



الكيمياء

٩

الجزء الأول
الصف التاسع



ISBN 978-9957-84-634-3



9 789957 846343

المطبعة الوطنية



الكيمياء

الجزء الأول

الصف التاسع

٩

الناشر
وزارة التربية والتعليم
إدارة المناهج والكتب المدرسية

يَسْرُ إدارة المناهج والكتب المدرسية استقبَالَ ملحوظاتكم وآرائكم على هذا الكتاب على العناوين الآتية:

هاتف : ٨ - ٥ / ٤٦١٧٣٠٤ ، فاكس : ٤٦٣٧٥٦٩ ، ص.ب: (١٩٣٠) ، الرمز البريدي : ١١١١٨ ،

أو على البريد الإلكتروني: E-mail: Scientific.Division@moe.gov.jo

قرّرت وزارة التربية والتعليم تدريس هذا الكتاب في مدارس المملكة الأردنية الهاشمية جميعها، بناءً على قرار مجلس التربية والتعليم رقم (٢٠١٥/٣٨) تاريخ ٢٦/٣/٢٠١٥ م بدءاً من العام الدراسي ٢٠١٥/٢٠١٦ م.

جميع الحقوق محفوظة لوزارة التربية والتعليم
عمان - الأردن - ص.ب. (١٩٣٠)

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية

(٢٠١٥/٥/٢٠٨٩)

ISBN: 978-9957-84-634-3

أشرف على تأليف هذا الكتاب كل من:

أ. د. محمود طاهر الوهر (رئيساً)، أ. د. محمد خير الحوراني، أ. د. إدريس فالح المومني،

د. أمل فتحي العابودي، فاتنة سمير التينة (مقرراً)

وقام بتأليفه كل من:

بلال فارس حمدان، تيسير أحمد عبد المالك الصبيحات، خليل سليمان صالح

التحرير الفني : أنس خليل الجرابعة

الرسوم : خلدون منير أبوطالب

الإنـتـاج : سليمان أحمد الخلايلة

التحرير العلمي: فاتنة سمير التينة

التحرير اللغوي : عبد الرحيم عبدالله بشارات

التصميم : فخري موسى الشبول

راجعها : حازم محمد الخطيب

دقّق الطباعة: فدوى عبدالرحمن عويس

١٤٣٦هـ / ٢٠١٥م

٢٠١٦-٢٠١٩م

الطبعة الأولى

أعيدت طباعته

قائمة المحتويات

الفصل الدراسي الأول

الموضوع	الصفحة
المقدمة	٤
الوحدة الأولى: الماء في حياتنا	٦
أولاً: الماء النقيّ والماء غير النقيّ وماء الشرب	٨
ثانياً: تلوث الماء	١٢
ثالثاً: معالجة الماء ليصبح صالحاً للشرب	١٤
رابعاً: تنقية الماء	١٦
خامساً: المحاليل	١٩
سادساً: استخلاص الأملاح من المحاليل المائية	٢٧
سابعاً: خصائص المحاليل المائية	٣٠
العلم والتكنولوجيا والمجتمع - تنقية المياه المنزلية	٣٦
أسئلة الوحدة	٣٨
الوحدة الثانية: نشاط الفلزات	٤٤
أولاً: تفاعلات الفلزات	٤٦
ثانياً: سلسلة النشاط الكيميائي	٥٦
ثالثاً: تآكل الفلزات وطرائق حفظها	٥٧
رابعاً: تفاعلات إذلال فلزات محلّ فلزات أخرى في مركّباتها	٦٣
العلم والتكنولوجيا والمجتمع - السبائك	٦٩
أسئلة الوحدة	٧١
قائمة المصطلحات	٧٥
قائمة المراجع	٧٩

المقدمة

الحمدُ لله ربِّ العالمين، والصلاة والسلام على سيد المرسلين، وعلى آله وصحبه الأكرمين، وبعد.

فقد جاء كتابُ الكيمياءِ للصفِّ التاسع، مُكمِّلاً لمناهج العلوم، ومبنيًا على ما تعلمه الطالبُ في مناهج العلوم المختلفة في المرحلة الأساسية؛ وذلك انسجامًا مع فلسفة التربية والتعليم للمراحل العمرية المختلفة، ومتوافقًا مع النتائج العامة والخاصة لمحور الكيمياء في منهاج العلوم، فالطالب فيها هو محور العملية التعليمية والتعلمية، وهو المسؤول عن تعلمه القائم على حاجاته واستعداداته، ونشاطه، وتفاعله مع زملائه، وقدرته على الوصول إلى مصادر المعلومات المختلفة، من خلال تكنولوجيا المعلومات والاتصالات (ICT) وشبكة الإنترنت. والمعلم مُيسِّر وموجه لسير عملية التعلم، وما يتطلبه ذلك من تفهم المعلم للدور المكلف به، القائم على تطوير ممارساته التعليمية، وتطوير مهاراته في مجال استخدام الحاسوب وتكنولوجيا المعلومات؛ ليتمكن من مواكبة التطورات والمستجدات العلمية الحديثة.

وانطلاقًا من فهمنا لأهمية المنهاج ودور عناصره المختلفة في العملية التعليمية، وأثر عمليات العلم والممارسات التعليمية الحديثة في تنمية مهارات التفكير عند الطلبة، وإكسابهم المفاهيم العلمية، وبناء معرفتهم؛ فقد جاء هذا الكتابُ ليساعد الطلبة على توظيف مهارات التفكير العلمي، والبحث والاستقصاء، والملاحظة، وتحليل البيانات، والاستنتاج، وتفسير الظواهر والمشاهدات، والتنبؤ، بهدف بناء المعرفة عند الطلبة، وربط هذه المعرفة بالحياة، وتنمية مهارات التفكير الناقد عندهم، مما يساعدهم على تحقيق التعلم النافع. ولذلك تضمن هذا الكتاب عددًا من الموضوعات ذات الصلة بالحياة، والتي تساعد على فهم وتفسير الظواهر والمشاهدات المختلفة في البيئة المحيطة، وقد تم تبويب هذه الموضوعات في أربع وحدات دراسية على النحو الآتي:

– الوحدة الأولى: الماء في حياتنا.

– الوحدة الثانية: نشاط الفلزات.

– الوحدة الثالثة: الكيمياء الكهربائية.

– الوحدة الرابعة: الحموض والقواعد.

وفي ضوء الأدوار الحديثة لكل من الطالب والمعلم، فقد حرصنا على تناول موضوعات المادة الدراسية بأساليب تعليمية متنوعة، ارتكزت على توظيف إستراتيجيات التدريس المختلفة التي تشمل ما يأتي:

- التدريس المباشر: الذي يتم من خلاله تقديم المفاهيم الجديدة التي يتعرف عليها الطلبة للمرة الأولى.
- البحث والاستقصاء: الذي يتم فيه تقديم بعض القضايا المشوقة والمثيرة لاهتمام الطلبة؛ للبحث عنها، فيساعدتهم ذلك في بناء معرفة أوسع بموضوعات الدراسة ذات الصلة.
- التعلم المعتمد على الأداء: فقد تم تضمين الموضوعات الدراسية العديد من الأنشطة والتجارب المخبرية، التي يفترض أن يجريها الطالب بقصد الحصول على المعلومات، وبناء المعرفة، واكتساب مهارات العمل المخبري، والعمل الجماعي، ومهارات تفسير الظواهر والملاحظات.
- التعلم القائم على التكنولوجيا الحاسوبية: حيث تضمن الكتاب الكثير من الأنشطة الإثرائية التي تتطلب توظيف البرامج الحاسوبية: كبرنامج معالجة النصوص، وبرنامج العروض التقديمية، وبرنامج الجداول الإلكترونية؛ مما يساعد الطلبة على توظيف ما تعلموه في مبحث الحاسوب في تنفيذ هذه الأنشطة، وعلى تنمية هذه المهارات وتطويرها لديهم.
- ونسأل الله أن نكون قد وفقنا في تقديم هذه المادة الدراسية، بما ينسجم مع مصفوفة النتائج العامة والخاصة لمبحث الكيمياء، وبما يساعد على تحقيق تعلم نافع مثمر لدى طلبتنا، مستثمرين بذلك تكنولوجيا المعلومات والاتصالات (ICT)، الذي يساعد على بناء المعرفة العلمية عند أبنائنا وبناتنا الأعزاء.

والله ولي التوفيق



الماء في حياتنا



الماء عَصَبُ الحياة. فما سببُ هذه المَقُولَةِ؟

قال تعالى: ﴿وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ﴾ (١)

الماءُ أساسُ الحياة؛ فالكائناتُ الحيّةُ تحتاجُ إلى الماءِ كحاجتها للهواءِ، والإنسانُ يحتاجُه لاستخدامه في مختلفِ مناحي الحياة: مثل: الزراعة، والصناعة، والاستخداماتِ المنزليّة. ويحتاجُ الإنسانُ إلى نوعيّةٍ مُعيّنةٍ من الماءِ تصلحُ للشُّرب؛ لذا فلا بدّ أن يكونَ الماءُ الذي نستخدمُه ونشرُّبه نظيفاً خالياً من الملوثات، والكائناتِ الحيّةِ الدقيقة. فما مواصفاتُ الماءِ الصالحِ للشُّرب؟ ومتى يكون الماءُ نقيّاً؟ وكيف تتمُّ تنقيةُ الماءِ ومعالجته ليصبحَ صالحاً للشُّرب؟ هذا ما ستعرفُه بعدَ دراسةٍ هذهِ الوحدةِ وتنفيذِ أنشطتها المختلفة، ويَتَوَقَّعُ منكَ بعدَ ذلكَ أن تكونَ قادراً على أن:

- ▶ تُعرِّفَ كلاً من المفاهيم الآتية: الماء النقي، المحلول، الذائبة، التبخير، التبلُّور، الأسْمُوزِيَّةُ المُعَاكِسَةُ.
- ▶ تُميِّزَ صفات كلٍّ من الماء النقيّ والماء غير النقيّ والماء الصالح للشُّرب.
- ▶ تُوضِّحَ المواصفات القياسية الأردنيّة لمياه الشرب.
- ▶ تتعرّف الإجراءات العمليّة في معالجة الماء ليصبحَ صالحاً للشُّرب.
- ▶ تستنتج بالتجربة العمليّة طرائق تنقية الماء.
- ▶ تُبيِّنَ العوامل المؤثرة في ذائبيّة كلٍّ من المواد الصُّلبة والغازات في الماء عند درجات حرارةٍ مختلفة.
- ▶ تُمثِّلَ بيانياً العلاقة بين ذائبيّة المواد (الصُّلبة، والغازية) في الماء ودرجة الحرارة، وتُستخرج منها ذائبيّة بعض المواد.
- ▶ تُفسِّرَ بعض الظواهر المُرتبطة بتغيُّر ذائبيّة الغازات في الماء.
- ▶ تُطبِّقَ عملياً طرائق فصل المواد الصُّلبة الذائبة في الماء.
- ▶ تكتبَ معادلات أيونيّة موزونة تُمثِّلُ تفكُّك بعض الأملاح في الماء.
- ▶ تكتبَ معادلات تُمثِّلُ تفاعلات كيميائيّة بسيطة تجري في الماء.
- ▶ تُقدِّرَ أهميّة الماء بوصفه وسطاً تجري فيه التفاعلات الكيميائيّة.



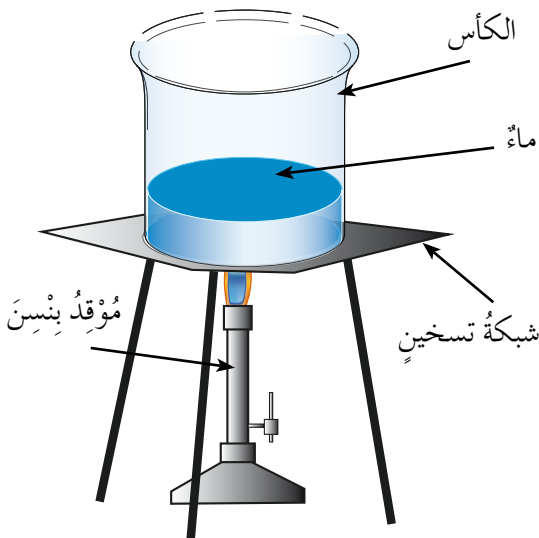
يُوجد الماء في الطبيعة بأشكالٍ مختلفة وفي أماكنٍ مُتعدّدة، فهو يُوجد في المُسطّحات المائيّة مثل: المحيطات والبحار والأنهار على شكل ماءٍ سائلٍ، وفي المحيطات المُجمّدة على شكل جليدٍ، ويوجد داخل صخور القشرة الأرضيّة على شكل مياهٍ جوفيّةٍ، كما أنّه يوجد في الغلاف الجويّ بأشكالٍ متعدّدة مثل بخار الماء. فَمِمّ يتكوّن الماء؟ وهل جميع الماء صالح للشرب؟ وهل الماء الذي تشربه نقيّ؟ أم أنّه يحتوي على موادّ ذائبة فيه؟ للإجابة عن هذه الأسئلة نفّذ النشاط (١-١).

النشاط (١-١): الماء النقيّ والماء غير النقيّ

المواد والأدوات المطلوبة

عينات ماءٍ من مصادرٍ مختلفة (ماء من الصنبور، ماءً مُعبأً، ماءً مُقطّراً)، شبكة تسخين، مُخَبَّر، مُدرّج، كأس زجاجيّة، مُنصّب ثلاثيّ، مُوقد بنسن.

الخطوات



تبخير الماء

١- استخدم المُخَبَّر المُدرّج لنقل ١٠ مل من

ماء الصنبور إلى الكأس.

٢- سخّن الكأس على نارٍ هادئةٍ كما في الشكل؛

حتى يتبخّر جميع الماء.

٣- افحص الكأس جيّداً. فماذا تلاحظ؟

• هل يُعدّ ماء الصنبور نقيّاً أم لا؟ ولماذا؟

• ماذا يُسمّى الماء الذي يحتوي على موادّ

ذائبة فيه؟

٤- كرّر الخطوات (١-٣) مُستخدِماً الماء

المُقطّر، ثم كرّرّها باستخدام الماء المُعبأ.

٥- نظّم النتائج التي توصّلت إليها كما في الجدول الآتي:

نوع الماء	هل توجد فيه مواد ذائبة؟	هل هو نقي؟
ماء الصنبور		
ماء مقطر		
ماء مُعبأ		

يتكوّن الماء النقيّ من جزيئات الماء فقط وصيغتها الكيميائية H_2O ، أمّا ماء الشرب فهو يتكوّن من جزيئات الماء بالإضافة إلى بعض الأملاح الذائبة فيه، ويتوافر في نوعين: ماء الصنبور (Tap Water)، والماء المُعبأ (Bottled Water) ويتم الحصول على ماء الصنبور من الآبار والأنهار والبحيرات القريبة من التجمّعات السكّنية، حيث تتمّ معالجته ليصبح مطابقاً للمواصفات والمقاييس الحكومية لماء الشرب، ثم يُنقل عبر الأنابيب ليصل إلى المنازل. أمّا الماء المُعبأ فيتعرّض لعمليات تنقية وتعقيم خاصّة، كما تضاف إليه بعض الأملاح المفيدة للجسم ويخضع للرقابة من قبل الهيئات الحكومية المُختصة. ولمعرفة مكونات الماء المُعبأ ودرجة توافّقها مع المواصفات القياسية الأردنية لماء الشرب نفّذ النشاط (١-٢).



النشاط (١-٢): المواصفات القياسية الأردنية للماء الصالح للشرب

١- احصل على عُبوات مختلفة المصدر لماء مُعبأ وافحصها، ثم سجّل مُكونات كل منها ورتبها في الجدول المُبيّن.

٢- ابحث عن النسب (التراكيز) المسموح بها للأيونات وفّق المواصفات والمقاييس الأردنية لماء الشرب من خلال الرجوع إلى المواقع الإلكترونية ذات العلاقة، وسجّلها في الجدول. يمكنك الاستعانة بالكلمات المفتاحيّة مثل: «المواصفات القياسية الأردنية للماء الصالح للشرب» أو «الماء الصالح للشرب».

اسم الأيون	رمز الأيون	التركيز المسجّل على العبوة (مغ/لتر)	أعلى تركيز مسموح به (مغ/لتر)

٣- قارن بين الأيونات التي احتوتها العينة ونسبها مع ما توصلت إليه من الأيونات المسموح بوجودها بماء الشرب.

٤- ناقش مع زملائك لماذا تُضاف الأملاح (الأيونات) إلى ماء الشرب؟

٥- ماذا تتوقع أن يحدث عند زيادة تراكيز هذه الأيونات عن الحد المسموح به؟

٦- ما دلالة استخدام وحدة التركيز (مغ/لتر) للتعبير عن تركيز الأيونات في ماء الشرب؟

من المهمّ ذكره أنّ المواصفات الأردنيّة لماء الشرب قريبة من المواصفات العالميّة، وهناك متابعة مستمرة من السلطات المسؤولة عن المياه للتأكد من مطابقتها لهذه المواصفات.

