربائي.

**خواص المركبات** تختلف خواص المركبات عن خواص العناصر الداخلة في تركيبها. ويوضح مثال الماء في الشكل 18-2 هذه الحقيقة. الماء مركب مستقر، وهو سائل في درجات الحرارة العادية، وعند تفكيكه فإن الأكسجين والهيدروجين الناتجين يختلفان كثيراً عن الماء؛ فالأكسجين والهيدروجين غازان عديم اللون والرائحة، ويتفاعلان بشدة مع عدة عناصر. وهذا الاختلاف في الخواص ناتج عن تفاعل كيميائي بين العناصر. بين الشكل 19-2 العناصر المكونة لمركب "يوديد البوتاسيوم". لاحظ اختلاف خواص يوديد البوتاسيوم KI عن خواص العنصرين المكونين له. البوتاسيوم K فلز فضي، واليود  $I_2$  مادة صلبة سوداء اللون توجد على هيئة غاز بنفسجي اللون في درجة حرارة الغرفة، في حين أن يوديد البوتاسيوم KI ملح أبيض.

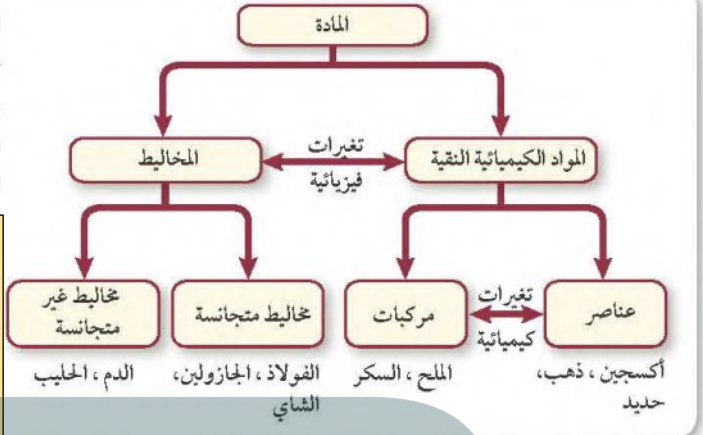
الشكل 19-2 عندما يتفاعل البوتاسيوم واليود يكونان يوديد البوتاسيوم الذي يختلف عنهما في خواصه.

في عملية التحليل الكهربائي، توضع نهاية قطب طويل من البالتين في الماء داخل الأنبوب، وتوصل النهاية الأخرى بمصدر طاقة كهربائي. فيحلل التيار الكهربائي الماء إلى غاز الهيدروجين وغاز الأكسجين. وبما أن الماء مكون من ذرتين من الهيدروجين وذرة من الأكسجين، فيكون حجم الهيدروجين الناتج ضعف حجم الأكسجين.

يوديد البوتاسيوم

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

**افحص** كيف ترتبط المخاليط مع المواد النقية؟ وكيف ترتبط العناصر مع المركبات؟



ترتبط المخاليط والمواد النقية معا من خلال التغيرات الفيزيائية. أما العناصر والمركبات فتترتبط معا من خلال التغيرات الكيميائية

تعلم أنه يمكن تصنيف المواد إلى مواد نقية ومخاليط. وكما درست في السابق فإن المخلوط إما أن يكون متجانساً أو غير متجانس. وتعرف أيضاً أن العنصر مادة كيميائية نقية لا يمكن تجزئتها إلى مواد أبسط منها، في حين أن المركب ناتج عن اتحاد عنصرين أو أكثر، ويمكن تحليله إلى مكوناته. استعمل الشكل 20-2 لمراجعة تصنيف المواد، وكيف ترتبط مكوناتها معاً.

✓ **ماذا قرأت؟** لخص الأنواع المختلفة من المادة، وكيف يرتبط بعضها مع بعض؟

### قانون النسب الثابتة Law of Definite Proportions

قال تعالى: ﴿وَكُلُّ شَيْءٍ عِنْدَهُ بِمِقْدَارٍ﴾ [الرعد: ٨] من الحقائق العجيبة في الكون أن الله تعالى أوجد المركبات، والتي تتكون من العناصر بنفسها بنسب ثابتة ومقدرة بقدر منه سبحانه. وهذا ما يعرف بـ "قانون النسب الثابتة"، الذي ينص على أن المركب يتكون دائماً من العناصر بنفسها بنسب كتلية ثابتة، مهما اختلفت كمياتها. أن كتلة المركب تساوي مجموع كتل العناصر المكونة له.

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

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

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

✓ **ماذا قرأت؟** اكتب نص قانون النسب الثابتة.

