

المادة - الخواص والتغيرات

Matter— Properties and Changes

2

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

1-2 خواص المادة

الفكرة الرئيسية توجد معظم المواد المألوفة في الحالات الثلاث (الصلبة والسائلة والغازية)، ولها خواص فيزيائية وكيميائية مختلفة.

2-2 تغيرات المادة

الفكرة الرئيسية يمكن أن يحدث للمادة تغيرات فيزيائية وكيميائية.

3-2 المخاليط

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

4-2 العناصر والمركبات

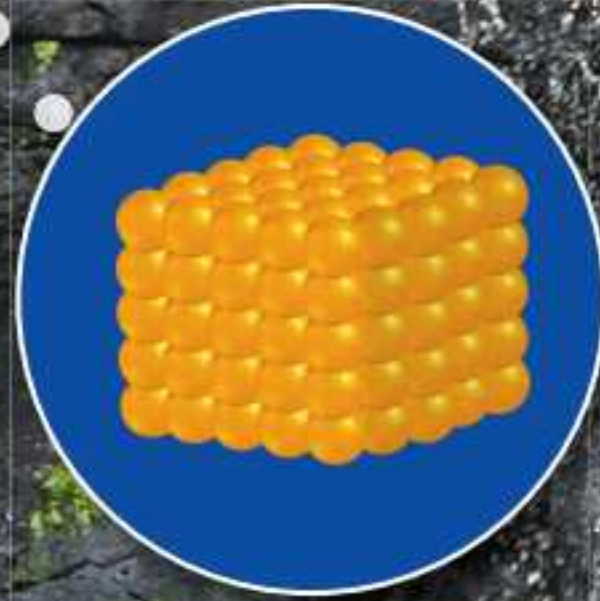
الفكرة الرئيسية المركب مكون من عنصرين أو أكثر متحدّين معاً اتحاداً كيميائياً.

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.



غاز



صلب



سائل

نشاطات تمهيدية

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

المطويات

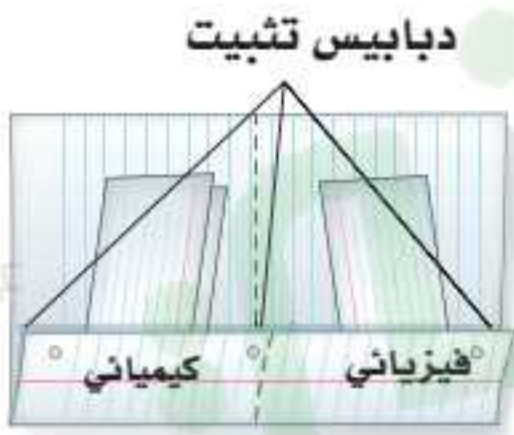
منظمات الأفكار



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



الخطوة 2 اطو الورقة من المنتصف.



الخطوة 3 افتح الورقة، وثبتها، كما في الشكل؛ لتكوّن جيّين. سَمّ الجييين: فيزيائي وكيميائي.

المطويات استعمال هذه المطوية في

القسمين 1-2 و 2-2 من هذا الفصل. عندما تقرأ هذه الأقسام استعمال بطاقات أو أرباع أوراق عادية لتلخيص ما تعلمته عن خواص المادة وتغيراتها. ضع هذه البطاقات في جيوب المطوية.

تجربة استهلاكية

كيف يمكنك ملاحظة التغير الكيميائي؟

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

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية على منصة عين الإثرائية.

2. ضع قطعة من فلز الخارصين في أنبوب اختبار كبير.

3. ثبت الأنبوب بهامسك 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 بعود ثقاب مدة خمس ثوان، ثم انفخ عليها لتطفئ اللهب تاركاً إياها على شكل جمرة.

تحذير: تأكد أن فوهة الأنبوب موجهة بعيداً عنك عند تقريب الجمرة إليها.

6. قرب الجمرة المتوهجة من فوهة الأنبوب، ثم انقلها إلى فوهة المخبر المدرج، وسجل ملاحظاتك.

7. تخلص من الجمرة كما يطلب المعلم.

8. صب حمض الهيدروكلوريك HCl بحذر في أنبوب الاختبار الذي يحوي الخارصين.

9. انتظر دقيقة، ثم كرر الخطوة رقم 5.

10. قرب الجمرة المتوهجة من فوهة أنبوب الاختبار ودوّن ملاحظاتك.

التحليل

1. صف أي تغيرات شاهدتها في أثناء التجربة.

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

2. استنتج سبب تكون فقاعات عند إضافة حمض الهيدروكلوريك HCl إلى فلز الخارصين.

تفاعل الخارصين مع HCl ونتج غاز الهيدروجين.

3. استنتج ما الذي حدث للجمرة المتوهجة في الخطوة 10؟ لماذا لم يحدث ذلك في الخطوة 6؟

نتجت الفرقعة بسبب تفاعل الغاز الناتج عن التفاعل مع أكسجين الهواء. ولم يحدث ذلك في الخطوة السادسة؛ لأنه لم ينتج فيها غاز.

استقصاء لماذا انتظرت قبل استعمال شظية الخشب؟ صمم تجربة لتحديد ما إذا كانت النتائج ستختلف مع الوقت.

تنوع الإجابات.

• تعيّن خواص المواد.

• تفرّق بين الحالات الفيزيائية للمادة.

• تميّز بين الخواص الفيزيائية والكيميائية للمواد.

مراجعة المفردات

الكثافة : نسبة كتلة الجسم إلى حجمه.

المفردات الجديدة

حالات المادة

البلازما

المادة الصلبة

السائل

الغاز

البخار

الخاصية الفيزيائية

الخاصية غير المميزة

الخاصية المميزة

الخاصية الكيميائية

خواص المادة Properties of Matter



www.ien.edu.sa

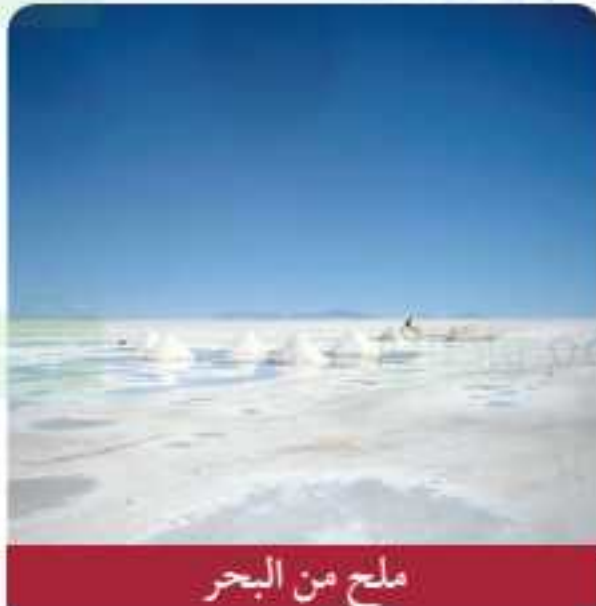
الفكرة الرئيسية توجد معظم المواد المألوفة في الحالة الصلبة أو السائلة أو الغازية، ولها خواص فيزيائية وكيميائية مختلفة.

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

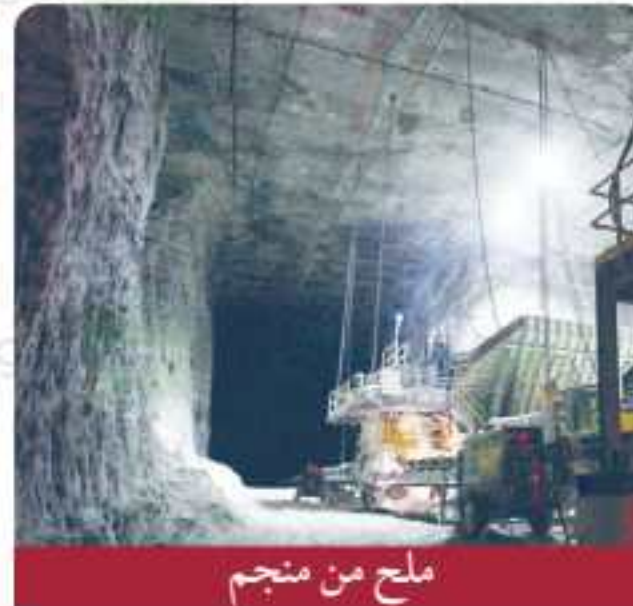
المواد الكيميائية النقية Substances

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؛ فالملح الذي يستخرج من البحر أو من المنجم له دائماً نفس التركيب والخواص. وقد اكتشف الملح بكميات كبيرة في مدينة القصب في المملكة العربية السعودية، ويستخرج بحفر برك كبيرة يضخّ داخلها الماء بمحركات كهربائية، ثم يترك فترة من الزمن، وعندما يتبخر الماء يترسّب الملح على وجه البركة مشكلاً طبقة سميكة من الملح 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 فسوف نجد أنها 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.



ملح من البحر



ملح من منجم



مالح مدينة القصب

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

الربط مع رؤية ٢٠٣٠



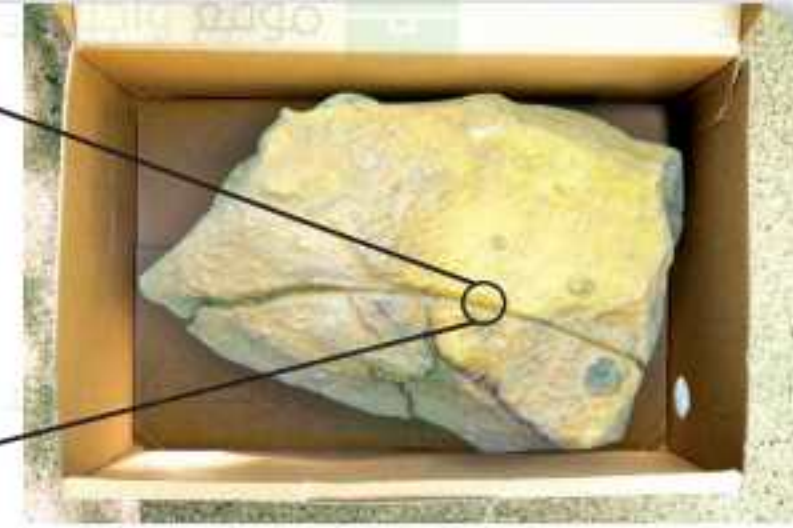


مُنح البروفيسور إريك كورنيل
جائزة الملك فيصل / فرع العلوم
عام 1417 هـ في مجال الفيزياء،
لنجاحه مع زميله الدكتور كارل
وايمان، في اكتشاف أن للمادة
حالة جديدة لم تسبق مشاهدتها
هي حالة التكاثف التي تحدث إذا
انخفضت درجة حرارتها تحت
مستوى معين.

* المصدر: موقع جائزة الملك فيصل / فرع العلوم



الشكل 2-3 السائل يأخذ
شكل الوعاء الذي يوضع فيه،
وجسيماته ليست ثابتة في
أماكنها.



الشكل 2-2 للمادة الصلبة شكل محدد، ولا تأخذ شكل الوعاء الذي توضع فيه؛ لأن جسيمات المادة الصلبة مرصوصة بإحكام.

States of Matter حالات المادة

تخيل أنك تجلس على مقعد، تتنفس بسرعة وتشرب الماء بعد لعب مباراة كرة قدم. إنك في هذه الحالة تتعامل مع ثلاثة أشكال من المادة: المقعد الصلب، والماء السائل، والهواء الذي تتنفسه وهو غاز.

وفي الحقيقة، يمكن تصنيف جميع المواد الموجودة في الطبيعة على الأرض ضمن واحدة من هذه الحالات الثلاث التي تسمى **حالات المادة**. ويمكن تمييز كل حالة منها من خلال الطريقة التي تملأ بها الوعاء الذي توضع فيه. وقد ميّز العلماء حالة أخرى للمادة تسمى **«البلازما»** وهي حالة مميزة من حالات المادة يمكن وصفها بأنها غاز متأين تكون فيه الإلكترونات حرة وغير مرتبطة بالذرة أو الجزيء. وقد يبدو أنها غير شائعة، رغم أن معظم المواد في الكون في حالة البلازما؛ فمعظم مكونات النجوم بلازما في درجات حرارة عالية، كما أنها توجد في لوحات إعلانات النيون وفي المصابيح الكهربائية، وشاشات التلفاز.

✓ **ماذا قرأت؟** سمّ حالات المادة.

حالات المادة هي الحالات الفيزيائية التي

توجد عليها المادة، وهي **الصلبة والسائلة والغازية**.