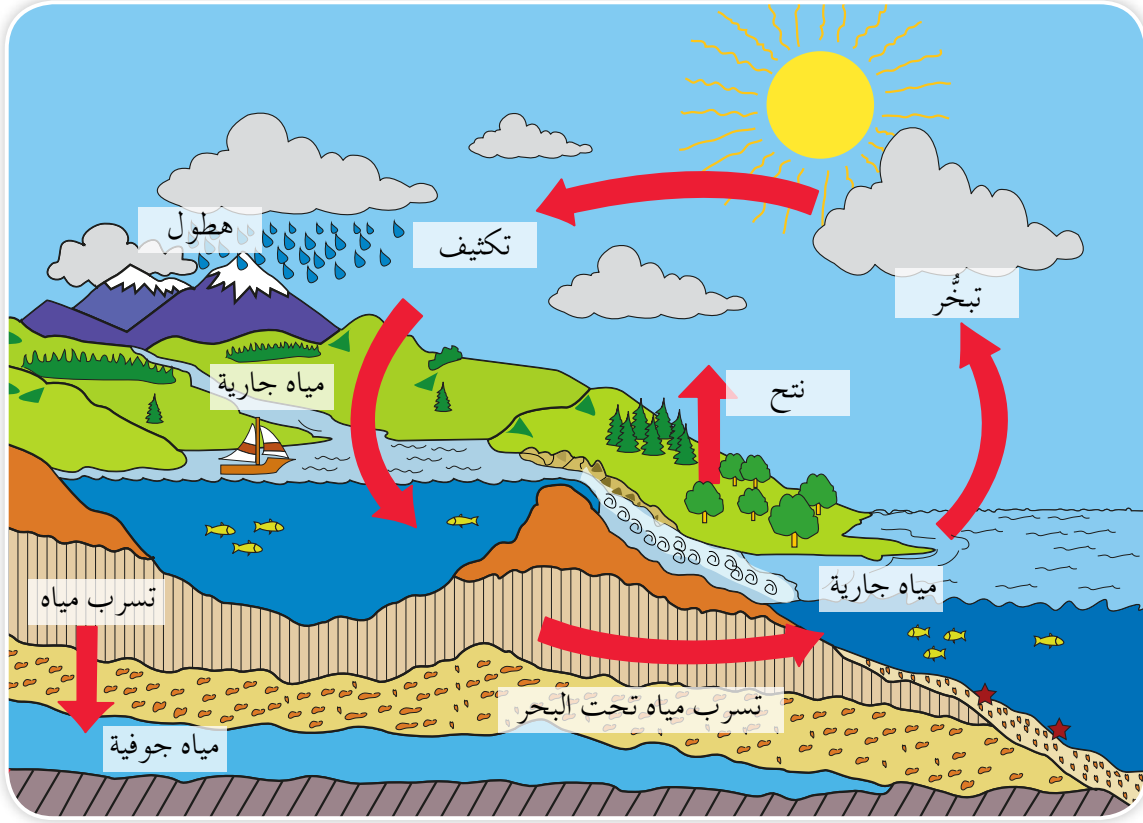


قضية للنقاش

ابحث في الموسوعات العلميّة المتوافرة، أو المواقع الإلكترونيّة المختلفة، عن التأثيرات التي قد تحدثها زيادة نسب الأيونات في ماء الشرب في حياة كلّ من الإنسان والكائنات البحريّة. واكتب تقريرًا بذلك ثمّ ناقشه مع زملائك ومعلمك.

عرفت من النشاط السابق أنّ ماء الشرب يحتوي أملاحًا ذائبةً على شكل أيوناتٍ مثل (Ca^{2+}, Mg^{2+}, Cl^-) ، وأنّ وجود هذه الأيونات ضروريّ لصحّة الجسم على ألاّ تزيد تراكيز هذه الأيونات عن النسب المسموح بها. فما مصدر هذه الأملاح؟

للإجابة عن هذا السؤال تأمّل الشكل (١-١) الذي يمثّل دورة الماء في الطبيعة، ثم صِف ما يحدث للماء مُستعينًا بالأسئلة التي تليه:



الشكل (١-١): دورة الماء في الطبيعة.

- ماذا يحدث لمياه البحار والأنهار عند تعرّضها لأشعة الشمس؟
- ما الذي يحدث لبخار الماء عندما يرتفع إلى طبقات الجو العليا؟
- أين تذهب الأمطار المتساقطة على سطح الأرض؟
- تتسرب بعض الأمطار المتساقطة عبر الصخور السطحية، فما تأثيرها في هذه الصخور؟

يؤدي تسرب ماء المطر عبر صخور القشرة الأرضية إلى إذابة بعض الأملاح المكوّنة للصخور ولا سيما أملاح (الكالسيوم و المِغنيسيوم)، وتبقى هذه المواد ذائبة في الماء المتسرب، الذي يُحجّز في صخور القشرة الأرضية ويُستخرج بواسطة الآبار الارتوازية التي تُعدّ مصدرًا أساسيًا لماء الشرب.

سؤال

يحتوي الماء على غازات ذائبة، تصل إليه مباشرة عن طريق ملامسة الهواء لسطحه. برأيك، ما الغازات التي يمكن أن تكون ذائبة فيه؟ وهل هي مفيدة أم لا؟ ناقش ذلك مع زملائك ومعلمك.



يُعدُّ تلوث الماء (Water Pollution) من أخطر المشكلات في الوقت الحالي، ولأنَّ الأردنَّ بلدٌ فقيرٌ بمصادره المائية؛ فإنَّ المحافظة على هذه المصادر خالية من التلوث، يُعدُّ من الأولويات التي يجب الاهتمام بها؛ لكي يحصل كل مواطن على حاجته من الماء الصالح للشرب. فكيف نحافظ على هذه المصادر؟ وكيف نحميها من التلوث؟

عرفت سابقاً أنَّ المياه الموجودة في الطبيعة تحتوي على موادَّ ذائبة مثل الأيونات، إلا أنَّ تراكيز هذه الأيونات يجب أن يبقى محدوداً؛ بحيث لا تتجاوز التراكيز المسموح بها وفق المواصفات والمقاييس العالمية لمياه الشرب؛ ذلك لأنَّ زيادة التركيز عن حدٍّ مُعيَّن يسببُ أضراراً لكل من الإنسان والحيوان والنبات. ولعلك تتساءل: كيف تصل هذه الأيونات إلى مصادر المياه؟

يتسرب كثيرٌ من هذه الأيونات إلى المياه من مخلفات المصانع والمياه العادمة المنزلية والصناعية واستخدام المبيدات الحشرية؛ ممَّا يؤدي إلى تلوث كبير في مصادر المياه. فالرصاص مثلاً يُستخدم في العديد من الصناعات، مثل بطاريات السيارات السائلة والدهانات وغيرها؛ لذا فإنه من المُتوقع أن تصل أيونات الرصاص إلى الماء عن طريق طرحها مباشرة من المصانع التي تستخدمه أو عن طريق غير مباشر، حيث يقوم ماء المطر بإذابته من المخلفات التي تطرحها المصانع وينقله إلى تجمعات المياه.

ولكن هل ينتج تلوث الماء عن التغير في المواصفات الكيميائية فقط؟ وما تأثير التغير في المواصفات الفيزيائية، مثل: اللون والطعم ودرجة الحرارة وغيرها، في صلاحية الماء للشرب؟ وما تأثير التغير في المواصفات الحيوية (وجود البكتيريا وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة) في صلاحية الماء للشرب؟

تشير الأسئلة السابقة إلى أنَّ للماء خصائص كيميائية ترتبط بما يحتويه من الأيونات، وكذلك خصائص فيزيائية مثل: اللون والكثافة، كما يُعدُّ الماء وسطاً ملائماً لنمو الكائنات الحية الدقيقة كالbكتيريا والطحالب وبعض الأوليات، والتي يُعدُّ وجودها مؤشراً على تلوث الماء، ويتميز الماء الصالح للشرب بأنه لا طعم ولا رائحة ولا لون له، ومن جهة أخرى، فالماء الصالح للشرب يُفترض أن لا يحتوي على أية كائنات حية من هذه الأنواع، ونظراً لتعدُّد خلل الماء من الكائنات الحية

الدقيقة فقد تَضَمَّنَتِ المواصفاتُ القياسيةُّ الأردنيةُ لماءِ الشربِ إلى أنَّ احتواءَ الماءِ للكائناتِ الحيَّةِ الدقيقةِ يجبُ ألاَّ يزيدَ عنِ حدودٍ مُعَيَّنةٍ مَسْمُوحًا بها.



اكتبْ بلغتكِ الخاصَّةَ تعريفًا لمفهومِ تلوثِ الماءِ.

قضية للبحث

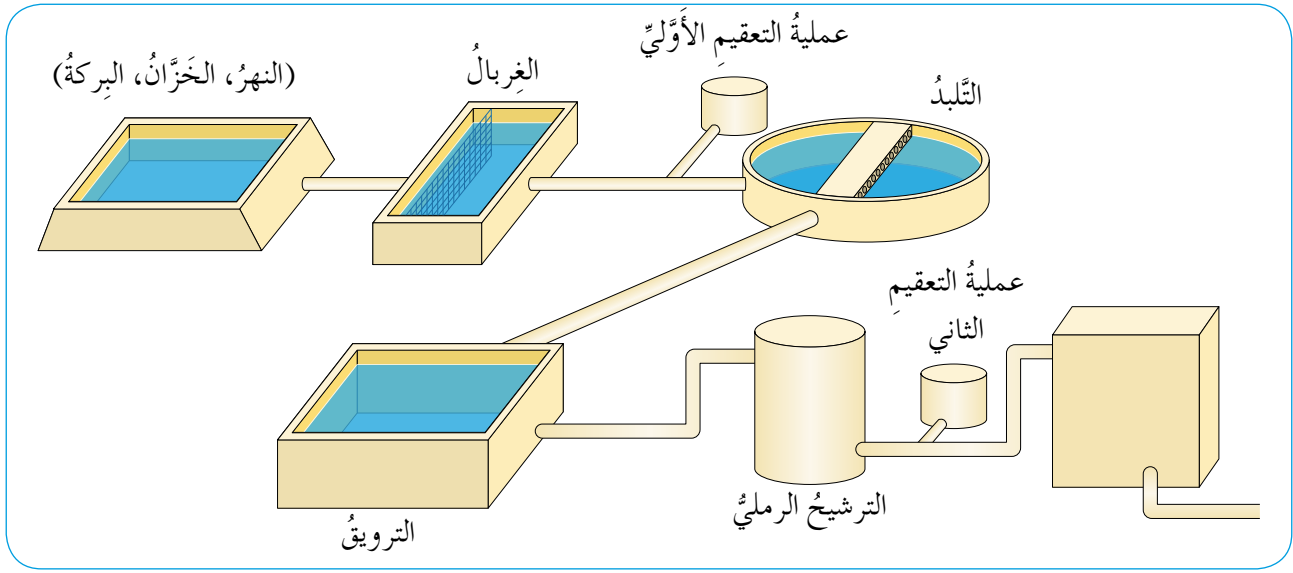
اكتبْ رسالةً إخباريةً حولَ تلوثِ الماءِ بحيثُ تتضمنُ ما يأتي:

- ١- مفهومَ تلوثِ الماءِ.
 - ٢- مفهومَ المياهِ العادمةِ، ومكوناتِها ومصادرها.
 - ٣- مسبباتِ تلوثِ الماءِ.
 - ٤- آثارَ التلوثِ والأضرارَ التي يسببُها.
 - ٥- كيفيةَ الحدِّ من تلوثِ الماءِ.
- للحصولِ على مزيدٍ من الأفكارِ فيما يخصُّ هذه الرسالةَ يمكنكُ زيارةً بعضِ المواقعِ الإلكترونيةِ ذاتِ العلاقةِ مُستعينًا بالكلماتِ المفتاحيةِ التالية وهي:
- تلوثُ الماءِ، آثارُ التلوثِ، مسبباتُ التلوثِ، المياهُ العادمةُ.



لَمَّا كَانَتِ الْمِيَاهُ عُزْضَةً لِلتَّلَوُّثِ وَالتَّحَوُّلِ إِلَى مِيَاهٍ غَيْرِ صَالِحَةٍ لِلشَّرْبِ وَالِاسْتِخْدَامِ الْبَشَرِيِّ؛ فَإِنَّهُ لَا بَدْءَ مِنْ مُعَالَجَةِ جَمِيعِ أَشْكَالِ الْمِيَاهِ قَبْلَ تَوْزِيعِهَا عَلَى الْمَنَازِلِ أَوْ الْمَصَانِعِ، فَكَيْفَ يَتِمُّ ذَلِكَ؟ وَمَا الْمَرَاهِلُ الَّتِي تَمُرُّ بِهَا هَذِهِ الْعَمَلِيَّةُ؟

تَتِمُّ مُعَالَجَةُ الْمِيَاهِ بَعْدَ اسْتِخْرَاجِهَا مِنَ الْمَصَادِرِ الْمَخْتَلِفَةِ فِي مَحَطَّاتِ الْمُعَالَجَةِ، وَفَقَّ سِلْسِلَةٍ مِنَ الْعَمَلِيَّاتِ وَالْمَرَاهِلِ الْمَوْضُحَةِ فِي الشَّكْلِ (٢-١).



الشَّكْلُ (٢-١): رَسْمٌ تَخْطِيطِيٌّ يُوَضِّحُ خُطُواتِ مُعَالَجَةِ الْمَاءِ لِيَصْبَحَ صَالِحًا لِلشَّرْبِ.

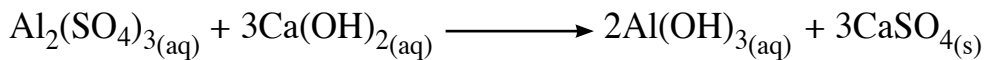
وفيما يلي توضيحٌ لمرآحلِ مُعَالَجَةِ الْمَاءِ لِيَصْبَحَ صَالِحًا لِلشَّرْبِ:

١- تنقية الماء من العوالق الكبيرة:

يَمُرُّ الْمَاءُ عِبْرَ مَصَافٍ كَبِيرَةٍ لِتَخْلِيصِهِ مِنَ الْمَوَادِّ الصُّلْبَةِ كَبِيرَةِ الْحَجْمِ مِثْلَ: الْحِجَارَةِ وَقِطَعِ الْخَشَبِ وَالْأَعْشَابِ وَغَيْرِهَا.

٢- التَّخْيِيرُ (Coagulation)

تُضَافُ بَعْضُ الْمَرْكَبَاتِ الْكِيمِيَاءِيَّةِ إِلَى الْمَاءِ، مِثْلَ كَبْرِيَّاتِ الْأَلْمِينِيومِ $Al_2(SO_4)_3$ الْمَوْجُودَةِ فِي الشَّبَّةِ وَهَيْدْرُوكْسِيدِ الْكَالْسِيومِ $Ca(OH)_2$ ، فَيُؤَدِّي تَفَاعُلُهُمَا إِلَى إِنتَاجِ مَادَّةٍ هَلَامِيَّةٍ مِنْ هَيْدْرُوكْسِيدِ الْأَلْمِينِيومِ تَلْتَصِقُ بِهَا الْمَوَادُّ الْعَالِقَةُ، وَمَادَّةِ كَبْرِيَّاتِ الْكَالْسِيومِ غَيْرِ الذَائِبَةِ فِي الْمَاءِ، حَيْثُ تَتَرَسَّبُ هَذِهِ الْمَوَادُّ أَسْفَلَ وَعَاءِ التَّخْيِيرِ، وَالْمَعَادِلَةُ الْآتِيَةُ تُوَضِّحُ هَذَا التَّفَاعُلَ:



(راسب) (مادة هلامية)

٣- الترويق (Sedimentation).

يترك الماء فترة زمنية بسيطة ليتم ترسيب المواد العالقة بعد عملية التخثير.

٤- الترشيح (Filtration).

يتم ترشيح الماء بتركه يتدفق عبر مصاف ضخمة تُعرف بمصائد الشوائب تاركاً وراءه المواد الناتجة عن عملية التخثير والتي لم ترسب بفعل عملية الترويق.

٥- التعقيم (Disinfection)

تعدّ عملية التعقيم أساسية في تنقية المياه لأغراض الشرب والصناعات الغذائية، وهناك عدة طرق لتعقيم المياه يتم فيها استخدام مواد مختلفة، مثل: الكلور والأوزون، وكذلك استخدام الأشعة فوق البنفسجية؛ مما يؤدي إلى قتل الأحياء الدقيقة مثل البكتيريا، والخمائر، والفطريات الموجودة في الماء.

وقد تختلف عملية المعالجة تبعاً لنوعية المياه المستخدمة والغرض الذي ستستخدم له؛ إذ تحتاج المياه الجوفية إلى عمليات معالجة أقل من المياه السطحية، وهناك بعض العمليات الاختيارية تحددها السلطات المسؤولة عن المعالجة، مثل إضافة أيون الفلوريد، لماذا؟ هذا وتستخدم بعض محطات المعالجة حبيبات الكربون المنشط، في بعض مراحل المعالجة، نظراً لفاعليتها في إزالة الطعم والرائحة غير المرغوبين.

الكربون المنشط

هو شكل مُحسّن من الكربون يتميز بعدم احتوائه على ترتيب ذريّ منتظم، ويتم تحضيره عن طريق تسخين الكربون بالبُخار إلى ١٠٠٠°س في غياب الأكسجين؛ مما يؤدي إلى التخلص من الشوائب، ويتحوّل الكربون إلى مادة حبيبية مسامية ذات سطح مساحتة عالية جداً، حيث تزيد مساحة الغرام الواحد من المادة عن (٥٠٠ م^٢).



نادرًا ما نجد في حياتنا ماءً نقيًا تمامًا، فحتّى ماء الشرب - كما عرفت سابقًا - يحتوي على الكثير من الأملاح والغازات الذائبة فيه، ولا يُعدّ ماء البحر استثناءً من ذلك، فهو يحتوي على الكثير من الأملاح بنسبٍ مختلفةٍ تفوقُ غالبًا نسبَ وجودها في الماء العاديّ أو الماء المُعبأ، وتُستخدَمُ عدّة طرائق لتنقية الماء ليصبح صالحًا للاستخدام البشريّ، ومنها: التقطير، والأسموزيّة المعاكسة، وتُستخدَمُ هذه الطريقة عادةً في تحلية ماء البحر، وقد أصبحت حاليًا تُستخدَمُ في المنازل، بعد أن صُنعت أجهزة مُطوّرة لهذا الغرض تعمل على مبدأ الأسموزيّة المعاكسة. فكيف تتم تنقية المياه باستخدام هذه الطرائق؟

١- الأسموزيّة المعاكسة (Reverse Osmosis)

تُستخدَمُ طريقة الأسموزيّة المعاكسة في تنقية الماء وخاصة المياه المالحة ومياه البحر. ولكي تتعرف مفهوم الأسموزيّة المعاكسة، وتفهم مبدأ عملها في تنقية الماء، عليك أولاً أن تتعرف إلى الخاصيّة الأسموزيّة. فما المقصود بالخاصيّة الأسموزيّة؟ وكيف تُسهّم في انتقال السوائل بين المحاليل المتفاوتة في التركيز؟ لتتعرّف إلى ذلك، نفذ النشاط (٣-١).