ينص قانون النسب الثابتة على أن المركب يتكون دائماً من العناصر نفسها متحدة معا بنسب كتلية ثابتة مهما اختلفت كمية المادة

تقسم المادة إلى مخاليط ومواد نقية، ويرتبط بعضها ببعض عن طريق التغيرات الفيزيائية. ويمكن أن تكون المخاليط متجانسة أو غير متجانسة. أما المواد النقية فتقسم إلى عناصر ومركبات ترتبط معا من خلال تغيرات كيميائية



## تحليل السكروز

## الجدول 2-4

العنصر	التحليل الكتلي (g)	النسبة المئوية بالكتلة (%)	20.00 g من حبيبات سكر المائدة	التحليل الكتلي (g)	النسبة المئوية بالكتلة (%)	500.00 g من سكر القصب
كربون	8.44	$\frac{8.44 \text{ g C}}{20.00 \text{ g}} \times 100 = 42.20\%$	211.0	$\frac{211.0 \text{ g C}}{500.00 \text{ g}} \times 100 = 42.20\%$	211.0	$\frac{211.0 \text{ g C}}{500.00 \text{ g}} \times 100 = 42.20\%$
هيدروجين	1.30	$\frac{1.30 \text{ g H}}{20.00 \text{ g}} \times 100 = 6.50\%$	32.5	$\frac{32.5 \text{ g H}}{500.00 \text{ g}} \times 100 = 6.50\%$	32.5	$\frac{32.5 \text{ g H}}{500.00 \text{ g}} \times 100 = 6.50\%$
أكسجين	10.26	$\frac{10.26 \text{ g O}}{20.00 \text{ g}} \times 100 = 51.30\%$	256.5	$\frac{256.5 \text{ g O}}{500.00 \text{ g}} \times 100 = 51.30\%$	256.5	$\frac{256.5 \text{ g O}}{500.00 \text{ g}} \times 100 = 51.30\%$
المجموع	20.00	100%	500.0	100%	500.0	100%

تتكوّن حبيبات سكر المائدة (السكروز) من ثلاثة عناصر، هي الكربون والهيدروجين والأكسجين. وبين الجدول 2-4 نتائج تحليل 20.0 g من هذا السكر. لاحظ أن مجموع 20.0 g، وهي تساوي كمية حبيبات السكر التي تم تحليلها، الثابتة الذي ينطبق على المركبات: كتلة المركب تساوي مجموع

المركب (I): النسبة المئوية بالكتلة للهيدروجين =

$$11.1\% = (10.0 + 1.0) / 10.0$$

المركب (II): النسبة المئوية بالكتلة للهيدروجين =

$$0.9\% = (2.0 + 3.0) / 32.0$$

بما أن التركيب الكتلي للمركبين مختلف، فإن

المركبين يجب أن يكونا مختلفين

سكروز الذي مصدره قصب السكر، والتي بين الجدول 2-4

لا، إنك لن تكون متأكدا؛ لأن تساوي النسبة

النسبة بالكتلة لأحد العناصر لا يضمن أن

يكون تركيب كل مركب مماثل لتركيب الآخر

يجب أن يتحول دائما من كربون بنسبة 42.20% وهيدروجين بنسبة 6.50% وأكسجين بنسبة 51.30% منها كان مصدرها.

## مسائل تدريبية

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

$$10.9\%$$

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

$$0.0\%$$

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

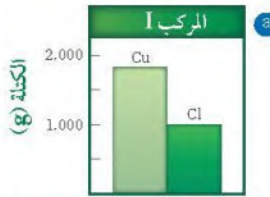
$$20\% = x, 80\% = y$$

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

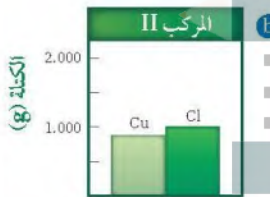
23. تحفيز مركبان كل ما تعرفه عنهما أنها يحتويان على النسبة بالكتلة نفسها من الكربون. هل هما المركب نفسه؟ فسر إجابتك.

## الشكل 2-21 اتحاد النحاس

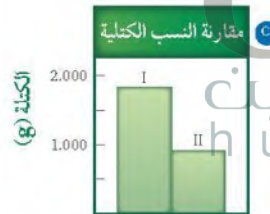
والكلور ينتج عنه مركبات مختلفة.



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



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



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

## قانون النسب المتضاعفة Law of Multiple Proportions

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

✓ **ماذا قرأت؟** اكتب نص قانون النسب المتضاعفة بكلما تذكرك الخاصة.