المواد الصلبة **المادة الصلبة** حالة من حالات المادة، لها شكل وحجم محددان. فالخشب والحديد والورق والسكر جميعها أمثلة على المواد الصلبة. وجسيمات المادة الصلبة مترابطة بإحكام، وعند تسخينها تتمدد قليلاً. ولأن شكلها ثابت فإنها لا تأخذ شكل الوعاء الذي توضع فيه، فإذا وضعت حجراً في وعاء فإنه لن يأخذ شكل الوعاء، كما هو مبين في الشكل 2-2. إن التراصّ المحكم لجسيمات المواد الصلبة يجعلها غير قابلة للانضغاط، بمعنى أنه لا يمكن ضغطها إلى حجم أصغر. ومن الجدير بالذكر أن المادة الصلبة لا تُحدّد بمدى تماسكها أو قساوتها، فالأسمنت قاسٍ والشمع لين، وكلاهما مادة صلبة.

السوائل **السائل** حالة من حالات المادة، له صفة الجريان، حجمه ثابت، ولكنه يأخذ شكل الوعاء الذي يوضع فيه. ومن السوائل: الماء والدم والزئبق. الجسيمات في السائل ليست ثابتة في مكانها، وهي أقلّ ترابطاً من جسيمات المادة الصلبة، مما يجعلها قادرة على الحركة وتجاوز بعضها بعضاً. هذه الخاصية تسمح للسائل بالجريان ليأخذ شكل الوعاء الذي يوضع فيه، كما هو مبين في الشكل 2-3، رغم أنه قد لا يملأ الوعاء كله.

حجم السائل ثابت بغض النظر عن حجم الوعاء الذي يحتويه. ونتيجة للطريقة التي ترتبط بها جسيمات السائل فإنه غير قابل للانضغاط، ولكنه كالمواد الصلبة قابل للتمدد بالتسخين.

✓ **ماذا قرأت؟** قارن خواص السوائل والمواد الصلبة من حيث ترتيب جسيماتها.

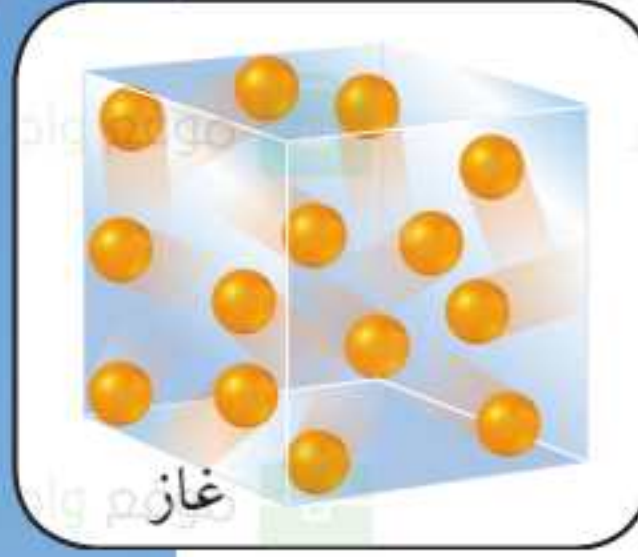
الجسيمات في المواد الصلبة مترابطة بقوة.

ويعطي هذا الترتيب المواد الصلبة شكلها المحدد، ويجعلها

غير قابلة للانضغاط. أما الجسيمات في السوائل فلا تتماسك

فيما بينها بقوة، وهذا يفسر صفة الجريان للسوائل، وأخذها

شكل الإناء الذي توضع فيه.



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

الغازات الغاز حالة من حالات المادة، يأخذ شكل الإناء الذي يملؤه، كما هو مبين في الشكل 2-4. جسيمات الغاز متباعدة جدًا بعضها عن بعض بالمقارنة بجسيمات المواد الصلبة والسائلة. لذا فإن الغازات تنضغط بسهولة.

ربما تكون كلمة بخار مألوقة لديك، لكن البخار والغاز -رغم التشابه بينهما- لا يعنيان الشيء نفسه. فكلمة غاز تشير إلى مادة توجد في الحالة الغازية في درجات الحرارة العادية. أما كلمة **بخار** فتشير إلى الحالة الغازية لمادة توجد بشكل صلب أو سائل في درجات الحرارة العادية. فبخار الماء يسمى بخارًا لأن الماء يوجد بشكل سائل في درجات الحرارة العادية.

✓ **ماذا قرأت؟** فرق بين الغاز والبخار.

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.

مختبر حل المشكلات

السبب والنتيجة



التفكير الناقد

1. فسر لماذا يجب ضبط خروج الغاز المضغوط من الأسطوانة؟

يجب التحكم في تدفق الغاز

المضغوط لضبط كمية الغاز

المتحرر ومعدل تحرره.

2. توقع ماذا يحدث إذا فتح صمام أسطوانة الغاز بشكل كامل فجأة، أو ثقتب الأسطوانة؟

كيف يخرج الغاز المضغوط؟ وجود أسطوانات الغاز أمر مألوف في مختبر الكيمياء. فمثلاً، يوضع غاز النيتروجين فوق بعض التفاعلات لمنع تأثير غازات الجو في التجربة. في ضوء معرفتك بالغازات، بين كيف يمكنك ضبط خروج النيتروجين المضغوط؟

التحليل

جسيمات الغاز متباعدة، وهي تملأ عادة الأوعية التي توجد فيها حتى لو كانت غرفة المختبر. تأتي أسطوانات الغاز من المزود مغلقة لمنع تسرب الغاز منها. وفي المختبر يقوم الكيميائي أو فني المختبر بتثبيت منظم للغاز على فوهة الأسطوانة.

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

الخواص الفيزيائية لبعض المواد المألوفة

الجدول 2-1

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

تجربة
عملية

كثافة الخشب

ارجع الى دليل التجارب العملية على منصة عين



الخواص الفيزيائية للمادة Physical Properties of Matter

ربما تكون معتاداً 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 يقوم العلماء بتسجيلها لاستعمالها في تعرف المواد. ويتضمن الجدول 2-1 قائمة ببعض المواد المألوفة وخواصها الفيزيائية.

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

الخاصية الفيزيائية صفة يمكن ملاحظتها أو

قياسها دون تغيير تركيب الشيء الملاحظ. فاللون ودرجة

الغليان والكثافة أمثلة على الخواص الفيزيائية.

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.

استنتاج سم خاصية غير مميزة لأحد

التوابل المبينة في الشكل.

الكتلة خاصية غير مميزة.



الكيمياء في واقع الحياة 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 المجوهرات.



صفيحة نحاس



أسلاك نحاس

الشكل 2-6 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، باتحادها 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 مثالاً 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.

يمكن ملاحظة الخواص الفيزيائية دون

تغيير تركيب العينة. **ولكن الخواص الكيميائية لا تكون**

دائماً واضحة ما لم تتفاعل المادة مع المواد الأخرى وتغير تركيبها.

ملاحظة خواص المادة Observing Properties of Matter

لكل مادة خواصها الفيزيائية والكيميائية المميزة لها. ويبين الشكل 2-6 بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية للنحاس. فالنحاس يمكن أن يتشكل في أشكال عديدة. وهذه خاصية فيزيائية. وعندما يتصل بالهواء مدة طويلة فإنه يتفاعل مع المواد في الهواء ويصبح أخضر اللون، وهذه خاصية كيميائية. ويبين الجدول 2-2 عدداً من الخواص الفيزيائية والكيميائية للنحاس.

الجدول 2-2 خواص النحاس	
خواص فيزيائية	خواص كيميائية
• بني محمر، لامع • قابل للسحب والطرق • موصل جيد للحرارة والكهرباء • الكثافة = 8.96 g/cm^3 • درجة الانصهار = 1085°C • درجة الغليان = 2562°C	• يكون مركب كربونات النحاس الأخضر عندما يتعرض للهواء الرطب. • يكون مركبات جديدة عندما يتحد مع حمض النيتريك وحمض الكبريتيك. • يكون محلولاً شديد الزرقة عندما يتفاعل مع الأمونيا.



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 كلاً من الخواص الفيزيائية والكيميائية تعتمد على هذه الظروف.

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

المفردات

مفردات علمية

البيئة

الظروف والأشياء المحيطة بالمخلوق الحي والتي تؤثر فيه.

تتكيف الحيوانات مع التغيرات التي تحدث في بيئاتها.

التقويم 2-1

1. **الفكرة الرئيسية** كون جدولاً يصف حالات المادة الثلاث من حيث شكلها وحجمها وقابليتها للانضغاط.

حالة المادة	الحجم	الشكل	قابلية الانضغاط
الصلبة	ثابت	ثابت	غير قابل
السائلة	ثابت	غير ثابت يأخذ شكل الوعاء ويملؤه بحسب حجمه	غير قابل
الغازية	غير ثابت يملأ حجم الوعاء	غير ثابت يأخذ شكل الوعاء	قابل

2. صف الخواص التي تصف المادة على أنها مادة كيميائية نقية.

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

3. صف كلا من الخواص الآتية إلى فيزيائية وكيميائية:

كيميائية

a. الحديد والأكسجين يكوّنان الصدأ.

فيزيائية

b. الحديد أكثر كثافة من الألومنيوم.

كيميائية

c. يحترق الماغنسيوم ويتوهج عند إشعاله.

فيزيائية

d. الزيت والماء لا يمتزجان.

فيزيائية

e. ينصهر الزئبق عند درجة -39°C .

التقويم 2-1

4. نظم. كَوْن جدولاً يقارن بين الخواص الفيزيائية والكيميائية. أعط مثالين على كل نوع منها.

يجب أن يوضح الجدول أن الخواص الفيزيائية، على عكس الخواص الكيميائية، يمكن ملاحظتها دون تغيير تركيب المادة؛ فالكتلة والكثافة مثالان على الخواص الفيزيائية. أما التخمر والصدأ فهما مثالان على الخواص الكيميائية.

الخواص الفيزيائية	الخواص الكيميائية	التعريف
نوعه صلب أو سائل أو غاز	تفاعلات مع عناصر أخرى	
يمكن ملاحظتها دون تغيير في تركيب العينة	لا يمكن ملاحظتها دون تغيير في تركيب العينة	فارق
1- اللون 2- الكتلة 3- الكثافة	1- احتراق الخشب 2- صدأ الحديد 3- تغير لون الفاكهة (التخمر)	الأمثلة



تغيرات المادة Changes in Matter

الأهداف

تعرف التغير الفيزيائي، وتعطي أمثلة عليه.

تعرف التغير الكيميائي، وتعطي عدة مؤشرات على حدوثه.

تطبق قانون حفظ الكتلة على التفاعلات الكيميائية.

مراجعة المفردات

الملاحظة: جمع منظم وموجه للمعلومات حول ظاهرة معينة.

المفردات الجديدة

التغير الفيزيائي

تغير الحالة

التغير الكيميائي

قانون حفظ الكتلة

الفكرة الرئيسية يمكن أن يحدث للمادة تغيرات فيزيائية وكيميائية.

الربط مع الحياة يكون الفحم في الموقد على شكل مادة صلبة سوداء اللون أولاً، ثم يتغير لونه إلى الأحمر المشع، وأخيراً يتحول إلى رماد وثاني أكسيد الكربون وماء. وهذا التغير يرجع إلى خواصه الفيزيائية والكيميائية.

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 الملساء المستوية الشبيهة بالمرآة 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°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°C فإن الماء يبدأ في الغليان، ويتحول الماء السائل إلى بخار. إن الانصهار وتكوّن البخار تغيران فيزيائيان، وهما تغيران في الحالة أيضاً. ويبين الشكل 2-8 عمليتي التكثف والتجمد، وهما من تغيرات الحالة المألوفة. وتشير مصطلحات الغليان، والتجمد، والتكثف، والتبخّر، والانصهار عادة إلى تغيرات في حالة المادة.



تجمد



تكثف

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

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 المميزة كالكثافة، ولهذا يمكن استعمالهما في تعيين المواد المجهولة.

التغيرات الكيميائية Chemical Changes

العملية التي تتضمن تغير 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 9-2، 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، تخمر، احتراق، تعفن - إلى التفاعل الكيميائي.

✓ **ماذا قرأت؟** عرف التغير الكيميائي.

التغير الكيميائي هو تغير مادة أو أكثر إلى مواد جديدة.

دلائل حدوث التفاعلات الكيميائية إضافة إلى ما سبق، وكما في الشكل 9-2 فإن الصدأ مادة بنية تميل إلى اللون البرتقالي، تكون في صورة مسحوق، تختلف في مظهرها كثيراً عن الحديد والأكسجين. فالصدأ لا يجذب إلى المغناطيس في حين يجذب الحديد إليه. ويعد اختلاف خواص الصدأ عن خواص كل من الحديد والأكسجين دليلاً على حدوث تفاعل كيميائي. كما يعد تعفن الفواكه 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

تأخر استعمال العلماء للأدوات 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

$$\text{كتلة المتفاعلات} = \text{كتلة النواتج}$$

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

المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

الشكل 9-2 عندما يصدأ الحديد، أو يتعفن الطعام تنتج مواد جديدة نتيجة حدوث تفاعل كيميائي.