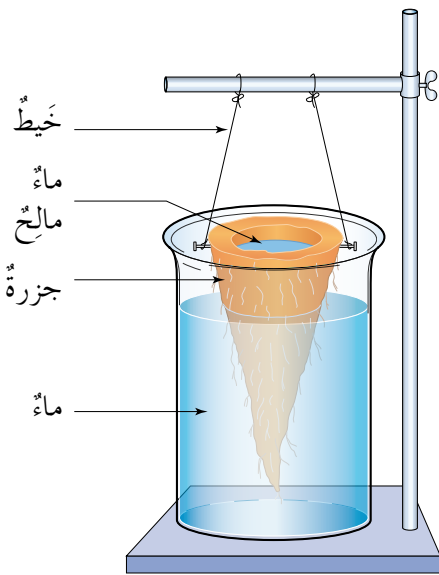
النشاط (٣-١): الخاصيّة الأسموزيّة

المواد والأدوات المطلوبة

جزرة، كميّة من الماء المالح، ماء عاديّ، خيط، حامل.

الخطوات

- ١- احفر الجزرة، ثم ضع فيها كميّة من الماء المالح، وحدّد مستوى سطح الماء فيها.
- ٢- علّق الجزرة في وعاء به ماء عاديّ كما في الشكل.
- ٣- اترك الوعاء بما فيه بضعة ساعات.

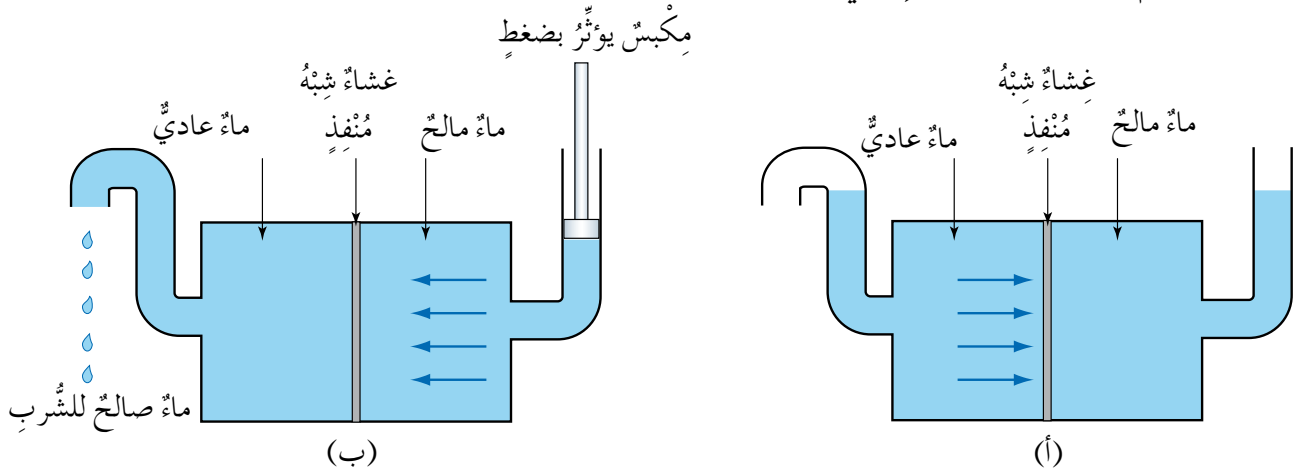


الخاصيّة الأسموزيّة

٤- لاحظِ التغيُّرَ الذي طرأَ على سطحِ السائلِ داخلِ الجزرةِ.

- هل انتقلَ الماءُ من داخلِ الجزرةِ إلى خارجِها أم العكسِ؟
- يُسمَّى غِشاءُ الجزرةِ غِشاءً شَبَهَ مُنْفَذٍ. فماذا يَعْنِي ذلك؟
- ماذا نُسمِّي هذه العملية؟
- اكتبِ بُلُغَتَكَ الخاصَّةَ تعريفًا لمَفهوْمِ الخاصِّيَّةِ الأُسْمُوزِيَّةِ.

عرفتَ من النشاطِ (١-٣) أنَّ الخاصِّيَّةَ الأُسْمُوزِيَّةَ تُؤدِّي إلى انتقالِ الماءِ (المذيبِ) من المحلولِ الأقلِّ تركيزًا إلى المحلولِ الأعلى تركيزًا عبرَ أغشيةٍ شَبَهَ مُنْفَذَةٍ، وتستمرُّ عمليةُ الانتقالِ إلى أن يصلَ ارتفاعُ السائلِ داخلِ الجزرةِ إلى حدٍّ مُعَيَّنٍ يتساوَى عندهُ ضغطُ السائلِ الموجودِ في الجزرةِ معَ الضَّغْطِ الناشئِ عن اختلافِ تركيزِ السائلينِ الموجودينِ على جانبي الغِشاءِ شَبَهِ المُنْفَذِ فيتوقَّفُ انتقالُ السائلِ، ويُسمَّى هذا الضَّغْطُ، الضَّغْطُ الأُسْمُوزِيّ. والسؤالُ الآنُ: ماذا يحدثُ إذا أثَرْنَا على سطحِ السائلِ في الجزرةِ بضَغْطٍ يفوقُ الضَّغْطَ الأُسْمُوزِيّ؟ لتعرفَ ذلكِ ادرسِ الشكلَ (١-٣)، ثمَّ أجِبْ عن الأسئلةِ التي تليه:



الشَّكْلُ (١-٣): رَسْمٌ تَخْطِيطِيٌّ يُوَضِّحُ (أ) الخاصِّيَّةَ الأُسْمُوزِيَّةِ (ب) الأُسْمُوزِيَّةَ المَعَاكِسَةَ.

- ماذا سيحدثُ لحجمِ المحلولِ المالحِ في الشكلِ (١-٣أ) بعدَ فترةٍ زمنيةٍ كافيةٍ؟ ولماذا؟
- أينَ يُوَثَّرُ ضَغْطُ المِكبَّسِ في الشكلِ (١-٣ب)؟ وما تأثيرُ ذلكِ في انتقالِ الماءِ بينَ المحلولينِ؟
- تعملُ الأُسْمُوزِيَّةُ المَعَاكِسَةُ على مَبْدَأِ إحداثِ ضَغْطٍ أعلى من الضَّغْطِ الأُسْمُوزِيّ، وباتجاهِ مُعَاكِسٍ له على أَحَدِ جانبي الغِشاءِ شَبَهِ المُنْفَذِ من جِهَةِ المحلولِ الأكثرِ تركيزًا، أي الجانبِ الذي يحتوي على الماءِ المالحِ، وبالتالي سينتقلُ الماءُ باتجاهِ معاكسٍ للضَّغْطِ الأُسْمُوزِيّ. ويجبُ أن يمتازَ الغِشاءُ شَبَهَ المُنْفَذِ المستعملُ بالقدرةِ على مُقاومةِ الارتفاعِ في الضَّغْطِ (مثلُ الأغشيةِ السِّلِيلُوزِيَّةِ).

يمكن استثمار هذه الطريقة في تنقية الماء؛ إذ نحصل منها على نوعية مياه عالية الجودة، لا سيما إذا استخدم الكربون المنشط بعدها. وتعد هذه الطريقة من الطرائق المُكَلِّفَة اقتصاديًا؛ إذ يلزم تغيير الغشاء شبه المنفذ بشكل دوري.



كيف يمكن تحسين عمل الغشاء شبه المنفذ، وتخليصه من الدقائق العالقة به؟

٢- التقطير (Distillation)

مع أننا نعيش في عصر التقدم التكنولوجي الواسع، إلا أنه يندُر الوصول إلى طريقة ناجحة تُتيح الحصول على نوعية المياه المطلوبة تمامًا، ولكن عند مقارنة البدائل الموجودة نجد أن طريقة التقطير تُعد أكثر الطرق فعالية. وهي طريقة قد تلاحظها كل يوم، فأنت عندما تسخن الماء في وعاء مُغطى تجد هناك بضع قطرات من الماء قد تجمعت على الغطاء من أسفل إذا فتحت الوعاء. وهذه القطرات تشبه الماء المقطر لأنها مرّت بعمليتي التبخير والتكثيف. أمّا في المختبر فيمكنك تنفيذ النشاط (١-٤) لتعرف كيف تحدث عملية التقطير.



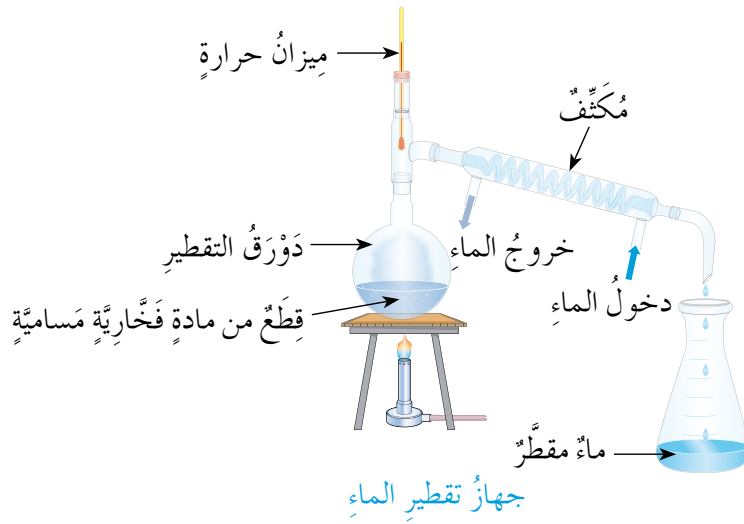
النشاط (١-٤): تقطير الماء

المواد والأدوات المطلوبة

مِخْبَارٌ مدرّج، جهاز تقطير الماء، ماء ملوّن (يحتوي على كبريتات النحاس والقليل من التراب والملح)، مُوقِدٌ بنّسن، قِطْعٌ من مادة فَخَّارِيَّةٍ مَسَامِيَّةٍ، كأس زجاجية، مِنْصَبٌ ثلاثي، شبكة تسخين.

الخطوات

- ١- ضع ١٠٠ مل من الماء الملون في دَوْرَقِ التقطير، وضع معه قليلًا من القطع الفخارية المسامية التي تُسهّل عملية الغليان عن طريق توزيع الحرارة على جميع أجزاء الماء.
- ٢- ركب جهاز التقطير، كما في الشكل.
- ٣- سخن الدَوْرَقَ؛ حتّى يتبخّر جميع الماء، ويتمّ تجميعه في الكأس الزجاجية وذلك بعد تبريده أثناء مروره في المُكثِّف. ماذا يُسمّى هذا الماء؟
- ٤- تفحص المادة المتبقية في الدَوْرَقِ. سجّل مشاهدتك.
- ٥- دوّن ملاحظاتك حول الماء المُقَطَّر من حيث اللون والرائحة والعكورة.



تُلاحَظُ من النشاط (١-٤) أَنَّ الماءَ الناتجَ عن عمليةِ التقطيرِ يكادُ يخلو من الأملاحِ والموادِّ الذائبةِ، وبالتالي يمكنُ استخدامُ هذه الطريقةِ في الحصولِ على ماءٍ نقيٍّ بدرجةٍ عاليةٍ، غيرَ أنَّها تُعدُّ من الطرائقِ المُكلفَةِ اقتصاديًّا. لماذا؟

والآن، حاولِ الإجابةَ عن الأسئلةِ الآتيةِ:

- ما العملياتُ والتحوُّلاتُ الفيزيائيةُ التي تصاحبُ عمليةَ التقطيرِ؟

- اكتبْ بلغتكِ الخاصَّةَ تعريفًا لمفهومِ تقطيرِ الماءِ.

وتجدُرُ الإشارةُ هنا إلى أَنَّهُ رَغْمَ أَنَّ عمليةَ التقطيرِ تُزيلُ معظمَ الشوائبِ والموادِّ والأملاحِ الذائبةِ في الماءِ، إلَّا أَنَّ أجزاءً ضئيلةً من الشوائبِ يمكنُ أَنْ تبقى في الماءِ المُقطَّرِ.

المحاليلُ



خامسًا

يحتوي الماءُ على الكثيرِ من الموادِّ الذائبةِ، والتي يُسمَّى كلُّ منها مُذابًا، في حين يُسمَّى الماءُ مُذيبًا، ويُسمَّى المُذابُ والمُذيبُ معًا محلولًا (Solution) وبشكلٍ عامٍّ، فإنَّ المُذيبَ هو المادَّةُ التي تُوجدُ في المحلولِ بنسبةٍ أعلى، والمُذابُ هو المادَّةُ التي تُوجدُ في المحلولِ بنسبةٍ أقلَّ، فالمحلولُ مخلوطٌ متجانسٌ تنتشرُ فيه دقائقُ المُذابِ عادةً، بشكلٍ مُنتظمٍ بين دقائقِ المُذيبِ في جميعِ أجزاءِ المحلولِ.

والسؤالُ الذي يتبادرُ إلى الذهنِ الآن: هل هناكُ محاليلُ يكونُ فيها المُذيبُ غيرَ الماءِ؟

لِتعرَفَ ذلكَ ادرسِ الجدولَ (١-١) الذي يُبيِّنُ أنواعًا مختلفةً من المحاليلِ، وبعضَ الأمثلةِ لكلِّ نوعٍ منها، ثُمَّ أَجبْ عن الأسئلةِ التي تليه:

الجدول (١-١) : أنواع المحاليل وبعض الأمثلة لكل نوع منها.

حالة المحلول	حالة المذاب	حالة المذيب	أمثلة
سائل	غاز سائل صلب	سائل سائل سائل	الأكسجين في الماء الكحول الإيثيلي في الماء السكر في الماء
غاز	غاز سائل صلب	غاز غاز غاز	الأكسجين في الهواء قطرات الماء في الجو حببات الغبار في الهواء
صلب	غاز سائل صلب	صلب صلب صلب	الهيدروجين في البلاديوم الزئبق في الفضة السبائك الفلزية، كالفلوإذ

- ما الحالة الفيزيائية للمذيب في المحاليل السابقة؟
- ما القاعدة التي اعتمدت في تصنيف المحاليل السابقة؟
- صنّف المحاليل الآتية حسب الحالة الفيزيائية للمذيب: محلول ملح الطعام في الماء، قطعة من الفولاذ المقاوم للصدأ (Stainless Steel)، ثاني أكسيد الكربون في ماء البحر، مانع التجمّد (غلايكول إيثيلين) في مُبرّد السيارة.

يُمكن تصنيف المحاليل تبعاً للحالة الفيزيائية للمذيب، إلى ثلاثة أنواع (محاليل سائلة، ومحاليل صلبة، ومحاليل غازية)، وبما أنّ المذيب عادةً يوجد بنسبة أكبر في المحلول فإنّ حالة المحلول تكون شبيهة بحالة المذيب، فمثلاً: عند إذابة ثاني أكسيد الكربون في الماء فإنّ المحلول يُعتبر محلولاً سائلاً؛ لأنّ المذيب سائل في حين أنّ المذاب غاز. وستقتصر دراستنا في هذا البند على المحاليل السائلة التي يكون فيها الماء مذيباً، لما لها من أهميّة كبيرة في مجال التفاعلات والحسابات الكيميائية والظواهر المتعلقة بها. والسؤال الذي يتبادر إلى الذهن الآن: كيف نُعبّر عن كميّة المذاب والمذيب في المحلول؟

هناك طرائق عديدة للتعبير عن كميّة المذاب والمذيب في المحلول منها تركيز المحلول، والذائبيّة وغيرها وستعرف فيما يلي بعض هذه الطرائق.

١- تركيزُ المحلول

يُستخدمُ مصطلحُ «تركيزُ المحلول» ليعبرَ عن العلاقة بين كميتي المُذاب والمُذيب في محلول ما، فما المقصودُ بالتركيز؟ وكيف نُعبّرُ عنه؟ لتتعرّف ذلك نفذ النشاط (١-٥).

النشاط (١-٥): التركيز

المواد والأدوات المطلوبة

دَوْرَقُ حَجْمِيّ ٢٥٠ مل (عدد ٢)، دَوْرَقُ حَجْمِيّ ١٠٠ مل (عدد ٢)، ماءٌ مُقَطَّرٌ، سُكَّرٌ، ميزانٌ حَسَّاسٌ، قِنِينَةُ غُسْلٍ بلاستيكية (Wash Bottle).

الخطوات

١- باستخدام الميزان الحساس (وبمساعدة معلمك) خُذْ بِدِقَّةٍ (١٠ غ، و ٢٠ غ) من السُّكَّرِ، وَضَعْ كِلَاهُمَا فِي دَوْرَقِ حَجْمِيّ مُسْتَقِلٍ سَعْتُهُ ١٠٠ مل.

٢- كرِّرِ الخطوة رَقْمَ (١) باستخدام دَوْرَقَيْنِ سَعَةٍ كُلِّ مِنْهُمَا ٢٥٠ مل.

٣- أضفِ الماءَ المُقَطَّرَ إِلَى أَحَدِ الدَّوَارِقِ (إلى ثَلَاثِهِ تَقْرِيْبًا)، ثُمَّ حَرِّكِ الدَّوْرَقَ حَرَكَةً دَائِرِيَّةً حَتَّى يَذُوبَ السُّكَّرُ مَعَ

الاستمرارِ فِي إِضَافَةِ الْمَاءِ، وَعِنْدَمَا تَقْتَرِبُ مِنَ الْعَلَامَةِ الْمَوْجُودَةِ عَلَى عُنُقِ الدَّوْرَقِ، أضفِ الْمَاءَ قَطْرَةً قَطْرَةً بِاسْتِخْدَامِ قِنِينَةِ الْغُسْلِ، وَذَلِكَ بِالضَّغْطِ عَلَى جَانِبَيْهَا، إِلَى أَنْ يَكْتَمِلَ الْحَجْمُ حَتَّى الْعَلَامَةِ.

٤- كرِّرِ الْخُطْوَةَ السَّابِقَةَ لِبَاقِي الدَّوَارِقِ الْحَجْمِيَّةِ.