**الماء وفوق أكسيد الهيدروجين** يوضح مركب الماء  $H_2O$  وفوق أكسيد الهيدروجين  $H_2O_2$  قانون النسب المتضاعفة؛ فكل المركبين مكوّن من العناصر نفسها (هيدروجين وأكسجين)، لكن الماء مكون من ذرتي هيدروجين وذرة واحدة من الأكسجين، في حين أن فوق أكسيد الهيدروجين يتكون من ذرتي هيدروجين وذرتي أكسجين. لاحظ أن فرق أكسيد الهيدروجين يختلف عن الماء في أنه يحتوي على ضعف الكمية من الأكسجين، وعندما تقارن كتلة الأكسجين في فوق أكسيد الهيدروجين بكتلته في الماء فستحصل على نسبة 2 : 1.

**مركبات مكونة من نحاس وكلور** من الأمثلة الأخرى على المركبات التي توضح قانون النسب المتضاعفة مركبات النحاس والكلور؛ إذ يتحد النحاس Cu مع الكلور Cl في ظروف مختلفة لتكوين مركبين مختلفين. وبين الجدول 2-5 نتائج تحليل المركبين؛ فالمركب رقم (I) يحتوي على 64.20% نحاس، في حين يحتوي المركب (II) على 47.27% نحاس، ويحتوي المركب (I) على 35.80% كلور، في حين يحتوي المركب (II) على 52.73% كلور. قارن بين نسب كتل الكلور في المركبين مستعيناً بالجدول 2-5 والشكل 2-21. لاحظ أن نسبة كتلة النحاس إلى الكلور في المركب I تساوي ضعف نسبة النحاس إلى الكلور في المركب II.

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

## بسبب قانون النسب المتضاعفة

✓ **اختبار الرسم البياني** فسر لماذا تكون نسبة كتلي النحاس في المركبين 2:1؟

### تحليل البيانات لمركبي نحاس

### الجدول 2-5

المركب	Cu%	Cl%	كتلة (g) Cu في 100.0g	كتلة (g) Cl في 100.0g	النسبة الكتلية (كتلة Cu / كتلة Cl)
I	64.20	35.80	64.20	35.80	1.793 g Cu / 1 g Cl
II	47.27	52.73	47.27	52.73	0.8964 Cu / 1 g Cl





النسبة المئوية بالكتلة للهيدروجين في الماء =

$$11\% = 100\% \times 18.0 / 20$$

النسبة المئوية بالكتلة للأكسجين في الماء =

$$89\% = 100\% \times 18.0 / 16.0$$

المركب (I): النسبة المئوية بالكتلة للحديد =

$$30.0\% = 60.0\% \text{ وللأكسجين}$$

المركب (II): النسبة المئوية بالكتلة للحديد =

$$77.73\% = 22.27\% \text{ وللأكسجين}$$

ولذا فإن المركبين ليسا متماثلين. ونسبة لكتل

للمركب (I) إلى المركب (II) هي ٢,٣

الجدول 5-2 والشكل 21-2، ويسميان كلوريد النحاس I،  
وكي يشير قانون النسب المتضاعفة فإن النسبة بين كتلتين مختلفتين  
من النحاس تتحد كل منهما مع كتلة ثابتة من الكلور في المركبين هي نسبة عددية بسيطة  
بدرجة، تساوي 2:1.

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

الجدول الدوري للعناصر منظم  
بالاعتماد على التشابهات في  
الخصائص الفيزيائية والكيميائية،  
وتتكرر أنماط الخصائص المتشابهة  
من دورة إلى أخرى

يصف قانون النسب الثابتة على أن  
يصف قانون النسب الثابتة  
التركيب الكتلي لمادة ما

يربط قانون النسب المتضاعفة  
تركيب مركبين مكونين من  
العناصر نفسها

24. الفكرة الرئيسة: قارن بين العناصر والمركبات.

25. صف الملامح التنظيمية الأساسية للجدول الدوري للعناصر.

26. فسر كيف ينطبق قانون النسب الثابتة على المركبات؟

27. اذكر مثالين لمركبات ينطبق عليها قانون النسب المتضاعفة.

28. أكمل الجدول الآتي، ثم حلل البيانات الموجودة فيه لتقرر ما إذا كان  
المركب I والمركب II هما المركب نفسه. إذا كان المركبان مختلفين  
فاستعمل قانون النسب المتضاعفة لتبين العلاقة بينهما.

بيانات تحليل مركبين للحديد

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

29. احسب النسبة المئوية بالكتلة للهيدروجين وللأكسجين في الماء بالرجوع  
إلى الجدول الدوري.