عين المتفاعلات والنواتج في تفاعل تكوّن الصدأ.

الحديد والأكسجين هما المادتان المتفاعلتان، والصدأ هو المادة الناتجة.



مثال 2-1

حفظ الكتلة وُضع 10 g من أكسيد الزئبق II الأحمر HgO في كأس مفتوحة، وسُخنت 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 كتلي 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	

$$91.5g = 100.0g - 8.5g = \text{كمية البروم المتفاعلة}$$

$$101.8g = 100.0g + 10.3g - 8.5g = \text{كمية المركب الناتج}$$

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

$$\begin{aligned}
 &\text{كتلة} = \text{كتلة} \\
 &\text{المواد المتفاعلة} \quad \text{المواد الناتجة} \\
 &\text{كتلة} = \text{كتلة} \\
 &\text{المواد المتفاعلة} \quad \text{الماء المتحلل} \\
 &\text{كتلة} = \text{كتلة} + \text{كتلة} \\
 &\text{المواد الناتجة} \quad \text{الهيدروجين} \quad \text{الأكسجين} \\
 &\text{كتلة} = \text{كتلة} + \text{كتلة} \\
 &\text{الماء المتحلل} \quad \text{الهيدروجين} \quad \text{الأكسجين} \\
 &\text{كتلة} = 10.0\text{g} + 79.4\text{g} = 89.4\text{g} \\
 &\text{الماء المتحلل}
 \end{aligned}$$

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؟

$$\begin{aligned}
 &\text{كتلة} = \text{كتلة} \\
 &\text{المواد المتفاعلة} \quad \text{المواد الناتجة} \\
 &\text{كتلة} = \text{كتلة} + \text{كتلة} \\
 &\text{الصوديوم} \quad \text{الكلور} \quad \text{كلوريد الصوديوم} \\
 &\text{كتلة} = 15.6\text{g} , \text{كتلة} = 39.7\text{g} \\
 &\text{الصوديوم} \quad \text{كلوريد الصوديوم} \\
 &15.6\text{g} + \text{كتلة} = 39.7\text{g} \\
 &\text{الكلور} \\
 &24.1\text{g} = 39.7\text{g} - 15.6\text{g} = \text{كتلة} \\
 &\text{الكلور}
 \end{aligned}$$

يُستهلك 24.1g من غاز الكلور في التفاعل. وبما أن الصوديوم

يتفاعل مع كمية فائضة من الكلور، فإن الصوديوم جميعه

(15.6g) يُستهلك في التفاعل.

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

$$\text{كتلة} = \text{كتلة} + \text{كتلة}$$

المواد المتفاعلة المواد الناتجة

$$\text{كتلة} = \text{كتلة} + \text{كتلة}$$

الماغنسيوم الأكسجين أكسيد الماغنسيوم

$$\text{كتلة} = 10.0 \text{ g}, \text{ كتلة} = 16.6 \text{ g}$$

الماغنسيوم أكسيد الماغنسيوم

$$10.0 \text{ g} + \text{كتلة} = 16.6 \text{ g}$$

الأكسجين

$$6.6 \text{ g} = 16.6 \text{ g} - 10.0 \text{ g} = \text{كتلة}$$

الأكسجين

9. تحفيز تفاعل 106.5 g من حمض الهيدروكلوريك HCl(g) مع كمية مجهولة من الأمونيا NH₃(g) لإنتاج 157.5 g من كلوريد الأمونيوم NH₄Cl(s). ما كتلة الأمونيا NH₃(g) المتفاعلة؟ وهل طبق قانون حفظ الكتلة في هذا التفاعل؟ فسّر إجابتك.

$$\text{كتلة} = \text{كتلة} + \text{كتلة}$$

حمض الهيدروكلوريك الأمونيا كلوريد الأمونيوم

$$\text{كتلة} = \text{كتلة} - \text{كتلة}$$

حمض الهيدروكلوريك كلوريد الأمونيوم الأمونيا

$$51 \text{ g} = 157.5 \text{ g} - 106.5 \text{ g}$$

نعم، لأن كتلة المتفاعلات يساوي كتلة النواتج.

الشكل 10-2 عند تسخين أكسيد الزئبق II فإنه يتفاعل ليكون الزئبق والأكسجين. ويكون مجموع كتلتيهما 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 مؤشران على حدوث التفاعل. وعندما يجري التفاعل في وعاء مغلق فإن الأكسجين لا يستطيع الخروج. ومن ثم يمكن قياس كتلة المواد قبل التفاعل وبعده، وستكون هي نفسها في الحالتين. ويعد قانون حفظ الكتلة أحد القوانين الأساسية في الكيمياء.

التقويم 2-2

10. الفكرة الرئيسية صنف الأمثلة الآتية إلى تغيرات فيزيائية أو كيميائية.

فيزيائية

a. سحق علبة ألومنيوم.

فيزيائية

b. تدوير علب الألومنيوم المستعملة لإنتاج علب جديدة.

كيميائية

c. اتحاد الألومنيوم مع الأكسجين لإنتاج أكسيد الألومنيوم.

11. صف نتائج التغير الفيزيائي، وأعط ثلاثة أمثلة عليه.

تتحول حالة المادة في أثناء التغير الفيزيائي، لكن تركيبها يبقى ثابتاً. هنالك أمثلة كثيرة على هذا التغير، منها؛ الانصهار والتجمد، والغليان، والثني، والتمزيق.

التقويم 2-2

12. صف نتائج التغير الكيميائي، واذكر أربعة أدلة على حدوثه.

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.

13. احسب. حل المسائل الآتية:

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

$$\begin{aligned} \text{كتلة} &= \text{كتلة} \\ \text{المواد المتفاعلة} &= \text{المواد الناتجة} \\ \text{كتلة} &= \text{كتلة} + \text{كتلة} \\ \text{الصوديوم} &+ \text{الكلور} = \text{كلوريد الصوديوم} \\ 22.99\text{g} + 35.45\text{g} &= 58.44\text{g} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{كتلة} &= \text{كتلة} + \text{كتلة} \\ \text{XY} &= \text{X} + \text{Y} \\ 78.9\text{ g} &= 12.2\text{ g} + \text{كتلة Y} \end{aligned}$$

$$\text{كتلة Y} = 78.9\text{g} - 12.2\text{g} = 66.7\text{g}$$

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

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



المخاليط Mixtures

الأهداف

- تقارن بين المخاليط والمواد النقية.
- تصنف المخاليط إلى متجانسة وغير متجانسة.

المخاليط Mixtures

- تميز بين طرائق فصل المخاليط.

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

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.

يبين الشكل 2-11 مخلوطين، ورغم أنك لا تستطيع أن تميز بين مكوني مخلوط الزئبق-الفضة في الشكل 2-11 a، 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 2-11 b، 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 2-11 مخلوطان. ورغم اختلاف الخواص المرئية للمخاليط إلا أنه يمكن تعريفها بعدة طرائق، وتصنيفها إلى متجانسة وغير متجانسة.



الشكل 2-11 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.

مهن في الكيمياء

عالم الكيمياء هو عالم يحضر مواد جديدة ويحلل خواصها. وقد يعمل في مختبر وطني، أو في الصناعة، أو في الجوانب الأكاديمية. قام علماء (ناسا) مثلاً بتطوير سبائك من الألومنيوم والسليكون يمكن استعمالها في صناعة محركات وآلات قوية وخفيفة.

المخلوط غير المتجانس مخلوط لا تمتزج فيه المواد، بل تبقى المواد فيه متميزة 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، وتمتزج مكوناته بانتظام، فإذا أخذت قطعتين من ملمغم الفضة والزئبق (سبيكة معدنية) فستجد أن تركيبها هو نفسه مهما اختلف حجم القطعة.

✓ **ماذا قرأت؟** قارن بين المخاليط المتجانسة وغير المتجانسة، وأعط أمثلة عليهما.

تبقى المواد النقية متميزة في المخاليط غير المتجانسة، ويبدو الخليط المتجانس كأن له التركيب نفسه في أجزائه كلها، ويظهر دائماً في طور واحد. وتوجد أمثلة كثيرة على المخاليط، منها السلطة (خليط غير متجانس)، وخليط الماء والزيت (غير متجانس)، والهواء (متجانس)، وماء الصنبور (متجانس).

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 مثلاً على كل نوع في الشكل 2-12.

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.



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

الجدول 2-3	أنواع المحاليل
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 الغواص مصنوعة من مزيج من المعادن.

فصل المخاليط Separating Mixtures

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 2-13 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 2-14. وفي هذه الطريقة يتباعد أولاً مكون المخلوط الذي قوى تماسك جزيئاته أقل على ورقة الكروماتوجرافيا، ثم يليه المكون الذي قوى تماسك جزيئاته أكبر فأكبر.

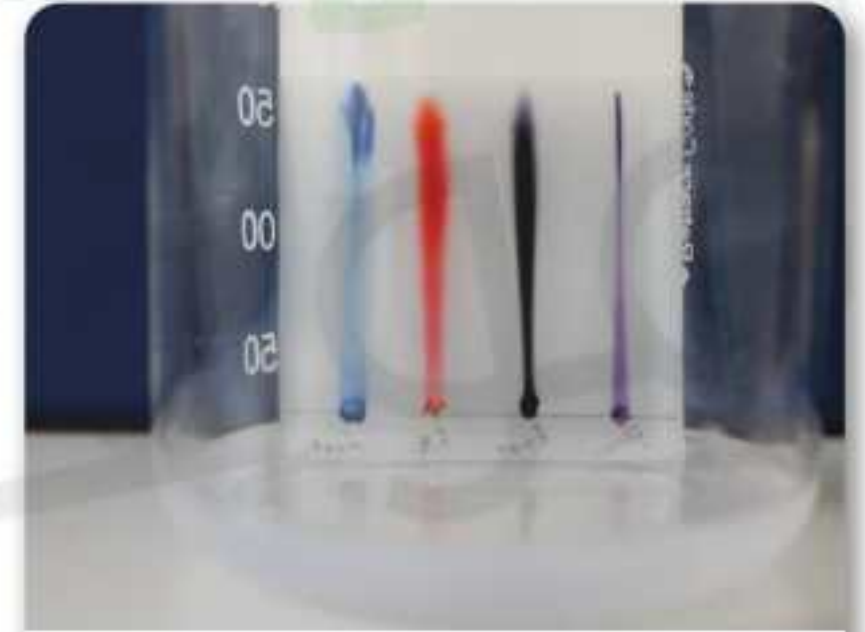
التقطير يمكن فصل معظم المخاليط المتجانسة عن طريق التقطير. **والتقطير** طريقة لفصل المواد اعتماداً على الاختلاف في درجات غليانها، حيث يُسخن المخلوط حتى تغلي المادة التي درجة غليانها أقل، وتتحول إلى بخار يكتف ويُجمع على شكل سائل.

التبلور يعد ترسيب بلورات السكر من محلوله مثلاً على الفصل بالتبلور. **التبلور** طريقة للفصل 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 قلت تجعل المادة المذابة في المحلول تترسب وتكون 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 2-15 أنه عند زيادة تبخر الماء يكون السكر بلورات صلبة على الخيط. 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 2-13 عندما يمر المخلوط عبر ورقة الترشيح تبقى المادة الصلبة في الورقة، في حين يتجمع السائل المتبقي في الكأس.



الشكل 2-14 تنفصل المكونات المختلفة للحبر بناءً على قابلية انجذاب كل مكون من مكونات الحبر (الطور المتحرك) لسطح ورق الكروماتوجرافيا (الطور الثابت)



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

تجربة

فصل الأصباغ

كيف تسمح الكروماتوجرافيا الورقية بفصل المواد النقية؟
الكروماتوجرافيا أداة تشخيصية مهمة يستعملها الكيميائيون وفنيو المختبرات الجنائية لفصل المواد الكيميائية وتحليلها.

خطوات العمل



1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية على منصة عين الإثرائية.

2. املأ كأساً بلاستيكية بالماء حتى ارتفاع يقل 2 cm تقريباً عن حافتها العليا. امسح أي قطرات ماء على حافة الكأس.

3. ضع ورقة ترشيح دائرية على سطح جاف ونظيف، وضع نقطة حبر في مركز الورقة بالضغط بقوة على الورقة برأس ريشة قلم حبر سائل أسود.