٥- املأَ الْجَدْوَلَ التَّالِيَّ بِالْمَعْلُومَاتِ الْخَاصَّةِ بِالْمَحَالِيلِ الْأَرْبَعَةِ:

رَقْمُ الْمَحْلُولِ	كُتْلَةُ الْمَذَابِ (ك)	حَجْمُ الْمَحْلُولِ (ح)	ك/ح
١	١٠	١٠٠	
٢	٢٠	١٠٠	
٣	١٠	٢٥٠	
٤	٢٠	٢٥٠	

• أَيُّ الْمَحَالِيلِ أَكْثَرُ تَرْكِيزًا؟ فَسِّرْ ذَلِكَ.

تُستخدمُ العلاقة $\frac{\text{ك}}{\text{ح}}$ عادةً للتعبير عن تركيز المحلول ، أي أن

$$\text{تركيز المحلول} = \frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{حجم المحلول}}$$

فإذا قيسَت كتلة المذاب بالغرام وحجم المحلول بالملتر، تكون وحدة التركيز (غ/مل). ويُمكنُ التعبير عن تركيز المحلول بوحدة مول/لتر التي ستعرفُها في صفوفٍ لاحقة.

مثال

أذيب ١٥ غ من الملح في كمية كافية من الماء لتكوين محلول حجمه ١٥٠ مل، احسب تركيز هذا المحلول بوحدة (غ/مل).

الحل

$$\text{التركيز} = \frac{\text{كتلة الملح (غ)}}{\text{حجم المحلول (مل)}} = \frac{١٥}{١٥٠} = ٠,١ \text{ غ/مل}.$$



١- محلول حجمه ٣٠٠ مل حُضِرَ بإذابة ٣٠ غ من هيدروكسيد الصوديوم NaOH في كمية كافية من الماء. احسب تركيز هذا المحلول بوحدة (غ/مل).

٢- ما كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم KOH بالغرامات التي يجب إذابتها في الماء لتحضير ٨٠٠ مل من محلول تركيزه ٠,٤ غ/مل؟

٣- ما حجم محلول مائي من كلوريد الصوديوم NaCl تركيزه ٠,٣ غ/مل، إذا نتج عن إذابة ٣٠ غ من كلوريد الصوديوم في كمية كافية من الماء؟

٢- الذائبة

تعلّم أن ملح الطعام (NaCl) يذوب في الماء بسهولة، ولكن هل يمكن إذابة أي كمية من الملح في كمية محددة من الماء؟ لتعرف ذلك نفذ النشاط (١-٦).

المواد والأدوات المطلوبة

ماء، ملح الطعام (NaCl)، كبريتات النحاس CuSO_4 ، كلوريد البوتاسيوم KCl، كأس زجاجيّة سعة ٣٠٠ مل، ملعقة، مُوقِدٌ بنّسن، شبكة تسخين، منصّب ثلاثيّ، ميزان حسّاس، ميزان حرارة، قمع ترشيح، ورق ترشيح.

الخطوات

- ١- نظف الكأس الزجاجية الأولى جيّداً وضع فيها ١٠٠ غرام من الماء .
- ٢- زن ٤٠ غراماً من كلٍّ من ملح الطعام وكلوريد البوتاسيوم و كبريتات النحاس.
- ٣- ضع الكأس المحتوية على الماء في حمام مائيّ ساخن لتصبح درجة حرارة الكأس عند درجة حرارة ٢٥°س.
- ٤- أضف ملح الطعام تدريجيّاً إلى الماء وحرك المحلول جيّداً باستمرار، وحافظ على درجة الحرارة عند درجة حرارة ٢٥°س، هل ذابت جميع كمية الملح المضافة؟ ماذا يُسمّى المحلول عند توقف الملح عن الذوبان فيه؟
- ٥- زن الكأس الزجاجيّة الثانية، ثمّ رشّح المحلول فيها باستخدام قمع الترشيح.
- ٦- زن الكأس مع المحلول الراشح، ثمّ دوّن كتلة المحلول الراشح، واستخرج منها كتلة الملح الذائب.
- ٧- كرّر الخطوات السابقة لكلٍّ من الملحّين: كبريتات النحاس، و كلوريد البوتاسيوم، ودوّن ما تتوصل إليه في الجدول التالي:

الملح	كتلة المحلول الراشح	كتلة الملح المذاب في ١٠٠ غ من الماء عند درجة حرارة الغرفة (كتلة المحلول الراشح - كتلة الماء)
ملح الطعام NaCl		
كبريتات النحاس CuSO_4		
كلوريد البوتاسيوم KCl		

- ما ذائبيّة كلٍّ من الأملاح الثلاثة السابقة عند درجة حرارة الغرفة؟

ماذا نُسَمِّي المحلول الناتج في كلٍّ من الحالات الثلاث التي تمَّ تنفيذها في النشاط؟ وهل يستطيع أيُّ من هذه المحاليل استيعاب كميات إضافية من الملح عند درجة الحرارة نفسها؟ يُسمَّى هذا النوع من المحاليل الذي يحتوي على أكبر كمية ممكنة من المذاب عند درجة حرارة معينة «محلولا مشبعًا»، وهو كما ترى لا يمكنه استيعاب أيِّ كمية إضافية من الملح عند تلك الدرجة. وتُسمى أكبر كتلة من المذاب تذوب في ١٠٠ غ من الماء عند درجة حرارة معينة بذائبيّة الملح (Solubility). وستتعرف فيما يلي ذائبيّة كلٍّ من المواد الصلبة والغازات في الماء والعوامل المؤثرة في كلٍّ منها.

أ - ذائبيّة المواد الصلبة في الماء: هناك الكثير من المواد الصلبة تذوب في الماء. ولعلّك لاحظت من النشاط السابق أنّ لكلِّ مادّة ذائبيّة خاصيّة بها، فما العوامل التي تؤثر في ذائبيّة هذه المواد؟ لتعرف ذائبيّة المواد الصلبة في الماء، والعوامل المؤثرة فيها، نفد النشاط (١-٧).

النشاط (١-٧): العوامل المؤثرة في ذائبيّة المواد الصلبة في الماء

يُبين الجدول التالي ذائبيّة بعض الأملاح في الماء بوحدة (غ مذاب/١٠٠ غ ماء)، ادرسه جيدًا ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

ذائبيّة الملح عند درجات حرارة مختلفة						صيغة الملح
٥٠°س	٤٠°س	٣٠°س	٢٠°س	١٠°س	٠°س	
٤٢,٦	٤٠,٠	٣٧,٠	٣٤,٠	٣١,٠	٢٧,٦	KCl
٣٧,٠	٣٦,٦	٣٦,٣	٣٦,٠	٣٥,٨	٣٥,٧	NaCl
١٤,٤٥	١٢,٧	١١,١	٩,٦	٨,١٥	٦,٩	NaHCO ₃
١٦٨	١٦٠	١٥٢	١٤٤	١٣٦	١٢٧,٥	KI

١- هل لجميع الأملاح الذائبيّة نفسها عند درجة حرارة ٣٠°س؟

٢- كيف تتغيّر ذائبيّة كلوريد البوتاسيوم KCl بارتفاع درجة الحرارة؟ وهل ينطبق ذلك على باقي

الأملاح في الجدول؟

٣- أيُّ الأملاح أعلى ذائبيّة عند درجة حرارة ١٠°س؟ وأيُّها أعلى ذائبيّة عند درجة حرارة ٤٠°س؟

٤- أيُّ الأملاح كانت ذائبيّته أكثر تأثرًا بدرجة الحرارة؟ وأيُّها كانت ذائبيّته أقلَّ تأثرًا بدرجة الحرارة؟

٥- ما تأثير ارتفاع درجة الحرارة في ذائبيّة المواد الصلبة المُبيّنة في الجدول؟

٦- ما العوامل التي تؤثر في ذائبيّة المواد الصلبة في الماء في الجدول؟

لعلك توصلت من النشاط السابق إلى أن ذائبية المواد الصلبة تتأثر كثيراً بتغير درجة الحرارة؛ إذ تزداد ذائبية معظم هذه المواد بزيادة درجة الحرارة.

قضية للبحث

هناك بعض المواد الصلبة التي تقل ذائبيتها في الماء بارتفاع درجة الحرارة ومن أمثلتها كلوريد الأمونيوم NH_4Cl . ابحث عن مواد أخرى وذلك باستخدام مواقع البحث الإلكترونية ذات العلاقة بالاستعانة بكلمات مفتاحية من مثل: الذائبية ودرجة الحرارة، ذائبية المواد الصلبة في الماء.

سؤال

مثّل بالرسم البياني أو باستخدام برمجية (Excel) العلاقة بين ذائبية المواد الواردة في النشاط (١-٧) ودرجة الحرارة، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

- ١- ما ذائبية ملح يوديد البوتاسيوم KI عند درجة حرارة ١٥°س، ٣٥°س؟
- ٢- ما أكبر كتلة من كلوريد الصوديوم NaCl تذوب في ٣٠٠ غ من الماء عند درجة حرارة ٢٥°س؟
- ٣- ما أقل كتلة من الماء تلزم لإذابة ٢٠٤ غ من كلوريد البوتاسيوم KCl لتحضير محلول مُشبع، عند درجة حرارة ٢٠°س؟

ب- ذائبية الغازات في الماء: يعيش العديد من الكائنات الحية في الماء كالنباتات والأسماك، وتحتاج هذه الكائنات إلى الأكسجين للتنفس، كما تحتاج النباتات إلى ثاني أكسيد الكربون أيضاً؛ لتقوم بعملية البناء الضوئي، فكيف تحصل هذه الكائنات على الغازات اللازمة لها؟

يُذِيبُ الماء الكثير من الغازات الموجودة في الهواء الجوي الملامس لسطح الماء مثل: الأكسجين والنيتروجين وثاني أكسيد الكربون. وهنا يتبادر إلى الذهن السؤال الآتي: ما العوامل التي تؤثر في ذائبية هذه الغازات؟

لتتعرف إلى ذائبية الغازات في الماء والعوامل المؤثرة فيها نفذ النشاط (١-٨).



النشاط (١-٨): العوامل المؤثرة في ذائبية الغازات في الماء

يبيّن الجدول التالي ذائبية بعض الغازات في الماء بوحدة (ملي مول من الغاز/لتر من الماء) عند ضغط جوي مقداره ١ ض. ج. ادرسه جيّدًا ثمّ أجب عن الأسئلة التي تليه:

اسم الغاز	الصيغة الكيميائية	ذائبية الغاز عند درجات حرارة مختلفة			
		١٠°س	٢٠°س	٣٠°س	٤٠°س
الهيليوم	He	٠,٤٢	٠,٤١	٠,٤٠	٠,٤٠
الميثان	CH ₄	١,٨٥	١,٥٠	١,٢٥	١,١٠
الأكسجين	O ₂	١,٧٠	١,٣٥	١,٢٠	١,٠٠
أول أكسيد الكربون	CO	١,٢٥	١,١٥	٠,٩٠	٠,٨٠

- ١- ما الغاز الأعلى ذائبية؟ وما الغاز الأقل ذائبية؟
- ٢- ما تأثير درجة الحرارة في ذائبية الغازات في الماء؟
- ٣- هل يختلف تأثير درجة الحرارة في ذائبية الغازات عن تأثيرها في ذائبية المواد الصلبة؟
- ٤- مثّل بالرسم البياني أو باستخدام برمجية (Excel) ذائبية الغازات الأربعة في الماء.
- ٥- استخرج من الرسم ذائبية الميثان في الماء عند درجة حرارة ٢٥°س.
- ٦- ما العوامل التي تؤثر في ذائبية الغازات في الماء؟

يتبيّن من النشاط السابق أنّ ذائبية الغازات في الماء تقلّ بزيادة درجة الحرارة، كما تختلف باختلاف نوع الغاز، ولكن هل هناك عوامل أخرى تؤثر في ذائبية الغازات؟ لتعرف ذلك فسّر المشاهدات الآتية:

- ١- عند فتح علبة مشروبات غازية يلاحظ تصاعد فقاعات غازية منها.
 - ٢- عند ترك هذه العلبة مفتوحة لبعض الوقت يلاحظ تغيير في طعمها.
- لعلك توصلت من المشاهدتين السابقتين أنّ ذائبية الغازات تتأثر بالضغط المؤثر عليها إذ تقلّ ذائبيتها بانخفاض الضغط.



عرفت أن الماء يحتوي على الكثير من الأملاح الذائبة التي يمكن استخلاصها واستخدامها في الصناعة، وفي تلبية حاجات الإنسان المختلفة. وتستخدم عمليات التبلور، والتبخير للحصول على الأملاح الذائبة في الماء. فكيف يتم ذلك؟

١- التبلور (Crystallization)

يعد التبلور من أفضل الطرائق التي تستخدم في فصل المركبات الصلبة الذائبة في الماء؛ نظرًا لاختلاف ذائبيتها فيه باختلاف درجة الحرارة. فماذا يحدث لمحلول مشبع من ملح معين إذا انخفضت درجة حرارته أو نقصت كتلة الماء فيه؟ للإجابة عن ذلك نفذ النشاط (١-٩).



النشاط (١-٩): تبلور المواد الذائبة في الماء بخفض درجة الحرارة أو تبخير جزء من الماء

المواد والأدوات المطلوبة

كأس زجاجية سعة ١٠٠ مل عدد (٢)، كأس زجاجية سعة ٥٠٠ مل، محلول كبريتات النحاس CuSO_4 المشبع، أو محلول مشبع من شرب الألمنيوم البوتاسي $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ، قطع جليد، خيط قطني، موقد بنسن، شبكة تسخين، منضبة ثلاثي، مخبر مدرج سعة ٥٠ مل.

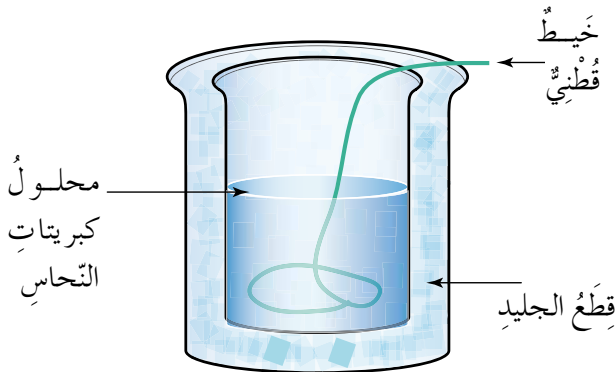
الخطوات

الجزء الأول

١- خذ ٥٠ مل من المحلول المشبع، وضعها في كأس سعتها ١٠٠ مل.

٢- ضع الكأس داخل كأس ثانية سعتها ٥٠٠ مل.

٣- ضع بين الكأسين قطع الجليد، كما في الشكل، وأدخل طرف خيط قطني في المحلول، انتظر فترة من الزمن، وراقب ما يحدث.



تبريد المحلول باستخدام قطع الجليد

- ما مصدرُ الملح المترسِّب؟
- ما سببُ ترسُّبِ الملح؟
- ما العلاقة بين درجة الحرارة وكمية الملح الذائبة؟
- كيف تفصلُ المادة الراسبة عن السائل؟

الجزء الثاني

- ١- خذ ٥٠ مل من المحلول المشبّع، وضعها في كأسٍ سعتها ١٠٠ مل.
 - ٢- سخن الكأس على نارٍ هادئةٍ حتّى تتبخّر نصفُ كميّة الماء من المحلول.
 - ٣- اترك الكأس فترةً من الزمن حتّى تبرّد.
- هل تكوّنت بلّورات راسبة من الملح؟
 - ما سببُ تكوّن هذه البلّورات؟
 - كيف تفصلُ البلّورات الراسبة عن السائل؟



الجبّال الجليديّة

الجبّال الجليديّة قد تكون مصدرًا مهمًّا للماء النقيّ في

المستقبل

تجددُ الإشارة هنا إلى أنّ عملية تجمّد الماء تُؤدّي إلى ترسُّب معظم الأملاح الذائبة في الماء، ويدرس العلماء إمكانية نقل بعض الجبال الجليديّة إلى المناطق التي تُعاني شحًّا في المياه العذبة ثمّ الحصول منها على ماءٍ يمكن معالجته واستخدامه لغايات الشرب واستخداماتٍ أخرى.

إنّ عملية التبلُّور تساعدنا في الحصول على الأملاح الذائبة في المحلول. ولإجراء عملية التبلُّور، نبدأ بمحلولٍ مُشبّع وعند خفض درجة حرارة المحلول، أو تبخير جزء من الماء، فإنّ الكتلة الذائبة في المحلول تصبح زائدة عن حدّ الإشباع؛ ممّا يؤدّي إلى ترسُّب الكميّة الزائدة على شكل بلّورات، حيث يتم فصلها واستخراجها من المحلول.

٢- التبخُّر (Evaporation)

عرفت من النشاط السابق أنّه عند تبخُّر نصف كميّة الماء ترسبت كميّة من الأملاح الذائبة. ولكن ماذا يحدث إذا قمّت بتبخير كامل الماء من المحلول؟ للإجابة عن هذا السؤال نفد النشاط (١-١٠).



النشاط (١-١٠): فصلُ كبريتاتِ النحاسِ CuSO_4 الذائبة في الماءِ بالتبخيرِ

الموادُّ والأدواتُ المطلوبةُ

محلولُ كبريتاتِ النحاسِ CuSO_4 ، جَفَنَةٌ، شبكةٌ تسخينٍ، مُوقِدُ بنسنٍ، مِنْصَبٌ ثلاثيٌّ.

الخُطواتُ

١- ضَعُ ١٠ مل من محلولِ كبريتاتِ النحاسِ في الجَفَنَةِ.