30. ارسم رسمًا بيانيًا يوضح قانون النسب المتضاعفة.

# في الميدان

مهن: المحقق

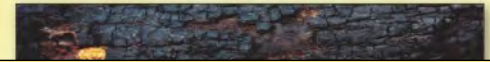
## الكشف عن مسرعات الحرائق المتعمدة

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

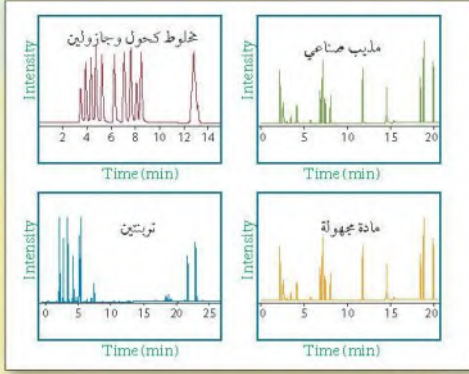
**المسرعات** إن من يحققون في الحرائق يعملون الأدلة لتقدير كيف بدأت النار؟ وكيف انتشرت؟ فإذا كان هناك شك في أن الحريق متعمد فإن احتمال مساهمة المسرعات (مواد تسرع انتشار النار) أمر وارد.

**خواص المسرعات** قد تكون المسرعات مفيدة إذا استعملت وقوداً، ويعد وجودها خطراً كبيراً في حال وجود حريق؛ فهي مذيبات قوية، وتمتص بسرعة، ولا تمتزج بسهولة مع الماء، وتطفو غالباً فوقه. وفي درجات الحرارة العادية تنتج المسرعات أبخرة يمكن أن تشتعل.

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



يربط تشابه اللوحة (الكروماتوجرام) للمادة المجهولة مع كروماتوجرام مذيب صناعي إلى حد كبير لأن المجرم لا بد أن يحتاج إلى مواد كيميائية مستعملة في الصناعة، إما من خلال مكان عمله أو مكان عمل أحد أفراد أسرته أو أصدقائه



الشكل 2: أشكال بيانية (كروماتوجرام) مميزة للمركبات كيميائية الأصابع

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

### الكتابة في الكيمياء

التفكير الناقد انظر إلى الشكل البياني (الكروماتوجرام) للمادة المجهولة، وقارنه بالأشكال الخاصة بالمواد الثلاثة المعروفة. هل تستطيع معرفة أي مسرع استعمل؟ هل تطابق هذه المعرفة أي تصور عمّن قام بالجريمة؟ فسر إجابتك.



## تحديد نواتج التفاعل الكيميائي

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

14. التنظيف والتخلص من النفايات تخلص من المواد الكيميائية وفق توجيهات معلمك.

### حل واستنتج

1. لاحظ واستنتج صف التغيرات التي لاحظتها في الخطوة 6. هل كان هناك دليل على حدوث تغير كيميائي؟ توقع المواد الناتجة.
2. قارن بحث في أحد المصادر لتحديد ألوان كل من فلز الفضة، ونواتج النحاس في الماء، ثم قارن هذه المعلومات بملاحظاتك على المواد المتفاعلة والمواد الناتجة في الخطوة 6.
3. حدد يبعث النحاس ضوءاً أزرق مائلاً إلى الخضرة في اختبار اللهب. هل تؤكد ملاحظاتك وجود النحاس في السائل الذي جمع في الخطوة 11؟
4. صنف من أي أنواع المخاليط يعد تترات الفضة في الماء؟ أي أنواع المخاليط تكون بعد الخطوة 6؟

### التوسع في الاستقصاء

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

**الخلفية:** يمكن دراسة التغيرات الكيميائية بملاحظة التفاعلات الكيميائية. ويمكن تحديد نواتج التفاعلات من خلال اختبار اللهب.

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

### المواد والأدوات اللازمة

محلول $AgNO_3$	حلقة من الحديد
ورق صنفرة	حامل حلقي
ساق تحريك زجاجية	طبق بتري بلاستيكي
ورق ترشيح	لهب بنزن
كأس زجاجية 50 mL	مشبك ورق
مخبار مدرج 50 mL	سلك نحاسي
دورق مخروطي 250 mL	قمع