4. استعمل مقصاً أو أداة حادة أخرى لعمل ثقب صغير بقطر رأس القلم في مركز بقعة الحبر.

تحذير: الأجسام الحادة يمكن أن تجرح الجلد.

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. سيعصد 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 ألواناً مختلفة في أماكن مختلفة من الورقة؟

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

التحليل

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

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

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

للمكونات المختلفة من الحبر قوى جذب بصورة مختلفة نحو ورقة الترشيح؛ لذا فإن الألوان التي تكون الحبر ستترسب على مسافات مختلفة من مركز الورقة.

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

ستتووع الإجابات، فالأنواع المختلفة من الحبر الأسود تحتوي أصباغاً مختلفة.

15. **الفكرة الرئيسية** صنف كلاً مما يأتي إلى مخلوط متجانس أو غير متجانس.

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

متجانس **متجانس** **غير متجانس**

16. قارن بين المخاليط والمواد النقية.

للمواد النقية تركيب محدد وثابت، أما المخاليط فليس لها تركيب

ثابت. وكل مادة نقية في المخلوط تحتفظ بخواصها، في حين

تختلف خواص المادة النقية عن خواص العناصر المكونة لها.

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

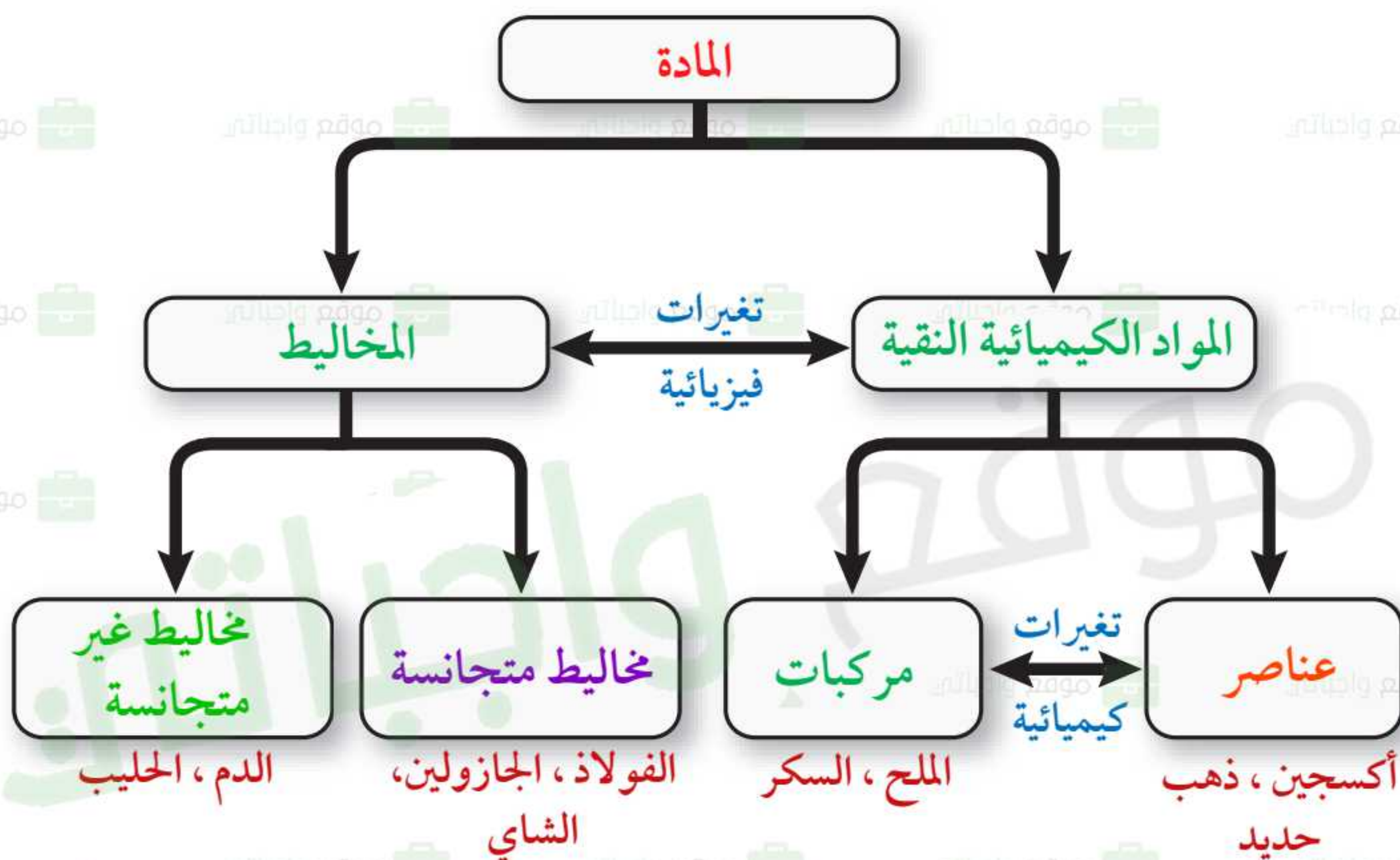
c. كرات زجاجية حمراء وزرقاء متساوية في الحجم والكتلة.

فصل كرات اللعب الزجاجية يدوياً بحسب لونها.

التقويم 2-3

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

يمكن تصنيف المادة إلى عدة أصناف لها خواص محدّدة كما هو موضح في الخريطة التالية :



العناصر والمركبات Elements and Compounds



www.iem.edu.sa

الفكرة الرئيسية المركب مكوّن من عنصرين أو أكثر متحدّين معًا اتحادًا كيميائيًا.

الربط مع الحياة عندما تأكل سلطة الفواكه قد تأكل قطعًا منها منفردة، أما عندما تأكل مربى الفواكه فإنك لا تستطيع فصل كل قطعة من الفواكه وحدها. وكما أن المربى مكوّن من فواكه فإن المركب مكوّن من عناصر، ولكنك لا تراها منفردة.

العناصر Elements

رغم أن للمادة 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 عنصراً في الطبيعة. ومن هذه العناصر: النحاس Cu والأكسجين O والذهب Au، وهناك أيضاً 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 كبيراً، أما باقي الأحرف فتكون صغيرة. ومن المعلوم أن أسماء العناصر ورموزها متفق عليها عالمياً 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 الفرانسيوم Fr هو أحد أقل العناصر وجوداً في الطبيعة؛ إذ يقدّر وجوده بأقل من 20 g موزعة في قشرة الأرض. وتوجد العناصر في حالات فيزيائية مختلفة في الظروف العادية، كما هو مبين في الشكل 2-16.

تميز بين العناصر والمركبات.

تصف ترتيب العناصر في الجدول الدوري.

تشرح سلوك المركبات وفق قانوني النسب الثابتة والمتضاعفة.

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

الشكل 2-16 توجد العناصر في حالات

مختلفة في الظروف العادية.



وعاء نحاس - صلب



جهاز قياس ضغط الدم (زئبق - سائل)



بالون هيليوم - غاز

العناصر الأساسية

H = 1	Li = 7	Na = 23
	Be = 9,4	Mg = 24
	B = 11	Al = 27,3
	C = 12	Si = 28
	N = 14	P = 31
	O = 16	S = 32
	F = 19	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
Mn = 55	—	—	—	—
Fe = 56	Ru = 104	—	Os = 195?	—
Co = 59	Rh = 104	—	Ir = 197	—
Ni = 59	Pd = 106	—	Pt = 198?	—
Cu = 63	Ag = 108	—	Au = 199?	—
Zn = 65	Cd = 112	—	Hg = 200	—
—	In = 113	—	Tl = 204	—
—	Sn = 118	—	Pb = 207	—
As = 75	Sb = 122	—	Bi = 208	—
Se = 78	Te = 125?	—	—	—
Br = 80	J = 127	—	—	—

الشكل 17-2

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

المفردات

مفردات علمية

العنصر Element

مادة كيميائية نقية لا يمكن تجزئتها إلى أجزاء أصغر منها بطرائق فيزيائية أو كيميائية.
الرصاص من أثقل العناصر.

نظرة أولية على الجدول الدوري مع ازدياد عدد العناصر المكتشفة في بدايات القرن التاسع عشر بدأ العلماء يلاحظون أنماط التشابه بين العناصر في الخواص الفيزيائية والكيميائية ودراستها. وقد صمم العالم الروسي ديمتري مندليف Dmitri Mendeleev (1834 – 1907 م) 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 مما 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 مختلفين أو أكثر متحدين كيميائياً. وتوجد معظم المواد في الكون على شكل مركبات. يوجد الآن حوالي (10) ملايين مركب معروف، وهي في ازدياد مستمر؛ إذ يتم تحضير أو اكتشاف حوالي (100,000) مركب سنوياً.

✓ **ماذا قرأت؟** عرف العنصر والمركب.

العنصر مادة نقية لا يمكن تجزئتها إلى مواد

أبسط بطرائق فيزيائية أو كيميائية بسيطة. يتكون المركب من عنصرين مختلفين أو أكثر متحدين كيميائياً.

تسهل 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 H₂O، 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.

هيدروجين إلى أكسجين 2:1.

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. ويبين الشكل 18-2 تركيب جهاز يستعمل لإحداث تغير كيميائي للماء وتحليله إلى العناصر المكونة له -الهيدروجين والأكسجين- من خلال عملية تسمى "التحليل الكهربائي". يقوم التيار الكهربائي في هذه العملية بتحليل الماء 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 H_2 الناتج يكون ضعف حجم غاز الأكسجين O_2 .

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

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

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. يبين 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.



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

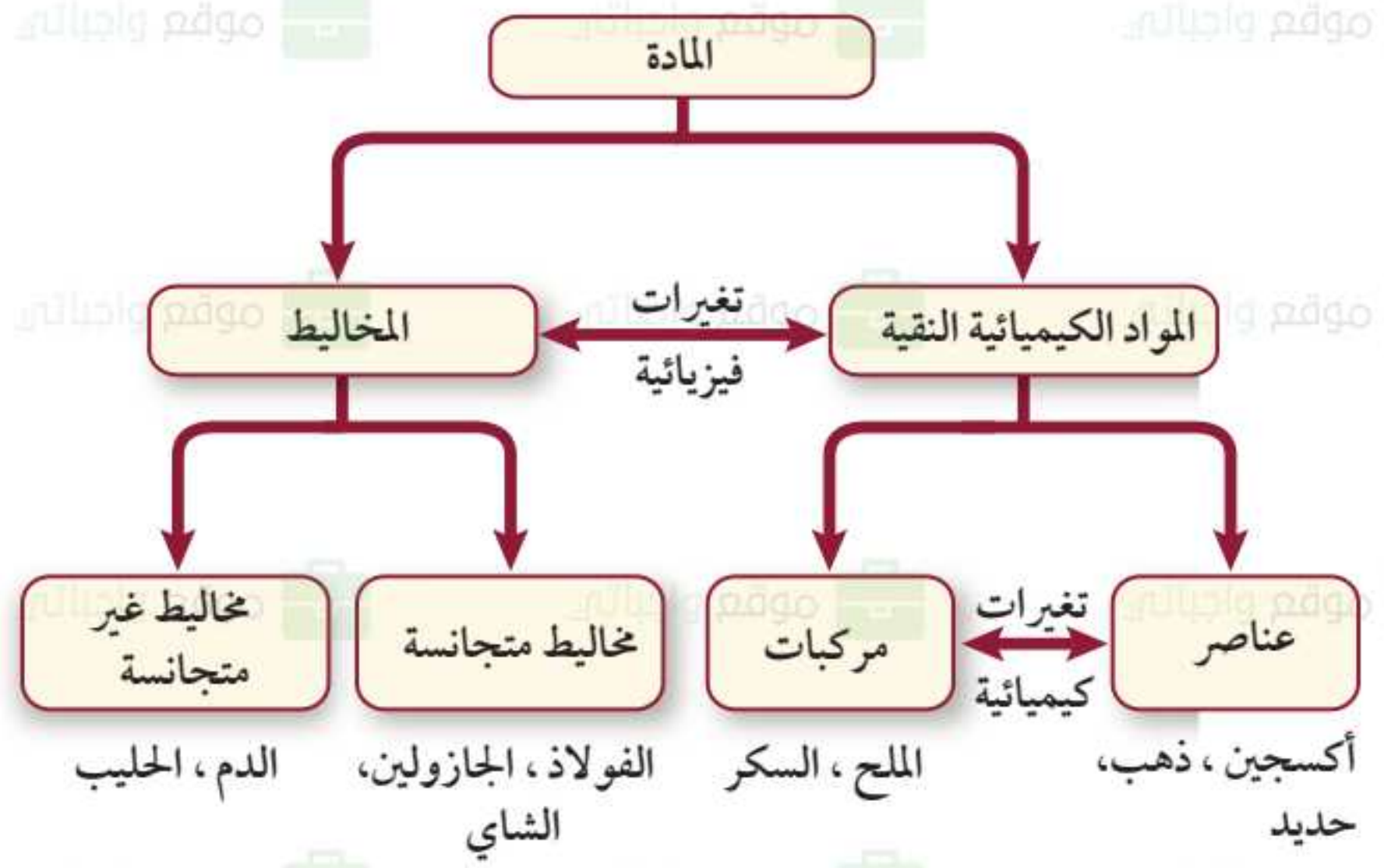
افحص كيف ترتبط المخاليط مع المواد النقية؟ وكيف ترتبط العناصر مع المركبات؟

ترتبط المخاليط والمواد النقية

معاً من خلال التغيرات الفيزيائية.