٢- سَخِّنِ الجَفَنَةَ على نارٍ هادئةٍ حتَّى يتبخَّرَ جميعُ الماءِ. ماذا تُلاحظُ؟

• هل تبخَّرتِ الأملاحُ معَ الماءِ أم بقيتْ في الجَفَنَةِ؟

• ما سببُ ترسُّبِ هذه الأملاحِ؟

لعمليةِ التبخُّرِ تطبيقاتٌ هامَّةٌ في الحياةِ العمليَّةِ؛ إذ تُستخدمُ لاستخلاصِ الأملاحِ من البحارِ. وفي الأردنَّ يتمُّ فصلُ أملاحِ البحرِ الميِّتِ بتبخيرِ مياهه المُعرَّضةِ لأشعةِ الشمسِ في أحواضٍ واسعةٍ تُسمَّى المَلَّاحاتِ، تليها عمليةُ استخلاصِ الأملاحِ العديدةِ من الرواسبِ المُتبقيةِ، مثلَ كلوريدِ الصوديومِ وأملاحِ المِغنيسيومِ والبوتاسيومِ والبرُومِ والكالسيومِ، وتتمُّ عمليةُ الاستخلاصِ وَفَقَ الخُطواتِ الآتيةِ:

١- يُضَخُّ ماءُ البحرِ في المَلَّاحَةِ الرئيسيَّةِ، حيثُ يتعرَّضُ إلى حرارةِ الشمسِ نهارًا فيتبخَّرُ بعضُ الماءِ.
٢- تَقِلُّ نسبةُ الماءِ في المحلولِ المِلحيِّ نتيجةً لعملياتِ التبخُّرِ المستمرةِ؛ لذا تترسَّبُ الأملاحُ بالتدريجِ وَفَقَ تَفَاوُتِ ذائِبَتِها، فيترسَّبُ مِلْحُ كلوريدِ الصوديومِ أوَّلًا بفعلِ تبخُّرِ الماءِ في المَلَّاحَةِ الرئيسيَّةِ.

٣- يُضَخُّ المحلولُ المتبقي إلى مَلَّاحَةٍ ثانيةٍ تُسمَّى بحيرةِ (الكارناليتِ) لأنَّ الأملاحَ المتبقيةَ في الماءِ تترسَّبُ في هذه المَلَّاحَةِ على شكلِ مِلْحِ مُزدَوِجٍ من كلوريدِ البوتاسيومِ وكلوريدِ المِغنيسيومِ، ويُسمَّى (الكارناليتِ) $(\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O})$.

٤- يَتعرَّضُ المحلولُ المتبقي لعملياتِ التبخُّرِ؛ ممَّا يتسبَّبُ في استمرارِ ترسُّبِ الأملاحِ على مراحلَ وَفَقًا لتَفَاوُتِ ذائِبَتِها في الماءِ.

٥- يتمُّ في النهايةِ استخراجُ أملاحِ البوتاسيومِ من (الكارناليتِ) بطُرُقٍ كيميائيَّةٍ خاصَّةٍ.



قضية للنقاش

هناك مقولة يتم تداولها بين المهتمين والمتخصصين في مجال المياه، هي:
«لا توجد طريقة تنقية مثالية للماء يمكن من خلالها التخلص من كل الشوائب والملوثات .
ناقش مع زملائك ومعلمك هذه المقولة وسجل في دفترك ما تتوصلون إليه.



سابعاً

خصائص المحاليل المائية

عرفت من الأنشطة السابقة أن للماء قدرة على إذابة العديد من المركبات مكوناً المحاليل، فهل تتأثر خصائص هذه المركبات بعد ذوبانها في الماء؟ وإذا كانت تتأثر، فما التغيرات التي تحصل في هذه الخواص؟

١- التوصيل الكهربائي

عرفت أن الماء يحتوي على الكثير من المواد الذائبة فيه؛ مما يجعله قادراً على توصيل التيار الكهربائي، فهل جميع المحاليل المائية تكون موصلة للتيار الكهربائي؟ وما سبب توصيل المحاليل للتيار الكهربائي؟ وماذا تسمى المواد التي تجعل المحلول موصلاً للتيار الكهربائي؟ لتعرف ذلك نفذ النشاط (١-١١):

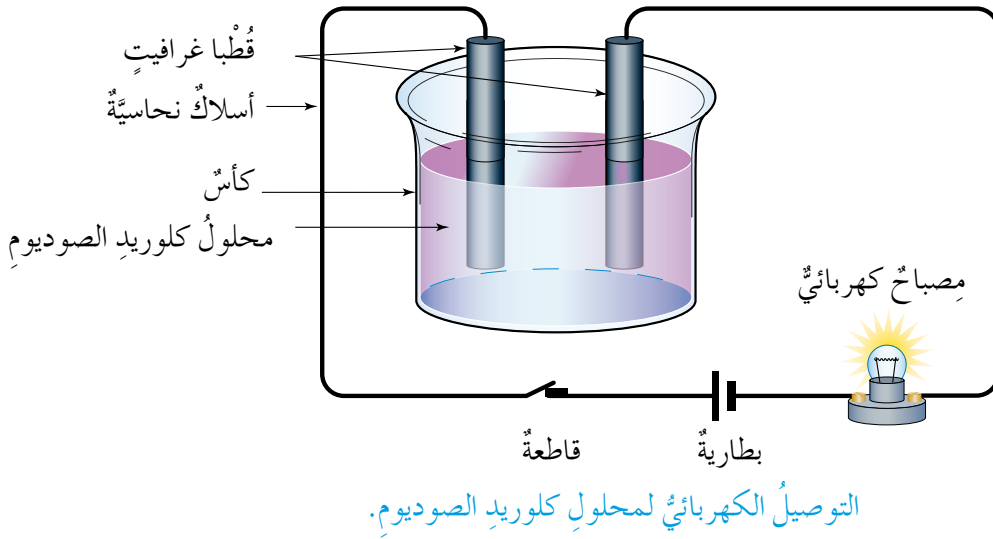
النشاط (١-١١): التوصيل الكهربائي للمحاليل

المواد والأدوات المطلوبة

سكر المائدة (السكروز) $C_{12}H_{22}O_{11}$ ، كلوريد الصوديوم NaCl، مضباح كهربائي مع قاعدة، أسلاك توصيل وقاطعة، بطارية (٩ فولت)، كأس زجاجية ١٥٠ مل (عدد ٤)، ماء مقطر، قطبان من الغرافيت.

الخطوات

- ١- ضع في الكأس الجافة كمية قليلة من كلوريد الصوديوم الصلب.
- ٢- ركب الدارة الكهربائية المبيّنة في الشكل أدناه، ثم ضع قطبي الغرافيت - متباعدين - في كلوريد الصوديوم.
- ٣- أغلق الدارة الكهربائية؛ فهل يضيء المصباح؟ دوّن ملاحظاتك في الجدول.
- ٤- ضع في الكأس الأخرى كمية من الماء المقطر (ثلثي الكأس)، وأغلق الدارة. هل يضيء المصباح؟ دوّن ملاحظاتك في الجدول.
- ٥- أذّب كمية من كلوريد الصوديوم في الماء المقطر، ثم أغلق الدارة؛ هل يضيء المصباح؟ دوّن ملاحظاتك في الجدول.
- ٦- أخرج قطبي الغرافيت من الكأس واغسلهما بالماء المقطر.
- ٧- كرر الخطوة الخامسة باستخدام سكر المائدة ($C_{12}H_{22}O_{11}$). هل يضيء المصباح؟ دوّن ملاحظاتك في الجدول.



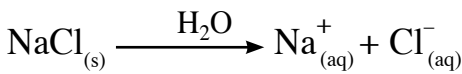
اسم المادة	الصيغة الكيميائية	إضاءة المصباح في حالة الصلابة	إضاءة المصباح في حالة المحلول المائي

• أيّ المادتين السابقتين يُوصَلُ محلولها المائيّ التّيارَ الكهربائيّ؟ وأيهما لا يُوصَلُ محلولها التّيارَ الكهربائيّ؟

• اقترح تفسيراً لتوصيل محاليل بعض الموادّ التّيارَ الكهربائيّ، ولعدم توصيله في بعض المحاليل الأخرى.

لعلك لاحظت من النشاط السابق أنّ محاليل بعض المركبات الكيميائية تُوصَلُ التّيارَ الكهربائيّ، بينما لا تُوصَلُ محاليل أخرى. فما سبب هذا الاختلاف بين محاليل المركبات الكيميائية؟

تُقسم المركبات الكيميائية إلى قسمين: مركبات مُتأَيِّنَة (كهرليّة)، ومركبات غير مُتأَيِّنَة (لا كهرليّة)؛ فعندما تذوب المركبات الكهرليّة في الماء تفكك لتعطي أيونات، (والأيون عبارة عن ذرة أو مجموعة من الذرات المرتبطة معاً، تحمل شحنة كهربائية موجبة أو سالبة) تنتشر في المحلول وتتحرك فيه بسهولة وعند وصل الأقطاب الكهربائيّة الموجودة في المحلول؛ فإنّ كلّاً من هذه الأيونات يتحرك باتجاه القطب المخالف له في الشحنة؛ ممّا يُكسِبُ المحلول خصائصه الكهربائيّة (توصيل التّيار الكهربائيّ)، ويمكن تمثيل تفكك المركبات الأيونية مثل (NaCl) في الماء كما في المُعادلة الآتية:



اكتب معادلات كيميائية تمثل تفكك كلّ من المركبات الأيونية الآتية في الماء:



أمّا المركبات غير المتأينة مثل السكر، فلا تتكوّن من أيونات، بل من دقائق صغيرة تُسمّى جزيئات. وأغلب هذه المواد لا تكوّن أيونات عندما تذوب في الماء، بل تبقى على شكل جزيئات غير مشحونة (متعادلة)؛ وعليه فإنّ محاليلها لا تُوصَلُ التّيارَ الكهربائيّ.

نظّم في دفترِكَ جدولًا للمقارنة بين المركبات الكهربيّة والمركبات اللاكهربيّة، كما يأتي:

وجه المقارنة	المركبات الكهربيّة	المركبات اللاكهربيّة
المكونات الأساسية		
التوصيل الكهربائي في حالة الصلابة		
التوصيل الكهربائي في حالة المحلول المائي (بشكل عام)		

٢- الماء وَسَطٌ للتفاعلات

أيهما تتوقع أن يحدث بسرعة أكبر: تفاعل المواد عند خلطها معًا في الحالة الصلبة أم وهي ذائبة في الماء؟ لمعرفة ذلك نفذ النشاط (١-١٢).

النشاط (١-١٢): سرعة التفاعل في المحاليل المائية

المواد والأدوات المطلوبة

كأس زجاجية، زجاجة ساعة، ورقة نشاف، ملعقة صغيرة، هيدروكسيد الصوديوم NaOH على شكل حبيبات جافة، ملح كلوريد الحديد $FeCl_3$ الجاف.

الخطوات

١- ضع نصف ملعقة من كلوريد الحديد $FeCl_3$ الجاف على زجاجة الساعة، وأضف إليها كمية مماثلة من هيدروكسيد الصوديوم الجاف، ثم اخلط المواد جيدًا، ولاحظ زمن ظهور اللون البني.

٢- ضع كميات متماثلة من كل من كلوريد الحديد $FeCl_3$ وهيدروكسيد الصوديوم NaOH في الكأس الزجاجية، وأضف إليهما كمية من الماء. حرّك المزيج حتى تذوب المادّتان في الماء، ولاحظ ظهور راسب بني.

• علام يدل ظهور الراسب البني؟

• في أيّ الحالتين كان ظهور اللون أسرع؟ ولماذا؟

عرفت سابقاً أنّ المركبات المتأينة تتفكك في الماء إلى أيونات موجبة وأخرى سالبة الشحنة، وتكون هذه الأيونات حرة الحركة في المحلول؛ مما يسهل التقاءها معاً ويزيد سرعة التفاعل بينها. والسؤال الآن: هل تتم جميع التفاعلات بين الأيونات بالطريقة نفسها؟ دعنا نكتشف ذلك من خلال تنفيذ النشاطين الآتيين:

النشاط (١-١٣): تفاعلات الترسيب

المواد والأدوات المطلوبة

محلول كلوريد الكالسيوم CaCl_2 ، محلول كربونات الصوديوم Na_2CO_3 ، أنابيب اختبار، ورق زجاجي، قمع زجاجي، ورق ترشيح.

الخطوات

- ١ - ضع في أنبوب اختبار ما يقرب من ٥ مل من محلول كلوريد الكالسيوم CaCl_2 .
- ٢ - أضف إليها حوالي ٥ مل من محلول كربونات الصوديوم Na_2CO_3 . هل حدث تفاعل بين المحلولين؟ كيف تستدل على ذلك؟
- ٣ - قم بترشيح المحلول كما في الشكل، ثم اجمع المادة الراسبة. ما لونها؟
- ٤ - اكتب معادلات تمثّل تفكك المواد السابقة في الماء.
- ٥ - اكتب معادلة التفاعل الحاصل بين المواد. ما الصيغة الكيميائية للمادة الراسبة؟



تكوّن راسب من كربونات الكالسيوم وترشيحُه

لعلك لاحظت أن خلط محلول كلوريد الكالسيوم CaCl_2 مع محلول كربونات الصوديوم Na_2CO_3 أدى إلى حدوث تفاعل بينهما ويُسَدَّل على ذلك من تَكُونِ مادّة لا تَذُوبُ في الماءِ (راسب) هي كربونات الكالسيوم CaCO_3 ، ويُسمّى هذا النوع من التفاعلات تفاعلات الترسيب.

وهناك تفاعلات أخرى تحدث في الماء يُسَدَّل على حدوثها من انبعاث بعض الغازات لذا تُسمّى تفاعلات مُنتِجة للغازات، ويُمكن ملاحظة ذلك من خلال تنفيذ النشاط الآتي:

النشاط (١-١٤): تفاعلات مُنتِجة للغازات



المواد والأدوات المطلوبة

كلوريد الأمونيوم الصُّلب NH_4Cl ، هيدروكسيد الصوديوم الصُّلب والجاف NaOH ، ماء مقطر، ورقة تباع الشمس الحمرء، جفنة، ميزان حساس.

الخطوات

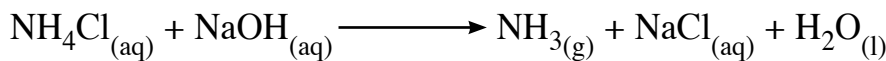
١- اخلط حوالي ٠,٢ غ من كلوريد الأمونيوم، مع حوالي ٠,٢ غ من هيدروكسيد الصوديوم داخل الجفنة.

٢- قرب ورقة تباع شمس حمرء مُبللة بالماء من فوهة الجفنة. هل تغيّر لونها؟ وهل حدث تفاعل بين المواد؟ هل هو سريع أم بطيء؟

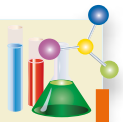
٣- رش قطرات من الماء المُقطر فوق المخلوط. هل تلاحظ انتشار رائحة مُميّزة؟

٤- قرب ورقة تباع شمس حمرء مُبللة بالماء من فوهة الجفنة. هل تغيّر لونها؟ وهل حدث تفاعل؟ وما الفرق في سرعة التفاعل قبل إضافة الماء وبعد إضافته؟

لعلك لاحظت أن رائحة الغاز ازدادت عند إضافة الماء، ويعود ذلك إلى زيادة سرعة التفاعل بين المواد، ممّا أدى إلى زيادة سرعة انطلاق غاز الأمونيا الناتج عن التفاعل كما في المعادلة الآتية:



وتذكّر أن الرائحة الناتجة هي رائحة غاز الأمونيا NH_3 .



أنظمة تنقية المياه المنزلية

تقوم أنظمة تنقية المياه المنزلية غالباً على مبدأ الأسموزية المعاكسة (Reverse Osmosis) التي نستخدم فيها تقنية الأغشية شبه المنفذة، ويعتمد مبدأ عمل هذه الأنظمة على فصل الشوائب والمواد الذائبة في الماء حسب أحجامها الجزيئية. ويتكون جهاز التنقية من مجموعة مرشحات، انظر الشكل (٤-١). ويتركب كل مرشح من غشاء رقيق جداً شبه منفذ تمر عبْرهُ جزيئات الماء وتعرض لعملية ترشيح تبعاً لحجم مسامات الغشاء في كل مرحلة؛ إذ تمر عملية التنقية بمراحل هي:

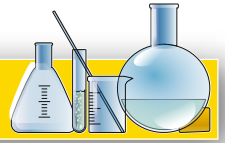


الشكل (٤-١): جهاز تنقية الماء

- المرحلة الأولى: يقوم فيها المرشح بحجز الأتربة والأوساخ وأيّة موادّ غير ذائبة من جِراء استعمال الخزانات والشبكة المهترئة التي يتجاوز حجمُ جزيئاتها (٥ ميكرومتر).
- المرحلة الثانية: يقوم فيها المرشح المُكوّن من حبيبات الكربون النشطِ عالي الجودة بالتخلّص من الكلور والموادّ العضويّة والكيميائيّة المتبقية من الأسمدة والمبيدات الزراعيّة. كما تُزال في هذه المرحلة بعض الروائح والطعم غير المرغوب.
- المرحلة الثالثة: يقوم فيها المرشح المُكوّن من حبيبات الكربون النشطِ بإزالة بقايا الكلور والروائح والموادّ التي استطاعت الإفلات من المرحلة الثانية.
- المرحلة الرابعة: يعمل فيها غشاء من (السيلوز) الطبيعي الرقيق جدًا يُعرف باسم الطبقة الرقيقة المركبة (Thin Film Composite) أو (TFC) على فصل الماء النقي من الموادّ الشائبة والعناصر الثقيلة الناتجة عن الملوثات الصناعيّة والتي قد يصل قطر جزيئاتها إلى ٠,٠٠٠١ من الميكرون.
- المرحلة الخامسة: يُستخدم في هذه المرحلة مرشحات دقيقة جدًا يُمكن بواسطتها التخلّص من الأملاح الذائبة أو التحكم بنسبة الكميّة المُذابة والمعروفة باسم مجموع الأملاح الذائبة (TDS) لضمان مياهٍ نقيّة ذات طعمٍ مرغوب.
- ويُمكن إضافة مرحلةٍ سادسةٍ يُستخدم فيها مرشحاتٍ بكتيريّةٍ للتخلّص من الكائنات الدقيقة، والبكتيريا، ولإزالة الروائح التي قد تنجم عن عملية الترشيح أو إضافة نكهات.