### إجراءات السلامة

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

### خطوات العمل

1. املا بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية على منصة عين.
2. ادلك سلكاً نحاسياً طوله 8 cm بورق الصنفرة حتى يصبح لامعاً. لاحظ خصائصه الفيزيائية ودونها.
3. ضع 25 mL من محلول نترات الفضة  $AgNO_3$  في كأس سعتها 50 mL، ودون خصائصه الفيزيائية.
4. اجعل جزءاً من السلك على هيئة ملف زبركي الشكل، واجعل من طرف جزئه الآخر خطأً وعلقه في ساق التحريك.
5. ضع ساق التحريك على فوهة الدورق بشكل عرضي، بحيث يغمر جزء من السلك في المحلول.
6. سجل ملاحظاتك عن السلك والمحلول كل 5 دقائق مدة 20 دقيقة.
7. حصر جهاز الترشيح: صل الحلقة الحديدية بالحامل الحلقي، وعدّل ارتفاعها بحيث تصل نهاية القمع إلى داخل عنق الدورق المخروطي.



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

## 2-1 خواص المادة

### المفاهيم الرئيسية

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

**الفكرة (الرئيسية)** توجد معظم المواد

المألوفة على شكل مواد صلبة أو سائلة أو غازية، ولها خواص فيزيائية وكيميائية مختلفة.

### المفردات

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

## 2-2 تغيرات المادة

### المفاهيم الرئيسية

- التغير الفيزيائي يغير من الخواص الفيزيائية للمادة دون أن يغير تركيبها.
- التغير الكيميائي، والذي يسمى أيضاً «التفاعل الكيميائي» يتضمن تغيراً في تركيب المادة.
- في التفاعل الكيميائي تتحول المتفاعلات إلى نواتج.
- ينص قانون حفظ الكتلة على أن الكتلة لا تفنى ولا تستحدث في أثناء التفاعل الكيميائي - إلا بقدره الله تعالى - فهي محفوظة.

**الفكرة (الرئيسية)** يمكن أن يحدث للمادة

تغيرات فيزيائية وكيميائية.

### المفردات

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

كتلة المتفاعلات = كتلة النواتج

### 2-3 المخاليط

#### المفاهيم الرئيسية

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

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

#### المفردات

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

### 2-4 العناصر والمركبات

#### المفاهيم الرئيسية

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

**الفكرة الرئيسية** المركب مكون من عنصرين أو أكثر متحدتين معاً اتحاداً كيميائياً.

#### المفردات

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



٣٦- صلبة وسائله وغازية. ستتغير المادة النقية

الموجودة في الحالة الغازية عند درجات الحرارة العادية تسمى غازات، في حين أن المواد النقية مثل بخار الماء لا تسمى أبخرة الحالة الغازية في درجات الحرارة العادية تسمى أبخرة

### إتقان حل المسائل

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

الجدول 6-2 بيني مركبين صلبين لونهما أبيض، لكن السكروز هو الذي يتحلل قبل أن يصل إلى درجة الغليان، لذا، فإن المادة المجهولة هي السكروز.

العبارة خاطئة. تتأثر الخواص بتغير درجة الحرارة والضغط. ستختلف التفسيرات.

### إتقان المفاهيم

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

- كسر قلم جزأين: فيزيائي
- تجمد الماء وتكوين الجليد: فيزيائي
- قلى البيض: كيميائي
- حرق الخشب: كيميائي
- تغير لون ورق الشجر في فصل الخريف: كيميائي

43. تغير كيميائي؛ فالموز الأخضر له صفات مختلفة عن صفات الموز الأصفر

44. تغير فيزيائي؛ لأن تركيب المواد لم يتغير ذلك

45. المؤشرات المحتملة للتفاعل الكيميائي تتضمن تغيراً في اللون، أو الرائحة، أو درجة الحرارة، أو إنتاج غاز، أو تكون مادة صلبة، عند مزج المتفاعلات

ما المواد المتفاعلة، وما المواد الناتجة؟

47. كتلة الشمع محفوظة إذا أخذت الغازات الناتجة من التفاعل بعين الاعتبار

48. التغير الفيزيائي يغير المادة دون تغيير تركيبها، في حين أن التغير الكيميائي يتضمن تغيراً في التركيب

٣٩- يبقى ٠ حجم الحليب كما هو. الحليب السائل يأخذ شكل الوعاء الذي يوضع فيه، وهكذا فإن شكل الحليب يتغير عندما يصب من الكرتونة إلى الوعاء

ماء الصنبور لا لون له، وهو سائل، ويتجمد عند درجة ٠ درجة سيلزيوس تقريباً، ويغلي عند ١٠٠ درجة سيلزيوس تقريباً

المواد النقية لها تراكيب فريدة وغير متغيرة

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

مادة كيميائية نقية، لها تركيب ثابت

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

33. اذكر ثلاث خواص فيزيائية للماء.