أما العناصر والمركبات

فترتبط معاً 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؟

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 معاً من خلال تغيرات كيميائية.

قانون النسب الثابتة Law of Definite Proportions

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

يمكن التعبير عن الكميات النسبية للعناصر في مركب ما بالنسبة المئوية بالكتلة، وهي نسبة كتلة كل عنصر إلى كتلة المركب الكلية 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 معاً بنسب كتلية

ثابتة مهما اختلفت كمية المادة.

الجدول 2-4				تحليل السكروز
20.00 g من حبيبات سكر المائدة		500.00 g من سكر القصب		
العنصر	التحليل الكتلي (g)	النسبة المئوية بالكتلة (%)	التحليل الكتلي (g)	النسبة المئوية بالكتلة (%)
كربون	8.44	$\frac{8.44 \text{ g C}}{20.00 \text{ g}} \times 100 = 42.20\%$	211.0	$\frac{211.0 \text{ g C}}{500 \text{ g من السكروز}} \times 100 = 42.20\%$
هيدروجين	1.30	$\frac{1.30 \text{ g H}}{20.00 \text{ g}} \times 100 = 6.50\%$	32.5	$\frac{32.50 \text{ g H}}{20.00 \text{ g من السكروز}} \times 100 = 6.50\%$
أكسجين	10.26	$\frac{10.26 \text{ g O}}{20.00 \text{ g}} \times 100 = 51.30\%$	256.5	$\frac{256.5 \text{ g O}}{20.00 \text{ g من السكروز}} \times 100 = 51.30\%$
المجموع	20.00	100%	500.0	100%

تتكوّن حبيبات سكر المائدة (السكروز) من ثلاثة عناصر، هي الكربون والهيدروجين والأكسجين. ويبين الجدول 2-4 نتائج تحليل 20.0 g من هذا السكر. لاحظ أن مجموع الكتل المنفردة لعناصر العينة 20.0 g، وهي تساوي كمية حبيبات السكر التي تم تحليلها، وهذا يوضح قانون النسب الثابتة الذي ينطبق على المركبات: كتلة المركب تساوي مجموع كتل العناصر المكونة له.

وإذا حللت 500.0 g من السكروز الذي مصدره قصب السكر، والتي يبين الجدول 2-4 نتائج تحليلها، تلاحظ أن النسب المئوية بالكتلة لمكونات سكر القصب مساوية للقيم التي تم الحصول عليها من حبيبات السكر. وبحسب قانون النسب الثابتة، فإن عينات مركب ما، مهما كان مصدرها، يجب أن يكون لها نسب كتلية متساوية. وبالعكس فإن المركبات التي لها نسب كتلية مختلفة يجب أن تكون مركبات مختلفة. وهكذا يمكنك أن تستنتج أن عينات السكروز يجب أن تتكون دائماً من كربون بنسبة 42.20% وهيدروجين بنسبة 6.50% وأكسجين بنسبة 51.30% مهما كان مصدرها.

مسائل تدريبية

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

$$\% \text{ H} = \frac{\text{كتلة الهيدروجين}}{\text{كتلة المركب}} \times 100$$

$$= \frac{12.4 \text{ g}}{78.0 \text{ g}} \times 100 = 15.9\%$$

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

$$\text{كتلة المركب} = 1.0\text{g} + 19.0\text{g} = 20.0\text{g}$$

$$\% \text{H} = \frac{\text{كتلة الهيدروجين}}{\text{كتلة المركب}} \times 100$$

$$= \frac{1.0\text{g}}{20.0\text{g}} \times 100 = 5.0\%$$

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؟

$$\text{كتلة المركب XY} = 3.5\text{g} + 10.5 = 14.0\text{g}$$

$$\% \text{العنصر} = \frac{\text{كتلة العنصر}}{\text{كتلة المركب}} \times 100$$

$$\% \text{X} = \frac{3.5\text{g}}{14.0\text{g}} \times 100 = 25\%$$

$$\% \text{Y} = \frac{10.0\text{g}}{14.0\text{g}} \times 100 = 75\%$$

22. تم تحليل مركبين مجهولين فُوجِد 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.

المركب (I) :

$$\% \text{ H} = \frac{\text{كتلة الهيدروجين}}{\text{كتلة المركب}} \times 100$$

$$= \frac{15.0\text{g}}{120.0\text{g}+15.0\text{g}} \times 100 = 11.1\%$$

المركب (II) :

$$\% \text{ H} = \frac{\text{كتلة الهيدروجين}}{\text{كتلة المركب}} \times 100$$

$$= \frac{2.0\text{g}}{32.0\text{g}+2.0\text{g}} \times 100 = 5.9\%$$

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

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

لا. إنك لن تكون متأكدا؛ لأن تساوي النسبة المئوية بالكتلة لأحد العناصر لا يضمن أن يكون تركيب كل مركب مماثلا لتركيب الآخر.

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 بكلماتك الخاصة.

تنوع الإجابات، لكنها يجب أن تتضمن فكرة أن النسب المئوية الكتلية للعنصر المشترك في مركبين أو أكثر هي نسب عددية بسيطة.

الماء وفوق أكسيد الهيدروجين يوضح مركبا الماء H_2O وفوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 قانون النسب المتضاعفة؛ فكل المركبين مكون 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 فوق 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.

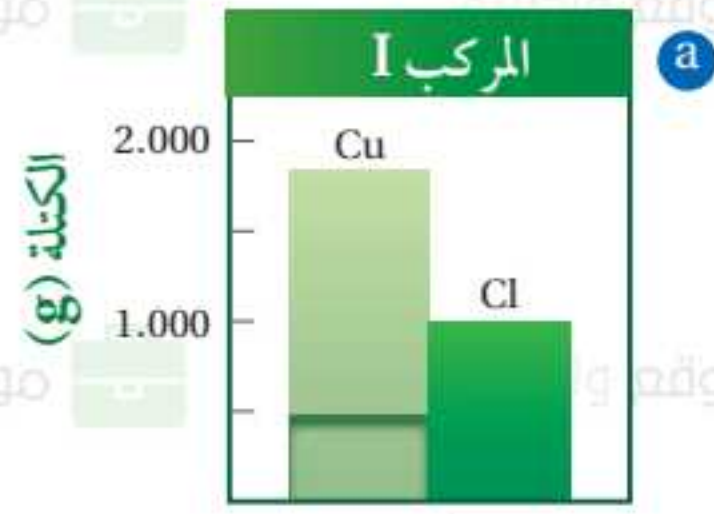
مركبات مكونة من نحاس وكلور من الأمثلة الأخرى على المركبات التي توضح قانون النسب المتضاعفة مركبات النحاس والكلور؛ إذ يتحد النحاس Cu مع الكلور Cl في ظروف مختلفة لتكوين مركبين مختلفين. وبين الجدول 2-5 نتائج تحليل المركبين؛ فالمركب رقم (I) يحتوي على 64.20% نحاس، في حين يحتوي المركب (II) على 47.27% نحاس، 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.

$$\frac{\text{النسبة الكتلية للمركب I}}{\text{النسبة الكتلية للمركب II}} = \frac{1.739 \text{ g Cu/gCl}}{0.8964 \text{ g Cu/gCl}} = \frac{2.00}{1}$$

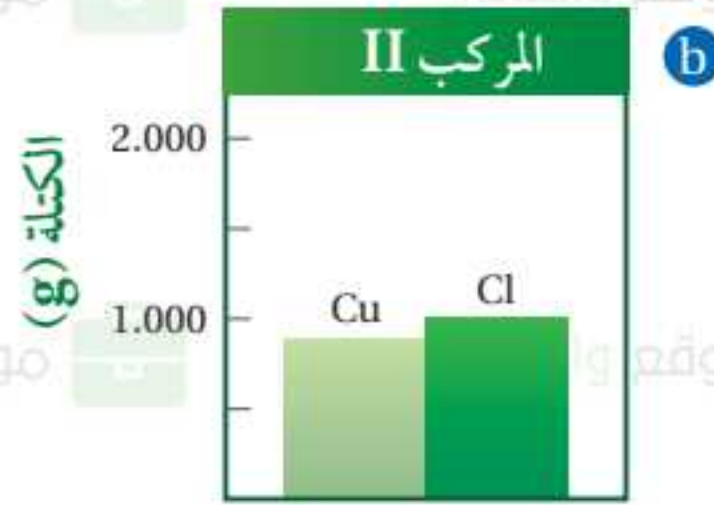
✓ **اختبار الرسم البياني** فسر لماذا تكون نسبة كتلتي النحاس في المركبين 2 : 1؟

بسبب قانون النسب المتضاعفة.

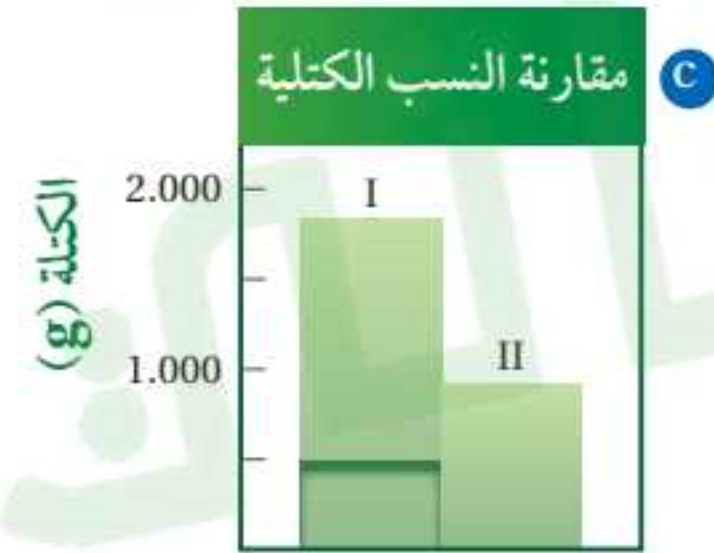
الشكل 2-21 اتحاد النحاس والكلور ينتج عنه مركبات مختلفة.



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.

الجدول 2-5 تحليل البيانات لمركبي نحاس				
المركب	Cu%	Cl%	كتلة (g) Cu في 100.0g من المركب	كتلة (g) Cl في 100.0g من المركب
I	64.20	35.80	64.20	35.80
II	47.27	52.73	47.27	52.73



كلوريد النحاس II



كلوريد النحاس I

الشكل 22-2 عند اتحاد الكتل النسبية المختلفة للعنصر ينتج عنه مركبات مختلفة. ورغم أن المركبين يتكونان من النحاس والكلور فإن المركب I يظهر باللون الأخضر، بينما يظهر المركب II باللون الأزرق.

يظهر في الشكل 22-2 المركبان الناتجان عن اتحاد النحاس والكلور، والذي سبق الحديث عنهما في الجدول 5-2 والشكل 21-2، ويسميان كلوريد النحاس I، وكلوريد النحاس II. وكما يشير قانون النسب المتضاعفة فإن النسبة بين كتلتين مختلفتين من الكلور تتحد كل منهما مع كتلة ثابتة من النحاس في المركبين هي نسبة عددية بسيطة وصحيحة، تساوي 1:2.

التقويم 2-4

24. الفكرة الرئيسية قارن بين العناصر والمركبات.

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

25. صف الملامح التنظيمية الأساسية للجدول الدوري للعناصر.
رتب الجدول الدوري في صفوف سُميت دورات، وأعمدة سُميت مجموعات، وقد رُتبت العناصر اعتماداً على التشابهات في خواصها الفيزيائية والكيميائية ضمن المجموعة الواحدة، وتكرر أنماط الخواص المتشابهة من دورة إلى أخرى.

26. فسّر كيف ينطبق قانون النسب الثابتة على المركبات؟

يصف قانون النسب الثابتة التركيب الكتلي لمادة ما.

27. اذكر مثالين لمركبات ينطبق عليها قانون النسب المتضاعفة.