أسئلة الوحدة



- ١- وضح المقصود بكلٍّ من المصطلحات الآتية:
الماء النقي، الماء غير النقي، تلوث الماء، الماء الصالح للشرب، الذائبة، التبلور.
- ٢- فسر كلاً مما يلي:
أ - يؤدي التلوث الحراري للماء (ارتفاع درجة حرارة المياه) إلى موت العديد من الكائنات التي تعيش في البحيرات.
ب - رغم أن مياه الأمطار تأتي من البحار والمحيطات ذات المياه المالحة، إلا أنها صالحة للشرب.
ج - يعتبر الكثيرون أن النشاط الإنساني هو المسؤول الأول عن التلوث المائي.
- ٣ - اشرح دورة الماء في الطبيعة، وبيّن دورها في زيادة نسبة الأملاح الذائبة في الماء.
- ٤ - ضع إشارة (✓) للعبارة الصحيحة وإشارة (X) للعبارة الخطأ في المكان المخصص لها فيما يلي:
أ - يحصل كل شخص على سطح الأرض على الكمية الكافية من المياه العذبة ().
ب - يعد الماء ملوثاً إذا زادت نسبة أحد العناصر فيه عن الحد المسموح به ().
ج - آلية معالجة الماء واحدة في جميع محطات المعالجة ().
د - يعد التلوث سبباً من أسباب نقص كميات المياه العذبة ().
هـ - يعد الأردن من الدول التي تعاني من الفقر المائي ().
- ٥ - ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:
(١) العبارة الصحيحة فيما يتعلق بعملية التبلور، هي:
أ - يتم استخلاص الأملاح الذائبة في الماء عن طريق التبلور.
ب - التبلور عملية تهدف إلى الحصول على الماء النقي.
ج - لإجراء عملية التبلور يجب تحضير محلول مشبع عند درجة حرارة عالية، ثم تبريده.
د - تُستخدم عملية التبلور في فصل الأملاح الذائبة في الماء بعضها عن بعض تبعاً لاختلاف درجة الحرارة.

(٢) طريقة تنقية المياه التي لا تعتمد على تغيير درجة الحرارة، هي:

أ- التجميد ب- التقطير ج- الأسموزية المعاكسة د- التبلور

(٣) المادة الأكثر فاعلية في إزالة الطعم واللون غير المرغوبين من بين المواد التالية، هي:

أ- الأوزون ب- الفلور ج- الكربون المنشط د- الكلور

(٤) أول الأملاح التي يتم ترسيبها من أملاح البحر الميت هي أملاح:

أ- الصوديوم ب- البوتاسيوم ج- المغنيسيوم د- الكالسيوم

(٥) العبارة الصحيحة التي توضح أثر درجة الحرارة في الذائبة هي:

أ - تقل الذائبة بشكل عام بارتفاع درجة الحرارة، وتزداد بانخفاض درجة الحرارة.

ب- تزداد ذائبة الغازات وتقل ذائبة معظم المواد الصلبة بارتفاع درجة الحرارة.

ج- تقل ذائبة الغازات وتزداد ذائبة معظم المواد الصلبة بارتفاع درجة الحرارة.

د - لا يؤثر تغيير درجة الحرارة في ذائبة الغازات والمواد الصلبة.

(٦) عند خلط كمية من كلوريد الأمونيوم NH_4Cl مع كمية من هيدروكسيد الصوديوم NaOH

في جفنة وإضافة بعض من قطرات الماء يتصاعد غاز ذو رائحة نفاذة هو غاز:

أ - الهيدروجين ب- الأمونيا ج- ثاني أكسيد الكربون د- الأكسجين

٦- قارن بين طريقتي التقطير والأسموزية المعاكسة في تنقية المياه من حيث:

أ - المبدأ الذي تقوم عليه كل طريقة.

ب - تغيير حالة الماء الفيزيائية أثناء عملية التنقية.

٧- أرادت ربة منزل تنظيف أواني الطبخ بعد استخدامها؛ فأحضرت الأواني ووضعتها في حوض

المجلى، ثم فتحت صنبور الماء عليها لتخليصها من بقايا الطعام، وأحضرت وعاء وضعت

فيه منظف الأواني وملأته بالماء وغمست فيه الإسفنج الخاصة بالتنظيف، وبدأت بتنظيف

الأواني باستخدام الإسفنج، وكانت كلما نظفت أحد الأواني غسلته من المنظف تحت

صنبور الماء ووضعت جانباً، حتى انتهت من عملية التنظيف.

أ - برأيك، ما الأخطاء التي ارتكبتها ربة المنزل أثناء عملية التنظيف؟

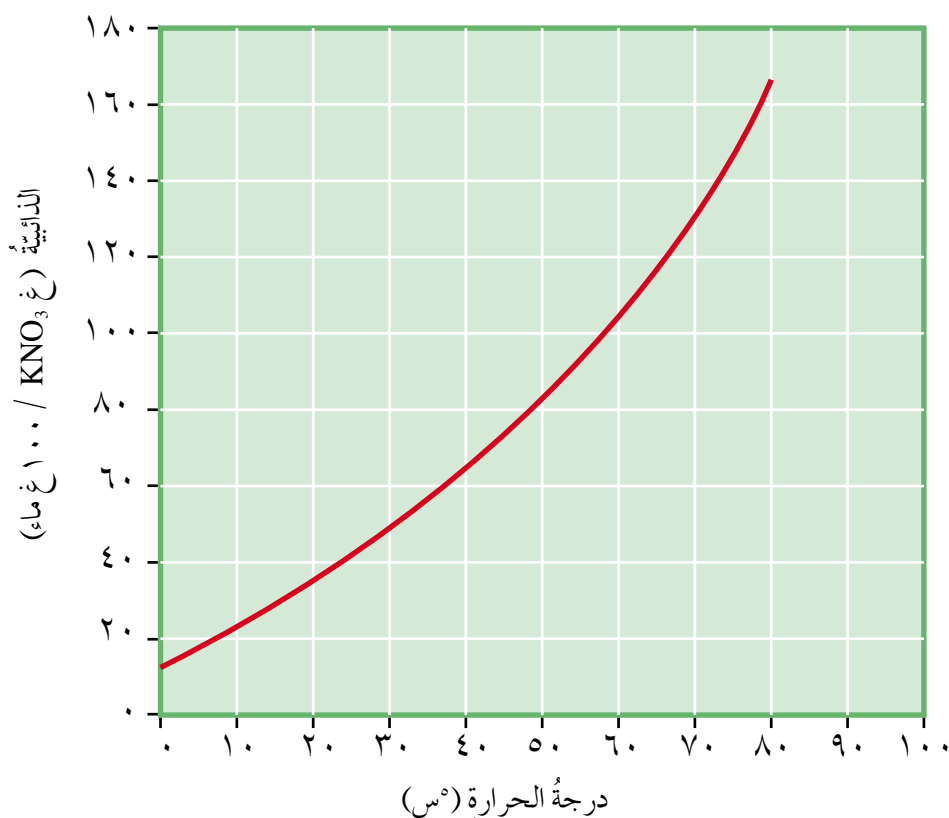
ب- قدّم بعض النصائح لربة المنزل تساعد في ترشيد استهلاك الماء.

٨- إذا كان لديك محلول مائي مُشَبَّعٌ مِنْ كبريتات النحاس CuSO_4 ، فما الذي تجرّيه للحصول على:

أ - أكبر كمية من بلّورات كبريتات النحاس النقيّة.

ب - جميع كمّيّة كبريتات النحاس المذابة.

٩- لديك الرّسم البيانيّ التالي الذي يُمثّل تغيّر ذائبيّة نترات البوتاسيوم في الماء بتغيّر درجة الحرارة. استخدم الرسم في الإجابة عن الأسئلة التي تليه:



الشّكل (١-٥): مُنْحَنى ذائبيّة نترات البوتاسيوم في الماء

أ - ما كتلة نترات البوتاسيوم اللاّزمة لتحضير محلول مُشَبَّعٍ منه في ١٠٠ غ من الماء عند درجة حرارة ٥٠°س؟

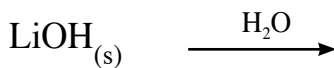
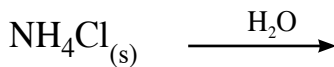
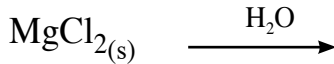
ب - عند أيّ درجة حرارة تكون ذائبيّة نترات البوتاسيوم ١٥٠ غ / ١٠٠ غ ماء؟

ج - ما كتلة نترات البوتاسيوم اللاّزمة لإشباع ٢٥٠ غ من الماء عند درجة حرارة ٦٥°س؟

د - إذا برّد المحلول في الفرع السابق إلى درجة حرارة ٢٠°س، فما كتلة المادّة المترسّبة؟

١٠- تمّ تحضيرُ محلولٍ مائيٍّ مُشَبَّعٍ لملحٍ مَجْهولٍ في ٢٠٠ غ من الماءِ عندَ درجةِ حرارةٍ ٧٠°س، ثمّ جَرى تبريدُ المحلولِ إلى درجةٍ ٤٠°س، فماذا تتوقعُ أنْ يَحْدُثَ؟ احسبِ كتلةَ المادّةِ المترسبةِ؟ علماً بأنّ ذائبيّةَ الملحِ في الماءِ تساوي (٣٠ غ/١٠٠ غ ماءً) عندَ درجةِ حرارةٍ ٤٠°س، وتساوي (٦٥ غ/١٠٠ غ ماءً) عندَ درجةِ حرارةٍ ٧٠°س.

١١- أكملِ المعادلاتِ التّاليةَ الّتي تُمثّلُ تفكّكَ عددٍ منَ الموادِّ الأيونيّةِ في الماءِ.



١٢- يُبيّنُ الشّكلُ (١-٦) أثرَ زيادةِ تركيزِ أيونِ الزُّئبقِ في الأسماكِ في إحدى البحيراتِ.
أ - صِفْ ما تشاهدُه في الشّكلِ.

ب- لماذا تُسبّبُ زيادةُ تركيزِ أيونِ الزُّئبقِ في الماءِ هذه الظّاهرةَ؟

ج- اذكرْ أسماءَ بعضِ الأيوناتِ الأخرى الّتي قد تُحدِثُ تأثيراً مُشابهاً لما يَظهرُ في الشّكلِ.

د - ما سببُ زيادةِ تركيزِ أيونِ الزُّئبقِ في البحيرةِ مِنْ وَجْهَةٍ نظريّةٍ؟

هـ - اقترحْ طرائقَ تُسهّمُ في الحدِّ منِ حُدُوثِ هذه الظّاهرةِ.



الشّكلُ (١-٦): أثرُ زيادةِ تركيزِ أيونِ الزُّئبقِ في إحدى البحيراتِ.

١٣- أكمل الفراغ في كل من العبارات الآتية:

- أ - تركيز محلول حجمه ١٨٠ مل حُضِرَ بإذابة ١٢ غ من الشُّكْرِ في الماءِ يساوي.....
ب - صيغة الأيون الموجب الذي يَنْتِجُ من تفكك المركب (FeCl₃)، هي.....
ج - يُمكنُ أن يحدثَ تَبَلُّورٌ للمادّةِ الزائدةِ عن الإِشباعِ في محلولٍ ما إذا..... أو.....
د - عمليّة تبخير الماءِ ثمّ تكثيفه للحصولِ على ماءٍ نقيٍّ تُسمّى.....
هـ - المادّةُ الهَلَامِيّةُ التي تساعدُ في عمليّة التلبّدِ في أثناءِ معالجةِ الماءِ في مَحطّاتِ التنقية هي.....

١٤- أجب عمّا يلي:

- أ - محلولان، حُضِرَ الأوّلُ منهما بإذابة ٢ غ من كلوريد البوتاسيوم KCl في ٨ غ ماءً، وحُضِرَ الثاني بإذابة ١٢ غ من نترات الفضة AgNO₃ في ٨٧ غ ماءً. فإذا علمت أن كثافة المحلول الأوّل تساوي ١,٢٥ غ/مل، وأن كثافة المحلول الثاني تساوي ١,١ غ/مل، املاً الفراغات في الجدول الآتي بالبيانات المناسبة.

الرّقم	اسم المحلول	صيغ الأيونات الموجودة فيه	كتلة المذاب (غ)	كتلة المذيب (غ)	حجم المحلول (مل)	تركيز المحلول (غ/مل)
١						
٢						

- ب - عند خلط المحلولين معاً تكوّن راسب أبيض، اكتب معادلة كيميائية أيونية تمثل التفاعل الحاصل بين المحلولين. وما الصيغة الكيميائية للراسب؟

١٥ - قام طالب بقياس ذائبية ملح في الماء عند درجة حرارة ٢٠°س، وفق الخطوات الآتية:

- أ - حُضِرَ محلولاً مُشَبَّعاً من الملح في الماء عند درجة حرارة ٤٠°س.
ب - ترك المحلول إلى أن استقرّ الراسب في قاع الكأس الزجاجية، ثم قام بتبريده إلى درجة حرارة ٢٠°س.

ج- صبَّ بعضَ المحلولِ بسرعةٍ في جَفَنَةٍ جافَّةٍ ونظيفةٍ وموزونةٍ مُسبقًا، ثم قام بقياسِ كتلتِها من جديدٍ.

د - بَخَّرَ الماءَ من الجَفَنَةِ على نارٍ هادئةٍ، إلى أن جَفَّتَ تمامًا، ثم قاسَ كتلتِها.

هـ - سَجَّلَ ملاحظاته في الجدولِ الآتي:

الكتلة (غ)	خطوات إجراء التجربة
٣٧,٥ غ	الجفنة الجافة
٦٠,٠ غ	الجفنة + المحلول
٤٠,٠ غ	الجفنة + الراسب

اعتمادًا على المعلومات السابقة أجب عن الأسئلة الآتية:

١. اقترح سببًا لضرورة تبخير المحلول على نارٍ هادئةٍ.
٢. كيف تتأكد أن الماء في المحلول قد تبخَّرَ كُلِّيًّا.
٣. احسب كتلة الماء المتبخَّر من الجَفَنَةِ.
٤. احسب كتلة المادة الصُّلبة المتبقية بعد التبخير.
٥. احسب ذائبيَّة الملح في الماء عند درجة حرارة ٢٠°س بوحدة (غ مذاب / ١٠٠ غ ماء).

نشاط الفلزات



تُمَثِّلُ الصورةُ أعلاهَ حُطُوطَ الضَّغَطِ العاليِ والتي تُصَنِّعُ عادةً من الفِلِزَّاتِ. 
فَمِنْ أَيِّ الفِلِزَّاتِ تُصَنِّعُ؟ ولماذا؟

إذا نظرت حولك تجد أن للفلزات استخداماتٍ عمليةً مُهمّةً ومتنوعةً في حياتنا اليومية؛ فالحديد يُستخدم في البناء، والنحاس يدخل في صناعة الأسلاك الكهربائية، والألمنيوم يُستخدم في صناعة الأبواب والشبابيك وأواني طهي الطعام وهياكل الطائرات، والذهب والفضة يُستخدمان في صناعة الحليّ والجواهر، كما تدخل الفلزات في تكوين العديد من المركبات الهامّة في حياتنا، فما سبب هذا التنوع في استخدام الفلزات؟ وما علاقة نشاطها الكيميائيّ بذلك؟

هذا ما ستعرفه بعد دراسة هذه الوحدة وتنفيذ أنشطتها المختلفة، ويتوقع منك بعد ذلك أن تكون قادرًا على أن:

- ▶ توضّح المقصود بالمفاهيم الآتية: تفاعلات الإحلال، تفاعل الثيرمايت، سلسلة النشاط الكيميائيّ.
- ▶ تجري بصورة آمنة تفاعلات لبعض الفلزّات مع كلٍّ من الماء، والأكسجين، وحمض الهيدروكلوريك، وتمثّلها بمعادلات كيميائيّة بسيطة.
- ▶ ترتّب بعض الفلزّات الشائعة في سلسلة بناءً على نشاطها الكيميائيّ.
- ▶ تتنبأ بقدرة الفلزّات على أن تحلّ محلّ بعضها بعضًا في مركّباتها، اعتمادًا على سلسلة النشاط.
- ▶ تقدّر أهميّة تفاعلات الإحلال، وتطبيقاتها في الحياة.



تدخل الفلزات في الكثير من التفاعلات الكيميائية، وتفاوت في سرعة تفاعلها، فبعضها يتفاعل بسرعة مع الماء مثل الصوديوم، والبعض الآخر يتفاعل بسرعة أقل مثل المغنيسيوم، كما تتفاعل الفلزات مع الحموض كحمض الهيدروكلوريك مُطلقة غاز الهيدروجين، وبعضها لا يظهر له تفاعل مع الماء أو الحموض المخففة كالذهب والفضة. وستدرس في هذا البند بعض هذه التفاعلات.

١ - تفاعل الفلزات مع الأكسجين



هل سبق أن شاهدت قطعة من الحديد يعلوها الصدأ؟ ما رأيك في سبب ذلك؟ ولماذا تكتسي الأواني المصنوعة من النحاس بطبقة خضراء عند تركها معرضة للهواء الجوي مدة من الزمن، في حين لا يزال قناع المومياء المصرية، المصنوع من الذهب - انظر الشكل (١-٢) - محتفظاً ببريقه، مع أنه صنع قبل أكثر من ٣٠٠٠ سنة؟ للإجابة عن هذه الأسئلة، نفذ النشاط (١-٢).

الشكل (١-٢): قناع المومياء المصنوع من الذهب.

النشاط (١-٢): تفاعل الفلزات مع الأكسجين

المواد والأدوات المطلوبة

ملقط، موقد بنسن، ورق صنفرة، ماء مقطر، حبيبات كالسيوم، أشرطة مغنيسيوم، أشرطة خارصين، ورق تباع الشمس، أنابيب اختبار، نظارة واقية.

الخطوات

١- نظف القطع الفلزية جيداً باستخدام ورق الصنفرة. لماذا؟

٢- خذ بواسطة الملقط شريطاً من المغنيسيوم، وسخّنه باستخدام موقد بنسن، ثم دوّن ما يحدث للمغنيسيوم.