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

- |       |               |           |      |
|-------|---------------|-----------|------|
| نوعية | درجة الانصهار | b. الكتلة | كمية |
| نوعية | الكثافة       | d. الطول  | كمية |

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

36. اذكر حالات المادة الثلاث، وأعط أمثلة عليها.

37. صنف المواد الآتية إلى صلبة أو سائلة أو غازية في ضوء الحليب: سائل، الهواء: غاز، النحاس: صلب، الهيليوم:

غاز، الماس: صلب، الشمع: صلب

38. صنف الخواص الآتية إلى فيزيائية أو كيميائية.

- للألومنيوم لون فضي: فيزيائية
- كثافة الذهب  $19 \text{ g/cm}^3$ : فيزيائية
- يشتعل الصوديوم عند وضعه في الماء: كيميائية
- يغلي الماء عند  $100^\circ\text{C}$ : فيزيائية
- تتكون طبقة سوداء على الفضة: كيميائية
- الزئبق سائل في درجات الحرارة العادية: فيزيائية

39. قُرعت علب حليب في وعاء. صف التغيرات الحادثة في شكل الحليب وحجمه نتيجة ذلك

الحل في الأعلى

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

خاصة مميزة أم غير مميزة؟

كلاهما يغلي عند درجة حرارة ١٠٠ درجة سيلزيوس؛ درجة الغليان صفة خاصة؛ لأنها لا تعتمد على الكمية





الغازات هي أكثر حالات المادة قابلية للانضغاط. وأما المواد الصلبة فأقلها. تتحدد قابلية الانضغاط بكمية الفراغ الموجود بين الجسيمات في كل حالة. فالغازات فيها أكبر قدر من الفراغ بين الجسيمات، على حين أن المواد الصلبة فيها أقل قدر من الفراغ.

77. يتحد الفوسفور مع الهيدروجين ليكون الفوسفين. وفي هذا التفاعل يتحد 123.9 g من الفوسفور مع كمية وافرة من الهيدروجين لإنتاج 129.9 g فوسفين، وبعد انتهاء التفاعل يبقا كتلة الهيدروجين

كتلة الهيدروجين = 6,0 g

الكتلة الابتدائية للهيدروجين = 316 g

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

50 جزيئة؛ 50 ذرة أكسجين ستبقى

79. صنف المواد يعتمد على عينة

مخلوط غير متجانس

مخلوط متجانس

a. الهواء c. التراب e. الترسبات

b. الدخان d. الماء النقي f. الماء المالح

مخلوط غير متجانس مادة نقية مخلوط غير متجانس

مركب مركب

مركب مركب

مركب مركب

مركب مركب

مركب مركب

مركب مركب

مركب مركب

مركب مركب

مركب مركب

مركب مركب

مركب مركب

مركب مركب

مركب مركب

مركب مركب

مركب مركب

مركب مركب

مركب مركب

مركب مركب

مركب مركب

مركب مركب

مركب مركب

69. يتحد الماغنسيوم مع الأكسجين لتكوين أكسيد الماغنسيوم. إذا تفاعل 10.57 g ماغنسيوم تمامًا مع 6.96 g أكسجين فما النسبة المئوية بالكتلة للأكسجين في أكسيد

النسبة المئوية بالكتلة للأكسجين = 39,7%

70. عند تسخين أكسيد الزئبق فإنه يتحلل إلى زئبق وأكسجين. إذا تفاعل 28.4 g من أكسيد الزئبق ونُتج 2.0 g أكسجين فما النسبة المئوية بالكتلة للزئبق = 93,0%

71. يتحد الكربون مع الأكسجين ويكون مركبين، يحتوي المركب (1) هي (0,748:1) على حين أنها في المركب (2) (0,370:1)

72. عينة كتلتها 100.0 g من مركب ما تحتوي على 64.0 g الكلور. ما النسبة المئوية بالكتلة للكلور في المركب؟ 64%

73. ما القانون الذي تستعمله لمقارنة CO مع CO<sub>2</sub>؟ فسر ذلك. ده من الناحية الذرية، حسابات، جاذبات، المركب

قانون النسب المتضاعفة CO<sub>2</sub> سيحصل على أعلى نسبة مئوية كتلية للأكسجين؛ لأنه يحتوي على عدد أكبر من ذرات الأكسجين مقابل العدد نفسه من ذرات الكربون

قانون النسب المتضاعفة CO<sub>2</sub> سيحصل على أعلى نسبة مئوية كتلية للأكسجين؛ لأنه يحتوي على عدد أكبر من ذرات الأكسجين مقابل العدد نفسه من ذرات الكربون