يربط قانون النسب المتضاعفة تركيب مركبين مكوّنين من العناصر

نفسها، مثل (H_2O_2, H_2O) ، $(CuCl_2, CuCl)$.

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	69.95%	30.05%
II	56.00	43.53	12.47	77.73%	22.27%

المركب (I): النسبة المئوية بالكتلة للحديد = 69.95%

وللأكسجين = 30.05%.

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

وللأكسجين = 22.27%.

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

التقويم 2-4

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

كتلة الماء = 18.0 g، كتلة الهيدروجين = 2.0 g، كتلة الأكسجين = 16.0 g

$$\%H = \frac{\text{كتلة الهيدروجين}}{\text{كتلة الماء}} \times 100\%$$

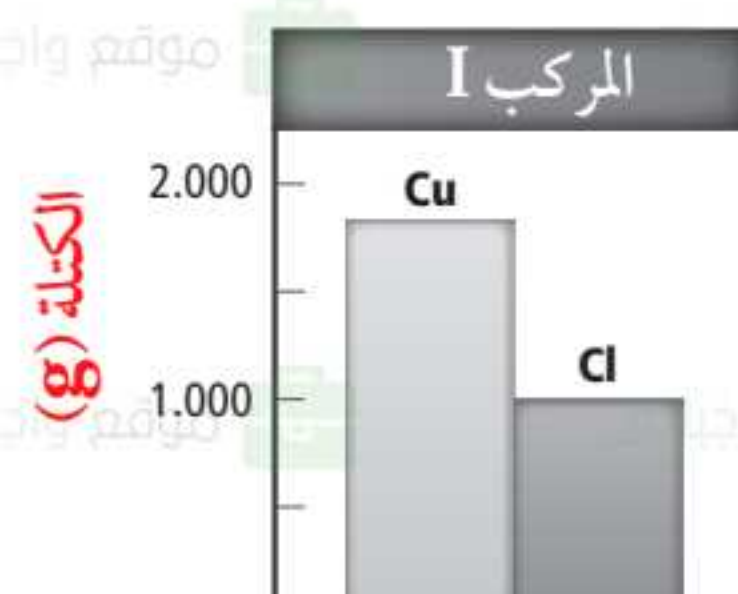
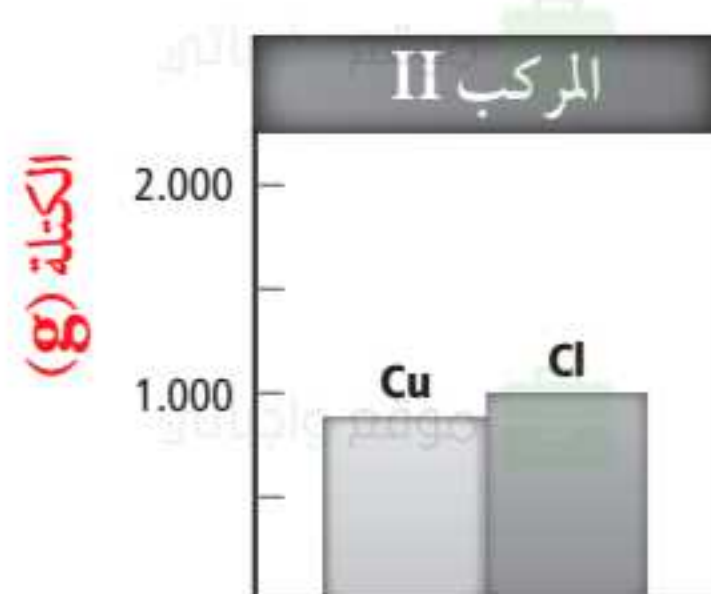
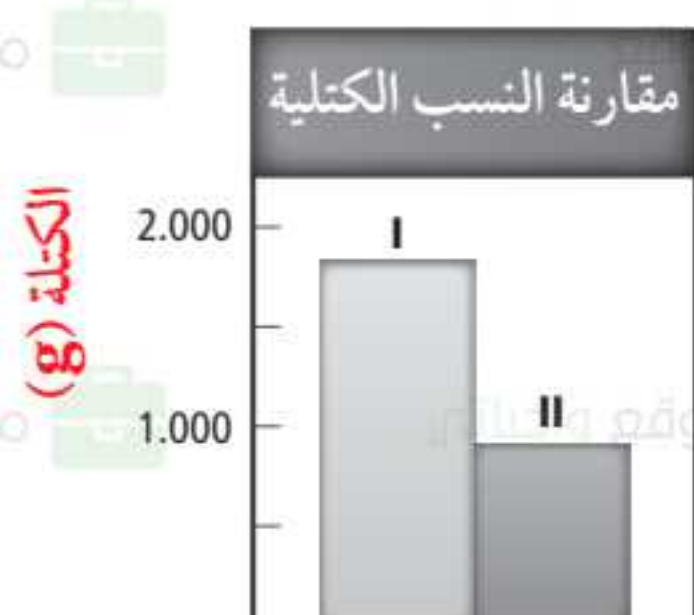
$$= \frac{2.0g}{2.0g + 16.0g} \times 100 = 11\%$$

$$\%O = \frac{\text{كتلة الأكسجين}}{\text{كتلة الماء}} \times 100\%$$

$$= \frac{16.0}{2.0g + 16.0g} \times 100 = 89\%$$

30. ارسم رسماً بيانياً يوضح قانون النسب المتضاعفة.

يجب أن يكون الرسم مشابهاً للشكل 2-20



في الميدان

مهن: المحقق

الكشف عن مسرعات الحرائق المتعمدة

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

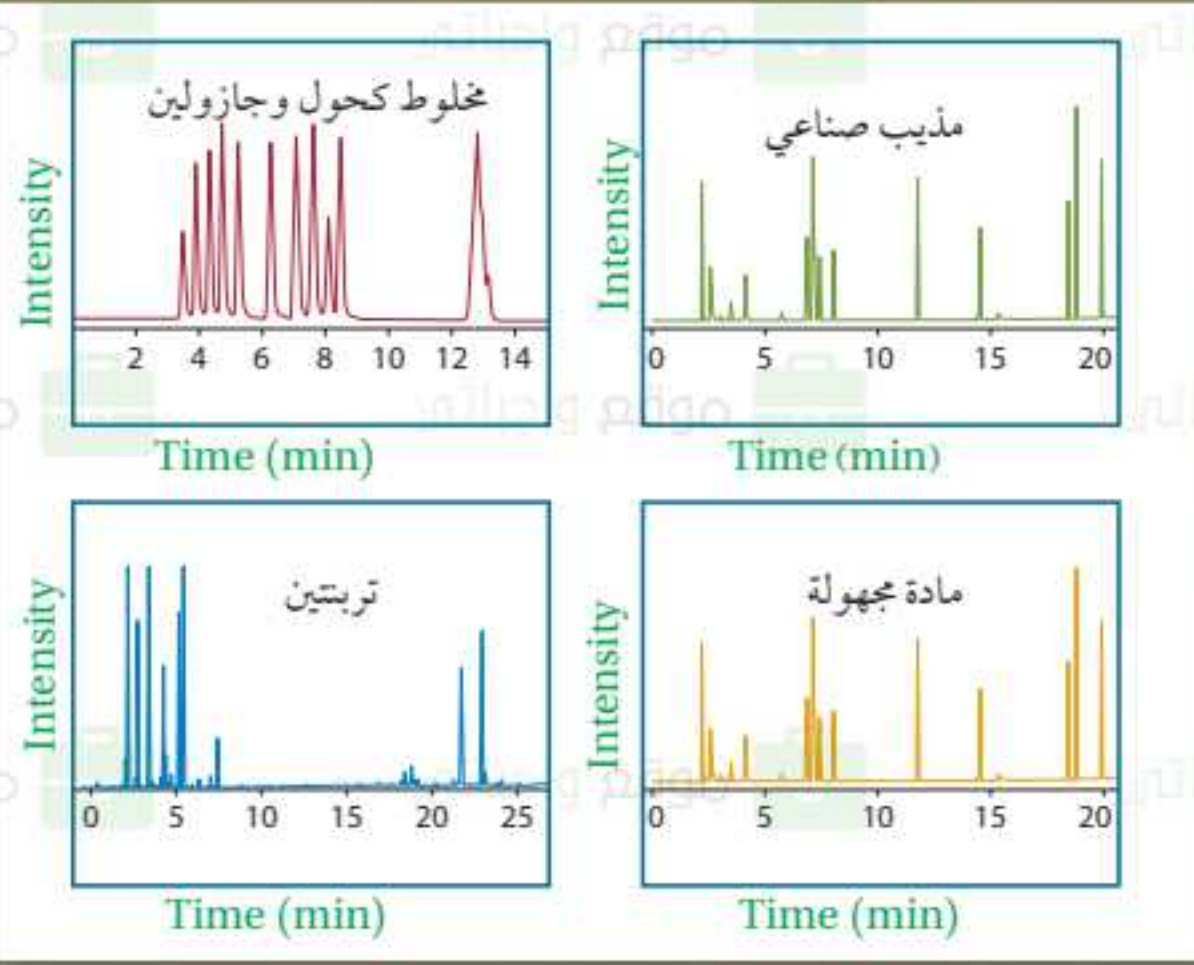
المسرعات إن من يحققون في الحرائق يخللون الأدلة لتقدير كيف بدأت النار؟ وكيف انتشرت؟ فإذا كان هناك شك في أن الحريق متعمد فإن احتمال مساهمة المسرعات (مواد تسرع انتشار النار) أمر وارد.

خواص المسرعات قد تكون المسرعات مفيدة إذا استعملت وقوداً، ويعد وجودها خطراً كبيراً في حال وجود حريق؛ فهي مذيبيات 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 صب سائل قابل للاحتراق في هذه المنطقة، وانتشر بين لوحات الأرضية إلى العوارض السفلية (أعمدة البناء السفلية).



الشكل 1 المسرعات قد تسبب نمط الاحتراق المتهاوي.



الشكل 2: أشكال بيانية (كروماتوجرام) مميزة للمركبات كبصمات 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 تفصل 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 والتربنتين 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.

الكيمياء

الكتابة في

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

تشابه اللوحة (الكروماتوجرام) للمادة المجهولة مع كروماتوجرام مذيب صناعي إلى حد كبير لأن المشعل لا بد أن يحتاج إلى مواد كيميائية مسرعة للاشتعال.

حلل واستنتج

1. لاحظ واستنتج صف التغيرات التي لاحظتها في الخطوة 6. هل كان هناك دليل على حدوث تغير كيميائي؟ توقع المواد الناتجة.

تكونت مادة صلبة رمادية اللون على السلك، وتحول لون المحلول إلى اللون الأزرق المخضر. نعم؛ حدث تغير في اللون، وتكونت مادة صلبة. المواد الناتجة هي نترات النحاس والفضة.

2. قارن ابحث في أحد المصادر لتحديد ألوان كل من فلز الفضة، ونترات النحاس في الماء، ثم قارن هذه المعلومات بملاحظاتك على المواد المتفاعلة والمواد الناتجة في الخطوة 6.

فلز الفضة لونه أبيض مائل إلى الرمادي. نترات النحاس لونها أزرق مخضر.

3. حدّد يبعث النحاس ضوءاً أزرق مائلاً إلى الخضرة في اختبار اللهب. هل تؤكد ملاحظاتك وجود النحاس في السائل الذي جُمع في الخطوة 11؟

يجب أن تتوافق نتائج التجربة مع ضوء أزرق مخضر.

4. صنّف من أي أنواع المخاليط يعد نترات الفضة في الماء؟ أي أنواع المخاليط تكون بعد الخطوة 6؟

متجانس؛ غير متجانس؛ ومتجانس.

التوسع في الاستقصاء

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

قد يكون سلك النحاس غير نظيف.

تكون الملاحظات الدقيقة والصحيحة أكثر تفصيلاً.

دليل مراجعة الفصل

2

الفصل

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

2-1 خواص المادة

الفكرة الرئيسية

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

المفردات

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

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.

2-2 تغيرات المادة

الفكرة الرئيسية

يمكن أن يحدث للمادة تغيرات فيزيائية وكيميائية.

المفردات

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

المفاهيم الرئيسية

- التغير الفيزيائي يغير من الخواص الفيزيائية للمادة دون أن يغير تركيبها.
- التغير الكيميائي، والذي يسمى أيضا «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 بقدرة الله تعالى - فهي محفوظة.

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
- الكروماتوجرافيا
- التقطير
- التبلور
- التسامي

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 متحدين معاً اتحاداً كيميائياً.

المفردات

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

الفصل 2 التقويم

2-1

إتقان المفاهيم

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

ستتنوع الإجابات، المواد النقية ومنها الماء والسكر والملح الطعام لها تراكيب ثابتة وغير متغيرة.