احذرِ التحديقَ في شريطِ
المغنيسيوم المشتعل، أو تقريبه من
زملائك، فالضوء الصادرُ عنه ضارٌّ
بالعينين ممّا يحتمُّ عليك عدمَ النظرِ
المباشرِ إلى الشريطِ أثناء اشتعالهِ .

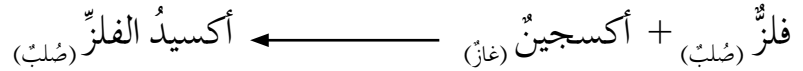
٣- ضع المادّة الناتجة من احتراقِ المغنيسيومِ في أنبوبِ
اختبارٍ، وأضفْ إليها قليلاً من الماءِ. هلِ المحلولُ
الناتجُ حمضيٌّ أم قاعديٌّ؟ كيفَ تكشفُ عن ذلك؟
٤- كرّرِ الخُطوتينِ (٢) و (٣) للفِلِزاتِ الأخرى، مُستخدماً
الجَفَنَةَ لحبيباتِ الكالسيومِ ثُمَّ دَوِّنْ ملاحظاتِكَ عن
التغيّراتِ الحاصلةِ.

٥- نَظِّمِ النتائجَ التي تتوصَّلُ إليها في جدولٍ، كالآتي:

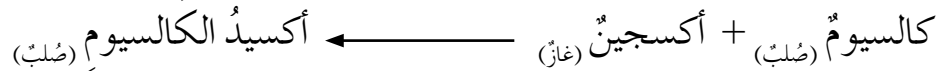
اسمُ الفلزِّ	رمزه	التغيّراتُ الناجمةُ عندَ تسخينه
الكالسيومُ	Ca	
المغنيسيومُ	Mg	
الخاصين	Zn	

- هل تتفاعل هذه الفِلِزاتُ مع الأكسجينِ في الهواءِ الجوّيِّ بالسرعة نفسها؟
- رتّب هذه الفِلِزاتِ تبعاً لسُرعة تفاعلها مع الأكسجينِ في الهواءِ الجوّيِّ.
- ما اسمُ المركّبِ الناتجِ من تفاعلِ الفلزِّ مع الأكسجينِ في الهواءِ الجوّيِّ؟
- اكتبْ معادلاتٍ كيميائيةً تُمثِّلُ تفاعلاتِ هذه الفِلِزاتِ مع الأكسجينِ في الهواءِ الجوّيِّ.

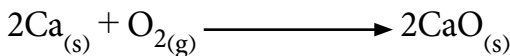
يؤدّي التفاعلُ الذي يحدثُ بينَ هذه الفِلِزاتِ وأكسجينِ الهواءِ الجوّيِّ إلى تكوينِ أكسيدِ الفلزِّ.
ويمكنُ تمثيلُ هذا التفاعلِ بالكلماتِ وفقاً للمعادلة:



فمثلاً، يُمكنُ التعبيرُ عن التفاعلِ الحادثِ بينَ فلزِّ الكالسيومِ والأكسجينِ بالمعادلة:



ويمكنُ تحويلُ معادلةِ التفاعلِ السابقةِ إلى المعادلةِ الرمزيّةِ الموزونة الآتية:



تُكْتَبُ الصِّغُ الكِيمِيَاءِيَّةُ بِمَعْرِفَةِ
تَكَافُؤِ الْعُنَاصِرِ، وَيُعْرَفُ
التَّكَافُؤُ بِأَنَّهُ عَدْدُ الْإِلِكْتَرُونَاتِ
الَّتِي تَفْقِدُهَا ذَرَّةُ الْعُنَاصِرِ، أَوْ
تَكْسِبُهَا، أَوْ تَشَارِكُ بِهَا عِنْدَ
ارْتِبَاطِهَا بِغَيْرِهَا مِنَ الذَّرَاتِ.

وَقَدْ اتَّضَحَ مِنَ النِّشَاطِ أَنَّ الْفِلِزَّاتِ تَتَبَايُنُ فِي سُرْعَةِ تَفَاعُلِهَا
مَعَ أُكْسِجِينِ الْهَوَاءِ؛ فَبَعْضُهَا يَتَفَاعَلُ بِسُرْعَةٍ وَبَعْضُهَا الْآخَرُ يُصْبِحُ
سَطْحُهُ قَاتِمًا بِصُورَةٍ تَدْرِيجِيَّةٍ لِأَنَّهُ يَتَفَاعَلُ بِبُطْءٍ.
وَتَجَدُرُ الْإِشَارَةُ هُنَا إِلَى أَنَّ أُكْسِيدَ الْفِلِزَّاتِ ذَاتُ تَأْثِيرٍ قَاعِدِيٍّ
فِي الْمَاءِ، فَهِيَ تُغَيِّرُ لَوْنَ تَبَاعِ الشَّمْسِ مِنَ الْأَحْمَرِ إِلَى الْأَزْرَقِ،
كَمَا شَاهَدْتُمْ فِي النِّشَاطِ السَّابِقِ.

سؤال

إِذَا عَلِمْتُمْ أَنَّ تَكَافُؤَ الْأَلْمِنيُومِ = ٣، وَتَكَافُؤَ الْأُكْسِجِينِ = ٢، فَارْتَبِئُوا بِمَعَادِلَةٍ كِيمِيَاءِيَّةٍ مُوزَوَنَةٍ
تُمَثِّلُ تَفَاعُلَ الْأَلْمِنيُومِ مَعَ الْأُكْسِجِينِ.

٢ - تَفَاعُلُ الْفِلِزَّاتِ مَعَ الْمَاءِ

عَرَفْتُمْ فِي الْبَنْدِ السَّابِقِ أَنَّ بَعْضَ الْفِلِزَّاتِ تَتَفَاعَلُ مَعَ أُكْسِجِينِ الْهَوَاءِ، وَأَنَّ تَفَاعُلَ هَذِهِ الْفِلِزَّاتِ مَعَ
الْأُكْسِجِينِ يَتَفَاوَتُ مِنْ فِلِزٍّ إِلَى آخَرَ. فَهَلْ تَتَفَاعَلُ الْفِلِزَّاتُ مَعَ الْمَاءِ؟ وَهَلْ تَتَفَاوَتُ فِي سُرْعَةِ تَفَاعُلِهَا
مَعَهُ؟ وَمَا مَوْشِّرَاتُ حَدُوثِ هَذَا التَّفَاعُلِ؟ لَتَعْرِفْ ذَلِكَ نَفِّذِ النِّشَاطَ (٢-٢).

النِّشَاطُ (٢-٢): تَفَاعُلُ الصُّودِيُومِ مَعَ الْمَاءِ

ادرسِ الشَّكْلَ الْآتِي الَّذِي يَوْضَحُ خُطُواتِ تَجْرِبَةِ تَفَاعُلِ الصُّودِيُومِ مَعَ الْمَاءِ، ثُمَّ أَجِبْ عَنِ
الْأَسْئَلَةِ الَّتِي تَلِيهِ:



قَطْعُ قِطْعَةٍ صُّودِيُومٍ بِحِجْمِ حَبِّ الْعَدَسِ بِالسَّكِينِ



وضَعُ قطعةِ الصوديوم في أنبوب اختبارٍ مفتوح الطرفين داخل كُأسٍ فيها ماءٌ

- ماذا حدثَ لقطعةِ الصوديوم عندَ ملامستها الماء؟
- هل تلاحظُ تصاعدَ غازٍ؟ ما اسمُ الغازِ المتصاعدِ؟
- إذا وضعنا ورقةَ تباعِ شمسٍ حمراءَ في الكُأسِ، فماذا تتوقعُ أن يحدثَ للونها؟
- هل المحلولُ الذي تكوّنَ في الأنبوبِ حمضيٌّ أم قاعديٌّ؟
- اكتبْ معادلةَ كيميائيةٍ موزونةً تمثلُ التفاعلَ.

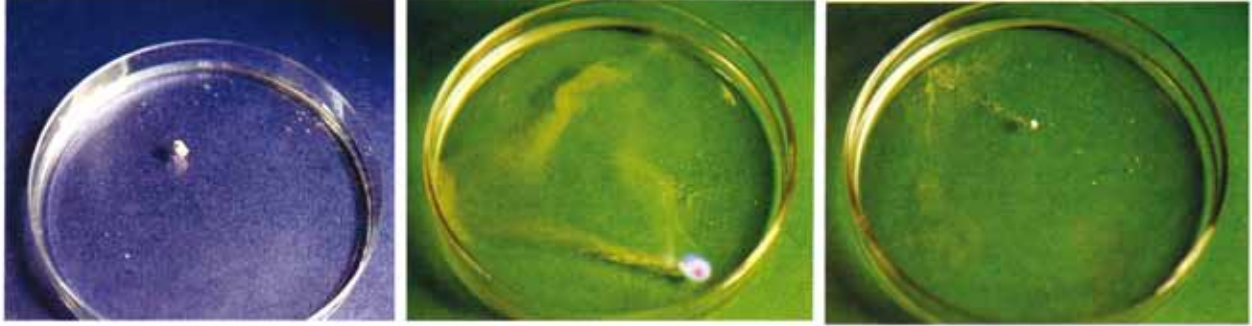
الهيدروجينُ: غازٌ عديمُ اللونِ والرائحةِ، وهو أقلُّ كثافةً من الهواءِ، وإذا قُرِئَتْ منه شظيئةٌ مشتعلةٌ فإنه يشتعلُ بلهبٍ أزرقٍ مُحْدَثاً فَرْقعةً.

يتفاعلُ الصوديوم معَ الماءِ بسرعةٍ، وينتجُ عن التفاعلِ غازُ الهيدروجينِ، وهيدروكسيد الصوديوم الذي يُغيّرُ ورقةَ تباعِ الشمسِ من اللونِ الأحمرِ إلى اللونِ الأزرقِ، ويمكن تمثيلُ التفاعلِ الكيميائي الذي حدثَ بين الصوديوم والماءِ بالكلماتِ وفق المعادلة الآتية:

صوديومٌ (صُلْبٌ) + ماءٌ (سائِلٌ) ← هيدروكسيد الصوديوم (محلولٌ مائِيٌّ) + هيدروجينٌ (غازٌ) + طاقةٌ حراريةٌ



تتفاعل الفلزات النشطة التي تقع مع الصوديوم في المجموعة الأولى من الجدول الدوري مع الماء بسرعة، مثل البوتاسيوم والليثيوم، ويصاحب التفاعل انبعاث طاقة حرارية، وانطلاق غاز الهيدروجين. ولكن هل تتفاعل هذه الفلزات مع الماء بالسرعة نفسها؟ ما ترتيبها من حيث سرعة تفاعلها مع الماء؟ للإجابة عن ذلك انظر الشكل (٢-٢)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



ليثيوم

بوتاسيوم

صوديوم

الشكل (٢-٢): تفاعل الصوديوم والليثيوم والبوتاسيوم مع الماء.

- هل يتفاعل كل من الصوديوم والليثيوم والبوتاسيوم مع الماء بالسرعة نفسها؟
 - رتب هذه الفلزات في سلسلة تبعاً لسرعة تفاعلها مع الماء.
 - اكتب معادلتين موزونتين تمثلان تفاعلي كل من البوتاسيوم والليثيوم مع الماء.
- لعلك لاحظت مما سبق أن فلزات الصوديوم والبوتاسيوم والليثيوم تتفاوت في سرعة تفاعلها مع الماء، فهل ينطبق ذلك على تفاعل الكالسيوم والمغنيسيوم والألمنيوم معه؟ وهل هناك فلزات أخرى تتفاعل مع الماء؟ وما ترتيب هذه الفلزات من حيث سرعة تفاعلها معه؟ للإجابة عن هذه التساؤلات، نفذ النشاط (٢-٣).

النشاط (٢-٣): تفاعل الكالسيوم والمغنيسيوم والألمنيوم مع الماء

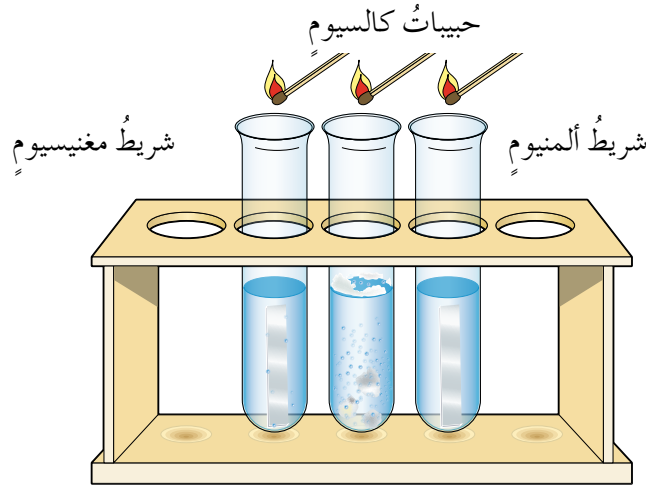


المواد والأدوات المطلوبة

ثلاثة أنابيب اختبار، حامل أنابيب، ورق تباع شمس أحمر، ماء مقطر، ورقة صنفرة، أعواد ثقاب، ماء، مخبر مدرج (١٠ مل)، حبيبات كالسيوم، شريط مغنيسيوم، شريط من الألمنيوم، نظارة واقية، ملقط معدني، موقد بنسن.

الخطوات

١- نظّف شريطي المغنيسيوم والألمنيوم باستخدام ورقة صنفرة.



تفاعل المغنيسيوم والكالسيوم والألمنيوم مع الماء

- ٢- ضع باستخدام المخبر المدرّج، في كل أنبوب اختبار ٥ مل من الماء وورقة تباع شمس حمراء.
- ٣- ألق في أحد الأنابيب عدة حبيبات من الكالسيوم، وفي أنبوب آخر شريطاً من المغنيسيوم، وفي أنبوب ثالث شريطاً من الألمنيوم، طول كل منهما ٥ سم، كما في الشكل.
- ٤- راقب التغيرات التي تحدث لكل من الفلز، والماء، ولون ورقة تباع الشمس في الأنابيب الثلاثة. ثم دوّن ملاحظاتك.

- أيّ الأنابيب حدث فيها تفاعل بين الفلز والماء؟ وكيف تستدلّ على ذلك؟
- هل سرعة التفاعل متساوية في الحالات السابقة؟ وأيّها أنشط في تفاعله مع الماء؟
- هل حدث تغيير للون ورقة تباع الشمس الحمراء؟ وما هذا التغيير؟ وفي أيّ الحالات كان التغيير أسرع؟
- هل تلاحظ انطلاق غاز في الأنابيب الثلاثة؟ ماذا تتوقع أن يكون الغاز الناتج؟ وكيف تكشف عنه؟

٥- المس الطرف السفلي لأنبوب الاختبار، ولاحظ التغيير في درجة الحرارة. ثم دوّن ملاحظاتك.

- إذا لم يحدث تفاعل مع الماء البارد في أحد الأنابيب، سخّن الأنبوب. فماذا تلاحظ؟
- في ضوء النتائج التي تتوصل إليها من الخطوات السابقة، بين أيّ الفلزات أنشط في تفاعله مع الماء؟

اكتب معادلات كيميائية تمثل تفاعل فلزات المغنيسيوم والكالسيوم والألمنيوم مع الماء، علماً بأن فلزي (Mg و Ca) ثنائي التكافؤ، وفلزي (Al) ثلاثي التكافؤ.

يتفاعل فلز الكالسيوم والمغنيسيوم مع الماء بدرجات متفاوتة، إذ يتفاعل الكالسيوم مع الماء بشدة أكبر من المغنيسيوم، في حين يتفاعل المغنيسيوم ببطء مع كل من الماء البارد والماء الساخن، بينما لا يتفاعل الألمنيوم مع الماء البارد أو الساخن.

- ١- إذا علمت أن تفاعل الكالسيوم مع الماء أقل شدة من تفاعل الليثيوم مع الماء؛ فرتب فلزات الصوديوم والليثيوم والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم، تبعاً لنشاطها عند التفاعل مع الماء، مُبتدئاً بأكثرها نشاطاً، ومُنتهياً بأقلها نشاطاً.
- ٢- يتفاعل المغنيسيوم ببطء مع كل من الماء البارد والماء الساخن. فسّر ذلك.

أما في ما يتعلق بالفلزات المألوفة الأخرى فإنه لا يمكن ملاحظة حدوث تفاعل لكل من الحديد، والنحاس مع الماء البارد والساخن؛ لذا فإننا بحاجة إلى طريقة أخرى غير تفاعل هذه الفلزات مع الماء البارد والساخن، لتحديد ترتيبها حسب نشاطها، فماذا يمكننا أن نفعل؟ لمعرفة ذلك، ادرس الجدول (١-٢)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

الجدول (١-٢): تفاعل بعض الفلزات مع الماء وبخار الماء.

اسم الفلز	رمزه	التفاعل مع الماء	التفاعل مع بخار الماء
البوتاسيوم الصوديوم الكالسيوم	K Na Ca	يتفاعل بقوة مع الماء البارد مُعطياً هيدروكسيد الفلز وغاز الهيدروجين، وتقل سرعة التفاعل بالنزول إلى أسفل.	يتفاعل بصورة عنيفة جداً مع البخار مُعطياً أكسيد الفلز ويتصاعد غاز الهيدروجين.
المغنيسيوم	Mg	يتفاعل ببطء مع كل من الماء البارد والساخن مُطلقاً غاز الهيدروجين، ويستمر التفاعل بالتباطؤ تدريجياً.	يتفاعل بقوة مع بخار الماء مُعطياً أكسيد الفلز وغاز الهيدروجين.
الألمنيوم الخارصين الحديد الرصاص	Al Zn Fe Pb	لا يتفاعل مع الماء البارد أو الساخن.	يتفاعل مع البخار مُعطياً أكسيد الفلز وغاز الهيدروجين، وتقل سرعة التفاعل بالنزول إلى أسفل.
النحاس	Cu	لا يتفاعل مع الماء البارد أو الساخن.	لا يتفاعل مع البخار.