قانون النسب المتضاعفة CO<sub>2</sub> سيحصل على أعلى نسبة مئوية كتلية للأكسجين؛ لأنه يحتوي على عدد أكبر من ذرات الأكسجين مقابل العدد نفسه من ذرات الكربون

قانون النسب المتضاعفة CO<sub>2</sub> سيحصل على أعلى نسبة مئوية كتلية للأكسجين؛ لأنه يحتوي على عدد أكبر من ذرات الأكسجين مقابل العدد نفسه من ذرات الكربون

قانون النسب المتضاعفة CO<sub>2</sub> سيحصل على أعلى نسبة مئوية كتلية للأكسجين؛ لأنه يحتوي على عدد أكبر من ذرات الأكسجين مقابل العدد نفسه من ذرات الكربون

قانون النسب المتضاعفة CO<sub>2</sub> سيحصل على أعلى نسبة مئوية كتلية للأكسجين؛ لأنه يحتوي على عدد أكبر من ذرات الأكسجين مقابل العدد نفسه من ذرات الكربون

قانون النسب المتضاعفة CO<sub>2</sub> سيحصل على أعلى نسبة مئوية كتلية للأكسجين؛ لأنه يحتوي على عدد أكبر من ذرات الأكسجين مقابل العدد نفسه من ذرات الكربون

قانون النسب المتضاعفة CO<sub>2</sub> سيحصل على أعلى نسبة مئوية كتلية للأكسجين؛ لأنه يحتوي على عدد أكبر من ذرات الأكسجين مقابل العدد نفسه من ذرات الكربون

قانون النسب المتضاعفة CO<sub>2</sub> سيحصل على أعلى نسبة مئوية كتلية للأكسجين؛ لأنه يحتوي على عدد أكبر من ذرات الأكسجين مقابل العدد نفسه من ذرات الكربون

قانون النسب المتضاعفة CO<sub>2</sub> سيحصل على أعلى نسبة مئوية كتلية للأكسجين؛ لأنه يحتوي على عدد أكبر من ذرات الأكسجين مقابل العدد نفسه من ذرات الكربون

قانون النسب المتضاعفة CO<sub>2</sub> سيحصل على أعلى نسبة مئوية كتلية للأكسجين؛ لأنه يحتوي على عدد أكبر من ذرات الأكسجين مقابل العدد نفسه من ذرات الكربون

المركب	كتلة المركب (g)	الأكسجين (g)	النسبة المئوية بالكتلة للأكسجين	في المركب (g)
CuO	84.0	16	20	Cu=64
H <sub>2</sub> O	18.0	16	89	2H=2
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	34.0	32	94	2H=2
CO	28.0	16	57	12
CO <sub>2</sub>	44.0	32	73	12

## مراجعة عامة

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

76. صنف المخاليط الآتية إلى متجانسة أو غير متجانسة:

a. النحاس الأصفر (سبيكة من الخارصين) متجانس  
b. السلطة. c. الدم. غير متجانس  
c. مسحوق شراب مذاب في الماء. متجانس

تقويم إضافي

التحابة 2 الكيمياء

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

أسئلة المستندات

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

الجدول 9-2 كتل العناصر في المركبات

الملاحظات	الصيغة الكيميائية	اسم الصبغة
تج عن تقطير الخشب في وعاء مغلق.	عنصر الكربون (الكربون الأسود)	الفحم
مركب بلوري يحوي شوائب زجاج.	سليكات النحاس الكالسيوم $\text{CaCuSi}_4\text{O}_{10}$	الأزرق المصري
تم تحضيرها من نباتات مختلفة من جنس الشربق أو القطف.	$\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_2$	النيلة
يستخدم بصورة مستمرة في كاتبة المناطق الجغرافية وطوال الزمن.	أكسيد الحديد الأحمر (الهيماتيت) وهو المكون الرئيسي للصدأ $\text{Fe}_2\text{O}_3$	
مركبات أخرى من النحاس قوي كربونات، تسمى الزنجار.	$\text{CuCO}_3, \text{Cu}(\text{OH})_2$	الزنجار

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

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

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

التفكير الناقد

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

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

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

b. ما النسبة تقريباً لكتلة X إلى كتلة Y في العينات من:

النسبة الكتلية X إلى Y للعينات I, III, IV هي 1:3,70

c. ما النسبة تقريباً لكتلة X إلى كتلة Y في العينات التي لم

العينة (II) لها نسبة كتلية = 1,91:1

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

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

مسألة تحفيز

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

مراجعة تراكمية

89. ما الكيمياء؟

90. ما الكتلة؟

الكتلة هي مقياس كمية المادة في جسم ما. وهي تقاس بالميزان ذي الكفتين. وزن جسم ما يساوي مقدار جذب الأرض الواقع على كتلته. ويقاس بالميزان النابضي



يمكن أن تأخذ كل من المتغيرات المستقلة والتابعة قيماً مختلفة في أثناء سير التجربة. فالمتغير المستقل له قيمة محددة من قبل يحددها الباحث، على حين يأخذ المتغير التابع قيماً تنتج من التجربة، ولذلك لا يمكن تحديدها سلفاً

### أسئلة الاختيار من متعدد

استعن بالجدول أدناه للإجابة عن السؤالين 1 و 2.

التحليل الكتلي لعينتي كلور - فلور				
العينة	كتلة الكلور (g)	كتلة الفلور (g)	% Cl	% F
I	13.022	6.978	65.11	34.89
II	5.753	9.248	?	?

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

a. 0.6220 و 61.65

b. 61.65 و 38.35

c. 38.35 و 0.6220

d. 38.35 و 61.650

2. إلى أي القانونين (النسب الثابتة أم المتضاعفة) تخضع

نسبة كتلي الكلور والفلور في العيتين؟

a. قانون النسب الثابتة؛ لأن العيتين مأخوذتان من مركب واحد.

b. قانون النسب المتضاعفة؛ لأن العيتين مأخوذتان من مركب واحد.

c. قانون النسب الثابتة؛ لأن العيتين مأخوذتان من مركبين مختلفين.

d. قانون النسب المتضاعفة؛ لأن العيتين مأخوذتان من مركبين مختلفين.

3. أي خواص السكر الآتية ليست فيزيائية؟

a. يوجد على شكل بلورات صلبة في درجات الحرارة العادية

b. يظهر بلون أبيض.

c. يتحلل إلى كربون وبخار ماء عند تسخينه.

d. طعمه حلو.

4. أي العبارات الآتية تصف مادة في الحالة الصلبة؟

a. تناسب جسيماتها بعضها فوق بعض.

b. يمكن ضغطها إلى حجم أصغر.

c. تأخذ شكل الوعاء الذي توجد فيه.

d. جسيماتها متلاصقة بقوة.

5. تشابه العناصر: Cs, K, Na, Li في الخواص الكيميائية.

تقع هذه العناصر في الجدول الدوري ضمن:

a. صف b. دورة c. مجموعة d. عنصر.

6. يتفاعل الماغنسيوم مع الأكسجين لتكوين أكسيد الماغنسيوم.

ما العبارة غير الصحيحة فيما يتعلق بهذا التفاعل؟

a. كتلة أكسيد الماغنسيوم الناتج تساوي مجموع كتلي العنصرين المتفاعلين.

b. يصف التفاعل تكوين مادة جديدة.

c. أكسيد الماغنسيوم الناتج هو مركب كيميائي.

d. خواص أكسيد الماغنسيوم تشبه خواص الماغنسيوم والأكسجين.

### أسئلة الإجابات القصيرة

7. قارن بين المتغير المستقل والمتغير التابع في التجربة.

### أسئلة الإجابات المفتوحة

استعن بالجدول أدناه للإجابة عن الأسئلة من 8 إلى 10.

خواص المواد المكونة لمخلوط نشارة الخشب وملح الطعام				
المادة	ذائبة في الماء	ذائبة في الكحول	الكثافة (g/cm³)	حجم الجسيمات (mm)
نشارة خشب	لا	لا	0.21	1
ملح الطعام	ن	ن	2.16	0.5

المخلوط غير متجانس. يمكن تمييز المواد المختلفة بسهولة بناء على حجم الجسيمات واللون

هذه صفات فيزيائية؛ لأنها تعتمد على المادة نفسها. أما الصفات الكيميائية فتعتمد على سلوك المواد عندما تتفاعل مع غيرها

أضف الماء ستطفو نشارة الخشب؛ لأن كثافتها أقل من كثافة الماء وسيذوب الملح. رشح لفصل المادتين، ثم بلور لإزالة الماء

وصف الفروق بين التغير الكيميائي والتغير الفيزيائي.

لا يؤدي التغير الفيزيائي إلى تغير تركيب المواد، في حين أن التغير الكيميائي عملية تتحول فيها مادة أو أكثر إلى مواد جديدة. احتراق الجازولين تغير كيميائي؛ لأنه يتحول إلى مواد أخرى في أثناء الاحتراق