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

نعم؛ لأن لها تركيب ثابت ومحدد.

33. اذكر ثلاث خواص فيزيائية للماء.

ستتنوع الإجابات. ماء الصنبور لا لون له، وهو سائل، ويتجمد عند درجة 0°C تقريباً، ويغلي عند 100°C تقريباً.

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

- a. درجة الانصهار مميزة
- b. الكتلة غير مميزة
- c. الكثافة مميزة
- d. الطول غير مميزة

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

العبارة خاطئة؛ تتأثر الخواص بتغير درجة الحرارة والضغط؛ فمثلاً تتحدد حالة المادة بدرجة حرارتها والضغط الواقع عليها. ستختلف التفسيرات الأخرى باختلاف الأمثلة.

الفصل 2 التقويم

36. اذكر لحالات المادة الثلاث، وأعط أمثلة عليها.

صلبة، ومنها ملح الطعام. سائلة، ومنها الماء. غازية، ومنها ثاني أكسيد الكربون.

37. صنف المواد الآتية إلى صلبة أو سائلة أو غازية في ضوء حالاتها في درجات الحرارة العادية: الحليب، الهواء، النحاس، الهيليوم، الماس، الشمع.

المادة	الحليب	الهواء	النحاس	الهيليوم	الماس	الشمع
الحالة	سائل	غاز	صلب	غاز	صلب	صلب

38. صنف الخواص الآتية إلى فيزيائية أو كيميائية.

a. للألومنيوم لون فضي.

فيزيائية

b. كثافة الذهب 19 g/cm^3 .

فيزيائية

c. يشتعل الصوديوم عند وضعه في الماء.

كيميائية

d. يغلي الماء عند درجة 100°C .

فيزيائية

e. تتكون طبقة سوداء على الفضة.

كيميائية

f. الزئبق سائل في درجات الحرارة العادية.

فيزيائية

2 التقويم

39. فُرِغَتْ علبة حليب في وعاء. صف التغيرات الحادثة في شكل الحليب وحجمه نتيجة ذلك.

يبقى حجم الحليب كما هو، ولكنه يأخذ شكل الوعاء الذي يوضع فيه. وهكذا، فإن شكل الحليب يتغير عندما يُصب من العلبة إلى الوعاء.

40. درجة الغليان عند أي درجة حرارة يغلي 250 mL من الماء، و1000 mL من الماء؟ هل درجة غليان الماء خاصية مميزة أم غير مميزة؟

كلاهما يغلي عند درجة حرارة 100°C ؛ درجة الغليان خاصية مميزة؛ لأنها لا تعتمد على الكمية.

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 2-6 أدناه لتسمي هذه المادة.

الجدول 2-6 الخواص الفيزيائية لبعض المواد المألوفة			
المادة	اللون	الحالة عند 25°C	درجة الغليان ($^{\circ}\text{C}$)
أكسجين	عديم اللون	غاز	-183
ماء	عديم اللون	سائل	100
سكروز	أبيض	صلب	يتحلل
كلوريد الصوديوم	أبيض	صلب	1413

يُبين الجدول أعلاه مركّبين صلبين لونهما أبيض، لكن السكروز هو الذي يتحلل قبل أن يصل إلى درجة الغليان. لذا، فالمادة المجهولة هي السكروز.

الفصل 2 التقويم

إتقان المفاهيم

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

فيزيائي

a. كسر قلم إلى جزأين.

فيزيائي

b. تجمد الماء وتكون الجليد.

كيميائي

c. قلي البيض.

كيميائي

d. حرق الخشب.

كيميائي

e. تغيّر لون ورق الشجر في فصل الخريف.

43. هل يعد تخمر الموز عملية فيزيائية أم كيميائية؟ فسّر ذلك.

تغيّر كيميائي؛ فاللموز الأخضر خواص مختلفة عن خواص الموز الأصفر.

44. هل يعد تغير حالة المادة عملية فيزيائية أم كيميائية؟ فسّر ذلك.

تغير فيزيائي؛ لأن تركيب المادة لم يتغير.

45. اذكر أربعة مؤشرات على حدوث التفاعل الكيميائي.

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

الفصل 2 التقويم

46. صدأ الحديد يتحد الحديد مع الأكسجين في وجود بخار الماء لتكوين أكسيد الحديد، أو ما يعرف بصدأ الحديد. ما المواد المتفاعلة، وما المواد الناتجة؟

الأكسجين والحديد مواد متفاعلة، وصدأ الحديد مادة ناتجة.
حديد + أكسجين → صدا الحديد

47. بعد أن اشتعلت شمعة مدة ثلاث ساعات بقي نصفها. وضح لماذا لا يخالف هذا المثال قانون حفظ الكتلة؟

كتلة الشمع قبل الاحتراق تساوي كتلة الغازات الناتجة بعد الاحتراق مضافاً لها كتلة الشمع المتبقي بعد الاحتراق.

48. وضح الفرق بين التغير الفيزيائي والتغير الكيميائي.

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

تقويم الفصل

2

إتقان حل المسائل

49. إنتاج الأمونيا تفاعل 28.0 g من النيتروجين كلياً مع 6.0 g هيدروجين. ما كتلة الأمونيا الناتجة؟

$$\text{كتلة} = \text{كتلة} \\ \text{المواد المتفاعلة} \quad \text{المواد الناتجة}$$

$$\text{كتلة} = \text{كتلة} + \text{كتلة} \\ \text{النيتروجين} \quad \text{الهيدروجين} \quad \text{الأمونيا}$$

$$\text{الأمونيا} \quad 34.0 \text{ g} = 28.0 \text{ g} + 6.0 \text{ g} = \text{كتلة}$$

50. تفاعل 45.98 g صوديوم مع كمية زائدة من غاز الكلور، ينتج 116.89 g من كلوريد الصوديوم. ما كتلة غاز الكلور الذي استهلك في هذا التفاعل؟

$$\text{كتلة} = \text{كتلة} \\ \text{المواد المتفاعلة} \quad \text{المواد الناتجة}$$

$$\text{كتلة} = \text{كتلة} + \text{كتلة} \\ \text{الصوديوم} \quad \text{الكلور} \quad \text{كلوريد الصوديوم}$$

$$116.89 \text{ g} = 45.98 \text{ g} + \text{كتلة} \quad \text{الكلور}$$

$$\text{الكلور} \quad 70.91 \text{ g} = 116.89 \text{ g} - 45.98 \text{ g} = \text{كتلة}$$

51. تتحلل مادة ما كتلتها 680.0 g إلى عناصرها بالتسخين. ما مجموع كتل عناصرها بعد التسخين؟

$$\text{كتلة} = \text{كتلة} \\ \text{المواد المتفاعلة} \quad \text{المواد الناتجة}$$

الكتلة يجب أن تكون محفوظة؛ بغض النظر عن تحلل المركب إلى مكوناته.

52. عند حرق 180.0 g جلوكوز في وجود 192.0 g أكسجين

نتج ماء وثاني أكسيد الكربون. فإذا كانت كتلة الماء الناتج

108.0 g، فما كتلة ثاني أكسيد الكربون الناتج؟

$$\text{كتلة الجلوكوز} + \text{كتلة الأكسجين} = \text{كتلة الماء} + \text{كتلة ثاني أكسيد الكربون}$$

$$180.0\text{g} + 192.0\text{g} = 108.0\text{g} + \text{كتلة ثاني أكسيد الكربون}$$

$$264\text{ g} = \text{كتلة ثاني أكسيد الكربون}$$

إتقان المفاهيم

53. صف خواص المخلوط.

المخلوط مزيج فيزيائي لمادتين نقيتين أو أكثر بأي نسبة. ليس

للمخاليط تركيب ثابت. وخواصها بشكل عام هي خواص

المواد المكونة لها.

54. اذكر طريقة الفصل التي يمكن استعمالها لفصل المخاليط الآتية:

a. بُرادة الحديد والرمل.

يمكن استعمال مغناطيس لفصل برادة الحديد عن الرمل.

b. الرمل والملح.

أضف ماءً إلى المخلوط لإذابة الملح، ورشح المخلوط لإزالة

الرمل، ثم اغل الماء بحيث يتبقى الملح فقط.

c. مكونات الحبر.

يجب استعمال ورق الكروماتوجرافيا لفصل مكونات الحبر. وإذا

كانت هناك كمية كافية من الحبر فيمكن استعمال التقطير،

ولكنه أكثر تعقيداً من ورق الكروماتوجرافيا.

d. غازي الهيليوم والأكسجين.

برّد مزيج الغازين حتى يتكاثفا، ثمّ قطر السائل المتكاثف.

55. ما صحة العبارة الآتية: "المخلوط مادة ناتجة عن اتحاد مادتين أو أكثر كيميائياً"؟ فسّر إجابتك.

العبارة خاطئة؛ لأن المخلوط مزيج فيزيائي للمواد، وليس اتحاداً كيميائياً.

56. فيم يختلف المخلوط المتجانس عن المخلوط غير المتجانس؟

تحتوي المخاليط المتجانسة طورًا (حالة) واحدًا، أما المخاليط غير المتجانسة فيمكن أن تحتوي عدة أطوار.

57. ماء البحر مكون من ملح ورمل وماء. هل هو مخلوط متجانس أو غير متجانس؟ فسر إجابتك.

غير متجانس. التركيب ليس متجانسًا (منتظمًا).

58. ما الكروماتوجرافيا؟ وكيف تعمل؟

الكروماتوجرافيا تقنية تُستعمل لفصل مكونات المخلوط.

إتقان المفاهيم

59. عرّف العنصر.

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

60. صحّح العبارات الآتية:

a. العنصر مزيج من مركّبين أو أكثر.

المركّب اتحاد عنصرين أو أكثر.

b. عندما تذوب كمية من السكر كليًا في الماء ينتج محلول غير متجانس.

عندما تذوب كمية قليلة من السكر كليًا في الماء يتكوّن محلول متجانس.

تقويم الفصل

2

61. ما أهم إسهامات العالم مندليف في الكيمياء؟

مندليف هو الذي طور أول جدول دوري للعناصر مقبول على نطاق واسع.

62. سمِّ العناصر المكونة لكل من المواد الآتية:

a. ملح الطعام NaCl

صوديوم وكلور

b. الإيثانول $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

كربون وهيدروجين وأكسجين

c. الأمونيا NH_3

نيتروجين وهيدروجين

d. البروم Br_2

بروم

63. هل يمكن التمييز بين العنصر والمركب؟ كيف؟

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

64. هل تختلف خواص المركب عن خواص العناصر المكونة له؟

نعم، فخواص المركب مميزة له، وهي تختلف عن خواص العناصر المكونة له.

تقويم الفصل

2

65. ما القانون الذي يشير إلى أن المركب يتكوّن من العناصر نفسها متحدة بنسب كتلية ثابتة؟

قانون النسب الثابتة.

66. ما النسبة المئوية بالكتلة للكربون في 44.0 g CO_2 ؟

كتلة الكربون = 12.0 g ، كتلة الأكسجين = 16.0 g

كتلة ثاني أكسيد الكربون = 44.0 g

$$\%C = \frac{\text{كتلة الكربون}}{\text{كتلة المركب}} \times 100$$

$$= \frac{12.0}{44.0 \text{ g}} \times 100 = 27\%$$

67. صنف المركّبات الواردة في الجدول 2-7 إلى:

(1:1)، (2:2)، (1:2)

الجدول 2-7 نسب العناصر في المركّبات

أبسط نسب صحيحة للعناصر	المركب
1:1	NaCl
1:1	CuO
2:1	H_2O
2:2	H_2O_2

إتقان حل المسائل

68. تحتوي عينة كتلتها 25.3 g من مركب ما على 0.8 g أكسجين. ما النسبة المئوية بالكتلة للأكسجين في المركب؟

كتلة المركب = 25.3 g

$$\%O = \frac{\text{كتلة الأكسجين}}{\text{كتلة المركب}} \times 100$$

$$= \frac{0.8g}{25.3g} \times 100 = 3.16\%$$

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 الماغنسيوم؟

$$6.96\text{g} + 10.57\text{g} = 17.53\text{g} = \text{كتلة أكسيد الماغنسيوم}$$

$$\%O = \frac{\text{كتلة الأكسجين}}{\text{كتلة المركب}} \times 100$$

$$= \frac{6.96\text{g}}{17.53\text{g}} \times 100 = 39.7\%$$

70. عند تسخين أكسيد الزئبق فإنه يتحلل إلى زئبق وأكسجين. إذا تحلل 28.4 g من أكسيد الزئبق ونتاج 2.0 g أكسجين فما النسبة المئوية بالكتلة للزئبق في أكسيد الزئبق؟

$$\text{كتلة الزئبق} = \text{كتلة أكسيد الزئبق} - \text{كتلة الأكسجين}$$

$$= 28.4\text{g} - 2.0\text{g} = 26.4\text{g}$$

$$\%Hg = \frac{\text{كتلة الزئبق}}{\text{كتلة المركب}} \times 100$$

$$= \frac{26.4\text{g}}{28.4\text{g}} \times 100 = 93\%$$

71. يتحد الكربون مع الأكسجين ويكوّن مركّبين، يحتوي الأول منهما على 4.82 g كربون لكل 6.44 g أكسجين، ويحتوي الثاني على 20.13 g كربون لكل 53.7 g أكسجين. ما نسبة الكربون إلى كتلة ثابتة من الأكسجين في المركّبين المذكورين؟

المركّب	كتلة C	كتلة O	كتلة O / كتلة C
I	4.82g	6.44g	$4.82g/6.44g=0.748$
II	20.13g	53.7g	$20.13g/53.7g=0.375$

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

فتكون نسبة الكربون إلى الأكسجين في المركّب I تساوي ضعف نسبة الكربون إلى الأكسجين في المركّب II

نسبة الكربون إلى الأكسجين المركّب I : نسبة الكربون إلى الأكسجين المركّب II $(0.375 : 0.748) = 1.99 \approx 2$

72. عينة كتلتها 100.0 g من مركّب ما تحتوي على 64.0 g من الكلور. ما النسبة المئوية بالكتلة للكلور في المركّب؟

$$\%CI = \frac{\text{كتلة الكلور}}{\text{كتلة المركّب}} \times 100\%$$

$$= \frac{64.0g}{100.0g} \times 100\% = 64\%$$

73. ما القانون الذي تستعمله لمقارنة CO مع CO₂ ؟ فسّر ذلك. دون اللجوء إلى أي حسابات، حدّد أي المركّبين يحتوي على نسبة مئوية بالكتلة أعلى للأكسجين.

قانون النسب المتضاعفة. سيحتوي CO₂ على أعلى نسبة مئوية كتلية للأكسجين؛ لأنه يحتوي على عدد أكبر من ذرات الأكسجين مقابل العدد نفسه من ذرات الكربون.

74. أكمل الجدول 8-2 الآتي:

كتل العناصر في المركّبات				
المركّب	كتلة المركّب (g)	كتلة الأكسجين (g)	النسبة المئوية بالكتلة للأكسجين	كتلة العنصر الثاني في المركّب (g)
CuO	84.0	16	19%	Cu=68
H ₂ O	18.0	16	89%	2H=2
H ₂ O ₂	34.0	32	94%	2H=2
CO	28.0	16	57%	C = 12
CO ₂	44.0	32	73%	C = 12

مراجعة عامة

75. أيّ حالات المادة قابلة للانضغاط؟ وأيها غير قابلة للانضغاط؟ فسّر إجابتك.

الغازات أكثر حالات المادة قابلية للانضغاط. أمّا المواد الصلبة فأقلها. تتحدد قابلية الانضغاط بكمية الفراغ الموجود بين الجسيمات في كلّ حالة. فالغازات فيها أكبر قدر من الفراغ بين الجسيمات، في حين أن المواد الصلبة فيها أقلّ قدر من الفراغ.

76. صنف المخاليط الآتية إلى متجانسة أو غير متجانسة:

a. النحاس الأصفر (سبيكة من الخارصين والنحاس). **متجانسة**

b. السَّلَطَة. **غير متجانسة**

c. الدم. **غير متجانس**

d. مسحوق شراب مذاق في الماء. **متجانس**

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 بقي 310.0 g من الهيدروجين غير متفاعل. ما كتلة الهيدروجين التي استعملت في هذا التفاعل؟ وما كتلة الهيدروجين قبل التفاعل؟

$$6.0g = 129.9g - 123.9g = \text{كتلة}$$

الهيدروجين المتفاعلة

$$316.0g = 310.0g + 6.0g = \text{كتلة}$$

الهيدروجين قبل التفاعل

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، فما الذي يبقى؟

يمكن أن يتكوّن 50 جزيء ماء. لا، يتبقى 50 ذرة أكسجين.

79. صنّف المواد الآتية إلى مواد نقية، أو مخلوط متجانس، أو مخلوط غير متجانس:

- a. الهواء **مخلوط متجانس**
- b. الدخان **مخلوط غير متجانس**
- c. التراب **يعتمد كونه متجانساً أو غير متجانس على عينة التراب**
- d. الماء النقي **مادة نقية**
- e. الترسبات **مخلوط غير متجانس**
- f. الماء الموحل **مخلوط غير متجانس**

80. حدّد ما إذا كان كل مما يأتي مخلوطاً متجانساً أم مخلوطاً غير متجانس، أم مركّباً، أم عنصراً:

- a. ماء الشرب النقي. **مركّب**
- b. الماء المالح. **مخلوط متجانس**
- c. الهيليوم. **عنصر**
- d. ماء البحر. **مخلوط غير متجانس**
- e. الهواء. **مخلوط متجانس**

81. الطبخ اذكر الخواص الفيزيائية للبيض قبل سلقه وبعده. بناء على ملاحظاتك، هل يحدث تغير فيزيائي أو تغير كيميائي عند سلق البيض؟ فسّر إجابتك.

قبل السلق: سائل، شفاف وأصفر لامع.

بعد السلق: صلب، أبيض غير شفاف وأصفر باهت؛ تغير كيميائي، لأن المادة الناتجة لها تراكيب وخواص مختلفة عن المادة الأصلية.

82. البيتزا هل البيتزا مخلوط متجانس أو غير متجانس؟

مخلوط غير متجانس؛ لأن مكونات البيتزا تبقى منفصلة وترى بالعين المجردة.

83. يتفاعل الصوديوم كيميائياً مع الكلور ليكون كلوريد الصوديوم. هل كلوريد الصوديوم مخلوط أو مركب؟

كلوريد الصوديوم مركب؛ لأن تفاعلاً كيميائياً حدث بين الصوديوم والكلور.

84. بين ما إذا كان اتحاد العناصر الآتية يؤدي إلى تكوين مركب أو مخلوط:

مركب ماء $\text{a. H}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow$

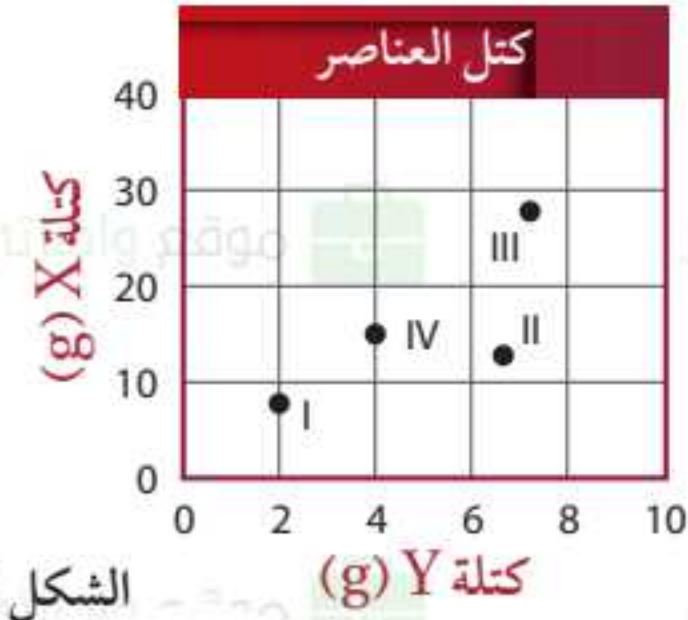
مخلوط هواء $\text{a. N}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow$

تقويم الفصل

2

التفكير الناقد

85. تفسير البيانات يحتوي مركب على عنصرين X و Y. حُللت أربع عينات (I، II، III، IV) ذات كتل مختلفة، ثم رُسِمت كميات العنصرين في كل عينة بيانيًا كما في الشكل 2-22 أدناه.



الشكل 2-22

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

العينات I، III، IV هي للمركب نفسه؛ لأنه يمكن رسم خط

مستقيم بين هذه النقاط الثلاث. ميل المستقيم يكافئ النسبة:

كتلة X

كتلة Y

وبما أن النقاط الثلاث تقع على خط واحد فهذا

يدل على أنها جميعًا لها النسبة الكتلية نفسها (X) إلى (Y)،

وأنها تمثل المركب نفسه.

b. ما النسبة تقريبًا لكتلة X إلى كتلة Y في العينات من المركب نفسه؟

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

c. ما النسبة تقريبًا لكتلة X إلى كتلة Y في العينات التي ليست

من المركب نفسه؟

النسبة الكتلية للعينات (II) هي 1.9:1

تقويم الفصل

2

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

نعم، إذا تم تبريد خليط الغازات إلى درجة كافية، سوف تتكاثف إلى خليط من السوائل، يمكن عندئذ تقطيره.

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

تغير فيزيائي؛ لأن تركيب غاز CO_2 هي نفسها داخل العبوة وخارجها.

مسألة تحفيز

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

$$\text{العينة I:} \quad \frac{\text{كتلة الرصاص}}{\text{كتلة الأكسجين}} = 4.46$$

$$\text{العينة II:} \quad \frac{\text{كتلة الرصاص}}{\text{كتلة الأكسجين}} = \frac{68.54 - 28.76}{28.76}$$

$$= 1.400$$

العيتان ليستا من المركب نفسه، لأن نسبة كتلة الرصاص إلى كتلة الأكسجين مختلفة في العيتين.

مراجعة تراكمية

89. ما الكيمياء؟

الكيمياء علم يهتم بدراسة المادة والتغيرات التي تطرأ عليها.

90. ما الكتلة؟

الكتلة هي مقياس كمية المادة في جسم ما. وهي تقاس بالميزان ذي الكفتين.

تقويم إضافي

الكتابة في 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.

ستختلف إجابات الطلاب. ويمكنهم الوصول إلى المعلومات من مصادر ومراجع مختلفة تتعلق بالعناصر المصنعة.

تقويم الفصل

2

أسئلة المستندات

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

الجدول 2-9 كتل العناصر في المركبات		
اسم الصيغة	الصيغة الكيميائية	الملاحظات
الفحم	عنصر الكربون (الكربون الأسود)	نتج عن تقطير الخشب في وعاء مغلق.
الأزرق المصري	سليكات النحاس الكالسيوم $\text{CaCuSi}_4\text{O}_{10}$	مركب بلوري يحوي شوائب زجاج.
النيلة	$\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_2$	تم تحضيرها من نباتات مختلفة من جنس الشبرق أو القطف.
أكسيد الحديد الأحمر (المهيأيت) وهو المكون الرئيسي للصدأ	Fe_2O_3	يستخدم بصورة مستمرة في كافة المناطق الجغرافية وطوال الزمن.
الزنجار	$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$	مركبات أخرى من النحاس تحوي كربونات، تسمى الزنجار.

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

الفحم: نسبة الكربون بالكتلة = 100%.

النيلة: نسبة الكربون بالكتلة = 73%.

الزنجار: نسبة الكربون بالكتلة: 14%.

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

أكسيد الحديد الأحمر: نسبة الأكسجين بالكتلة = 30%.

الأزرق المصري: نسبة الأكسجين بالكتلة = 43%.

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

العنصر: C والمركب: Fe_2O_3

94. هل يعد إنتاج الفحم بالتقطير الجاف للخشب تغيراً فيزيائياً أم تغيراً كيميائياً؟ فسر إجابتك.

تغير كيميائي، لأن تركيب الخشب الجاف يتغير إلى فحم.

اختبار مقنن

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 61.65

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

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

اختبار مقنن

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/cm ³)	حجم الجسيمات (mm)
نشارة الخشب	لا	لا	0.21	1
ملح الطعام	نعم	لا	2.17	2

8. هل المخلوط (نشارة الخشب وملح الطعام) متجانس أم غير متجانس؟ فسر إجابتك.

المخلوط غير متجانس؛ لأنه يمكن تمييز المواد المختلفة بسهولة بناءً على حجم الجسيمات واللون.

9. هل تصف البيانات خواص فيزيائية أو كيميائية؟ فسر إجابتك.

خواص فيزيائية؛ لأنها تعتمد على المادة نفسها. أما الخواص الكيميائية فتعتمد على سلوك المواد عندما تتفاعل مع غيرها.

10. اقترح طريقة لفصل مكونات المخلوط (نشارة الخشب وملح الطعام) بناءً على خواص مكوناته المبينة في الجدول.

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

11. وضح الفروق بين التغير الكيميائي والتغير الفيزيائي. هل يعد احتراق الجازولين تغيراً فيزيائياً أم كيميائياً؟ فسر إجابتك.

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