- ١- أي الفلزات في الجدول (١-٢) هو الأنشط في التفاعل؟
- ٢- لماذا لا يستطيع رجل الإطفاء استخدام الماء في إخماد حريق شب في مصنع للمغنيسيوم؟ فماذا يمكن أن يحدث إذا فعل ذلك؟

نشاط إثرائي

بعض العناصر الواردة في الجدول (١-٢) تتفاعل مع البخار فقط:

- ١- صمم تجربة للتأكد من ترتيب هذه العناصر من حيث نشاطها، وحين تفرغ من كتابة خطة التجربة اعرضها على معلمك الذي سيزودك بالمواد والأدوات التي حددتها لتنفيذ التجربة.
- ٢- حضر عرضاً تقديمياً (Power Point)، وقدم العرض لزملائك بحيث يتضمن الطريقة التي اتبعتها والنتائج التي توصلت إليها.

٣- تفاعل الفلزّات مع حمض الهيدروكلوريك المُخفّف

لقد رتبت في الدّروس السابقة بعض الفلزّات حسب سرعة تفاعلها مع كلّ من الأكسجين والماء، إلا أنّ بعض الفلزّات لم يظهر لها تفاعل مع أكسجين الهواء، أو مع الماء البارد والساخن. فهل تتفاعل الفلزّات مع حمض الهيدروكلوريك المُخفّف؟ وما نواتج تفاعلها معه؟ وهل يمكن ترتيب الفلزّات بناءً على سرعة تفاعلها معه؟ وهل تتوقّع أن يتفق هذا التّرتيب مع التّرتيب الذي ذكرته سابقاً؟ لتعرف ذلك، نفذ النشاط (٢-٤).

النشاط (٢-٤): تفاعل الفلزّات مع حمض الهيدروكلوريك المُخفّف

المواد والأدوات المطلوبة

أربعة أنابيب اختبار، حامل أنابيب، نظّارة واقية، أشرطة من الفلزّات الآتية: الألمنيوم والخارصين والحديد والنحاس، ورق صنفر، أعواد ثقاب، حمض HCl مُخفّف. ملاحظة: يمكنك استخدام بُرادة الفلزّات السابقة إذا لم تتوافر أشرطة.

الخُطوات

١- ضع أربعة أنابيب اختبار نظيفة في فتحات حامل الأنابيب، ثم ألصق على كلّ منها ملصقاً مكتوباً عليه اسم الفلز.

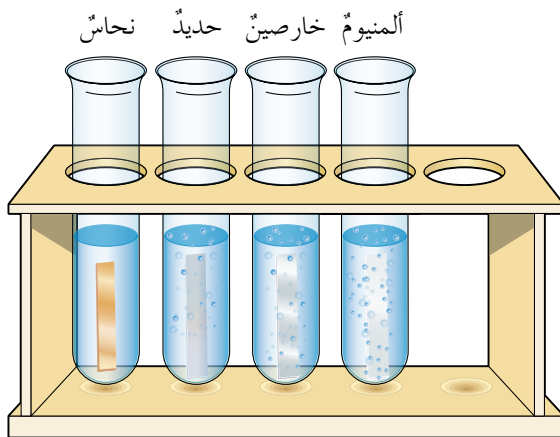
٢- ضع في كلّ أنبوب اختبار ٥ مل من حمض الهيدروكلوريك المُخفّف.

٣- نظف أشرطة كلّ من: الألمنيوم، والخارصين، والحديد، والنحاس باستخدام ورق الصنفرة، ثم ضع كلّاً منها في أنبوب الاختبار الخاصّ به، كما في الشّكل.

٤- راقب التغيّرات التي قد تحدث في كلّ أنبوب، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:



حمض HCl مادة كاوية ومُهيجّة، لذا احذر من مُلامسته الجلد والعينين، وإن حدث ذلك فاغسل منطقة التلامس جيّداً بالماء.



تفاعل الفلزّات مع حمض HCl المُخفّف

- هل تتفاعل هذه الفلزّات جميعها مع الحمض؟ وكيف تستدلّ على ذلك؟
- هل سرعة التفاعل هي نفسها للفلزّات جميعاً؟
- أيّ الفلزّات هو الأنشط في التفاعل مع حمض الهيدروكلوريك المُخفّف؟ وأيها الأقلّ نشاطاً؟

- أيّ الأنابيب يلاحظ فيه تكوّن فقاعات غازية؟ وما الغاز المتصاعد؟

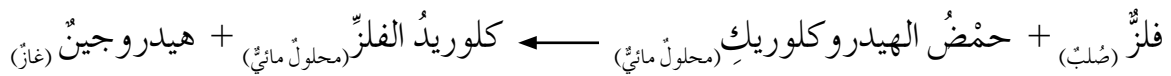
٥- المِس الطرف السفلي لأنبوب الاختبار الذي ظهر فيه الغاز، ولاحظ التغيّر في درجة الحرارة، ثمّ دوّن ملاحظاتك.

٦- دوّن النتائج التي توصّل إليها في جدولٍ مناسب.

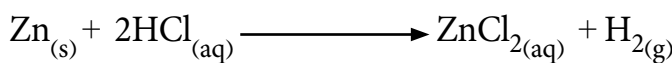
٧- رتب الفلزّات المُستخدمة تبعاً لسرعة تفاعلها مع حمض الهيدروكلوريك.

قارن النتائج التي توصّل إليها في النشاط السابق، بالنتائج التي توصّل إليها في النشاطين (٢-٢)، و(٣-٢). هل يتفق ترتيب الفلزّات حسب نشاطها في التفاعل مع حمض الهيدروكلوريك المُخفّف مع ترتيبها وفق نشاطها في التفاعل مع الماء وبخار الماء؟

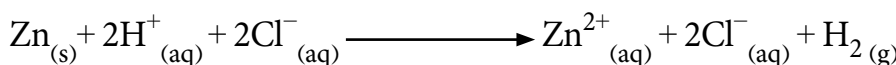
يمكن تمثيل التفاعل الذي حدث بين بعض الفلزّات وحمض الهيدروكلوريك المُخفّف بالكلمات وفق المعادلة الآتية:



وعليه، يمكن تمثيل تفاعل الخارصين مع حمض الهيدروكلوريك المُخفّف بالمعادلة الموزونة:



تشير معادلة التفاعل إلى أنّ فلزّ الخارصين يحلّ محلّ الهيدروجين في الحمض لينتج كلوريد الخارصين ZnCl_2 ، وينطلق غاز الهيدروجين H_2 ، حيث يفقد الخارصين إلكترونين، ويتحوّل إلى أيون موجب، في حين يكسب أيون الهيدروجين H^+ إلكترونًا ويتحوّل إلى ذرة هيدروجين نشطة تتفاعل مع ذرة أخرى وتكوّنان معاً جزيء H_2 الذي يغادر المحلول على شكل غاز الهيدروجين، ويحلّ أيون الخارصين محلّ الهيدروجين المتصاعد. ويمكن توضيح ما حدث في هذا التفاعل بالمعادلة الآتية:



وكذلك الحال بالنسبة إلى الألمنيوم؛ فهو يتفاعل مع الحمض HCl ، ويتكوّن كلوريد الألمنيوم؛ لذا يُنصح بعدم طهي المواد الغذائية التي تحوي حموضاً في أوعية من الألمنيوم، انظر الشكل (٢-٣).

يُعزى تأخر بدء تفاعل فلز الألمنيوم مع حمض HCl المُخَفَّف إلى وجود طبقة من أكسيد الألمنيوم تغطي سطح الفلز، وتحوّل دون وصول الحمض إلى سطحه، لكن هذا الأكسيد يذوب في الحمض ببطء إلى حد ما، وعندما ينكشف سطح الألمنيوم يظهر نشاطه الحقيقي.



الشكل (٢-٣): وعاء الألمنيوم يُستخدم للطبخ.

سؤال

- ١- مثل بمعادلة كيميائية موزونة تفاعل فلز الألمنيوم مع حمض الهيدروكلوريك المُخَفَّف.
- ٢- لماذا استخدم قديماً الذهب والفضة في صناعة العُمَلات المعدنية؟

سلسلة النشاط الكيميائي



ثانياً

درست حتى الآن تفاعلات الفلزّات مع كلٍّ من أكسجين الهواء والماء وحمض الهيدروكلوريك المُخَفَّف، ورتبت الفلزّات تبعاً لسرعة تفاعلها مع كلٍّ من هذه المواد. ولكن إذا جمعت تراتيب الفلزّات التي حصلت عليها معاً فإنك ستحصل على الترتيب المُبيّن في الشكل (٢-٤)، ويُسمّى هذا الترتيب: سلسلة النشاط الكيميائي للفلزّات.

زيادة نشاط الفلزّات

Cu	Pb	Fe	Zn	Al	Mg	Ca	Li	Na	K
----	----	----	----	----	----	----	----	----	---

الشكل (٢-٤): سلسلة النشاط الكيميائي للفلزّات

١- بالرجوع إلى سلسلة النشاط الكيميائي السابقة، إذا قيل لك إنَّ العنصر (X) أقلُّ نشاطاً من التّحاس في سلسلة النشاط، فما توقّعاتك لتفاعلاته مع الأكسجين وحمض الهيدروكلوريك المُخفّف؟

٢- التيتانيوم (Ti) فلزُّ يتفاعل بسرعة مع الحموض، ولكن يتفاعل ببطء مع الماء أو البخار. حدّد موقع التيتانيوم التقريبي في سلسلة النشاط بالشكل (٢-٤).

٣- يقع عنصر الباريوم أسفل عنصر الكالسيوم، وفي المجموعة الثانية نفسها من الجدول الدوري. اقترح تجربتين يمكن تنفيذهما لتحديد موقع فلز الباريوم في سلسلة النشاط.

لا تقتصر سلسلة النشاط على الفلزّات المذكورة في الشكل (٢-٤)، وإنما يمكن توسيعها بإضافة عناصر أخرى، وترتيبها حسب نشاطها؛ فعند تفاعل الفلزّات مع حمض الهيدروكلوريك المُخفّف نجد أن بعض الفلزّات كالرصاص يحل محلّ الهيدروجين في التفاعل؛ ممّا يشير إلى أنّه أكثر نشاطاً من الهيدروجين، في حين لا يظهر للتحاس أيُّ تفاعل مع الحمض، وبالتالي فهو أقلُّ نشاطاً من الهيدروجين. وعليه، يمكن إضافة الهيدروجين إلى السلسلة بين فلزّي الرصاص والتّحاس.



قضية للنقاش

« استخدم الإنسان الفلزّات الموجودة إلى يسار سلسلة النشاط المُبيّنة في الشكل (٢-٤) منذ آلاف السنين، في حين استخدمت الفلزّات الموجودة على يمين السلسلة أوّل مرة في القرن التاسع عشر » ناقش هذه العبارة.

تآكل الفلزّات وطرائق حفظها



ثالثاً

ما الذي يحدث للفلزّات عند تركها مُعرّضة للهواء الجوّي مُدّة من الزمن؟ لاحظ البراغي الحديدية في الشكل (٢-٥)؟ ماذا حدث لها؟ وما سبب ذلك حسب رأيك؟
صدأ الحديد ظاهرة مألوفة نشاهدُها في حياتنا اليومية، وهي تُعدُّ مثالاً على تآكل الفلزّات، وبوجه



الشكل (٢-٥): براغ حديدية جديدة وأخرى يعلوها الصدأ.

عامً فإنَّ مُعْظَمَ الفِلِزَّاتِ تتفاعلُ معَ الهواءِ عندما تُتركُ مُعرَّضةً له مدَّةً كافيةً منَ الزمنِ، وتكوِّنُ طبقةً على سطحِ الفِلِزِّ تختلفُ مكوّناتها باختلافِ الفِلِزِّ، فما علاقةُ سرعةِ تآكلِ الفِلِزَّاتِ بترتيبها في سلسلةِ النشاطِ؟ تعتمدُ سرعةُ تآكلِ الفِلِزَّاتِ على نشاطِ الفِلِزِّ، وطبيعةِ المادةِ المتشكّلةِ على سطحِهِ. ويُبيِّنُ الجدولُ (٢-٢) ما يحدثُ للفِلِزَّاتِ عندَ تعرُّضِها للهواءِ الجويِّ.

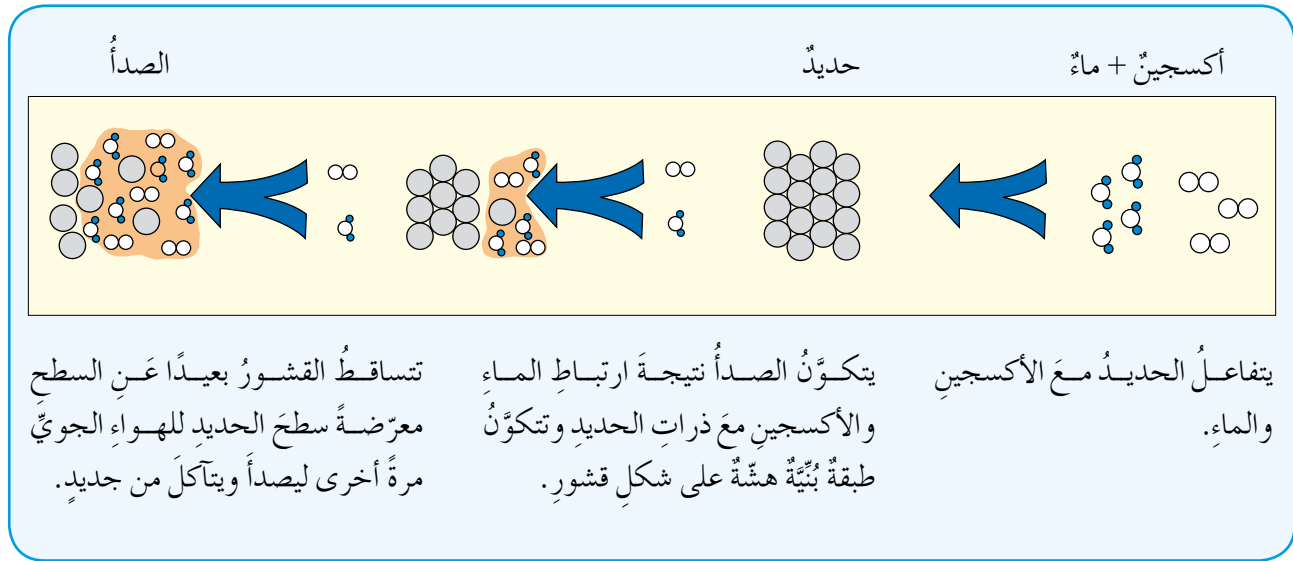
الجدولُ (٢-٢): التغيُّراتُ التي تحدثُ للفِلِزَّاتِ عندَ تعرُّضِها للهواءِ الجويِّ.

الفِلِزُّ	ما يحدثُ للفِلِزِّ عندَ تعرُّضِهِ للهواءِ الجويِّ
البوتاسيومُ الصوديومُ الليثيومُ	تكوِّنُ بسرعةٍ طبقةً مُكوَّنةً منَ مزيجٍ منَ أكسيدٍ وهيدروكسيدٍ وكربوناتٍ للفِلِزِّ، ولكنَّها لا تمنعُ استمرارَ تفاعلِ الفِلِزِّ (تآكلِهِ)، ويكونُ التآكلُ بطيئاً في الليثيومِ، وسريعاً في الصوديومِ و البوتاسيومِ.
الكالسيومُ المغنيسيومُ	تكوِّنُ طبقةً منَ أكسيدِ الفِلِزِّ تتحوَّلُ بِبطءٍ إلى هيدروكسيدٍ ذلكِ الفِلِزِّ، لكنَّها لا تمنعُ استمرارَ تآكلِ الفِلِزِّ.
الألمنيومُ	تكوِّنُ طبقةً رقيقةً متماسكةً منَ أكسيدِ الفِلِزِّ (Al_2O_3) تمنعُ تآكلَهُ واستمرارَ تأكسِدهِ.
الخارصينُ	تكوِّنُ طبقةً متماسكةً منَ كربوناتِ الخارصينِ القاعديةِ ($ZnCO_3 \cdot Zn(OH)_2$) تمنعُ استمرارَ تآكلِ الفِلِزِّ.
الحديدُ	تكوِّنُ طبقةً بُنيَّةً حمراءَ هشةً منَ الصدأ ($Fe_2O_3 \cdot nH_2O$)، تظهرُ على هيئةِ قُشُورٍ تتساقطُ بعيداً عنِ السطحِ، مُعرِّضةً سطحَ الحديدِ للهواءِ الجويِّ مرَّةً أخرى ليصدأ، ويتآكلُ منَ جديدٍ.
الرَّصاصُ	تكوِّنُ طبقةً متماسكةً منَ كربوناتِ الرَّصاصِ القاعديةِ ($PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$) تحمي الفِلِزِّ منَ التآكلِ.
النُّحاسُ	يتحوَّلُ بِبطءٍ إلى كربوناتِ النُّحاسِ القاعديةِ ($CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$) السامةِ (الجَنَازرةِ)، وهي لا تمنعُ تآكلَ الفِلِزِّ.

اعتماداً على المعلومات الواردة في الجدول (٢-٢)، حاول تفسير الحالات الآتية:

- لا يُستخدم الحديد في صناعة أسلاك التوصيل الكهربائي.
- يُستخدم الألمنيوم بدلاً من الحديد في صناعة إطارات النوافذ.
- يُحفظ البوتاسيوم تحت شمع البرافين، في حين يُحفظ المغنيسيوم في أوعية مُحكمة الإغلاق.

يُعدُّ تآكل الفلزّات عمليةً تلقائيةً طبيعيةً، مما يُكلّف الاقتصاد العالمي الكثير من المال والجُهد والوقت، وللتغلب على هذه المشكلات لا بُدَّ أن تتوفر لدينا المعرفة الكافية لكيفية حدوث التآكل، وكيفية مقاومته. فمثلاً: صدأ الحديد الذي صيغته الكيميائية $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ ، يحدث وفق الآلية العامة الممثلة في الشكل (٢-٦). أمعن النظر في هذه الآلية، ثم ناقش مع زملائك ومعلمك، كيفية تكوّن الصدأ والأضرار الناجمة عنه.

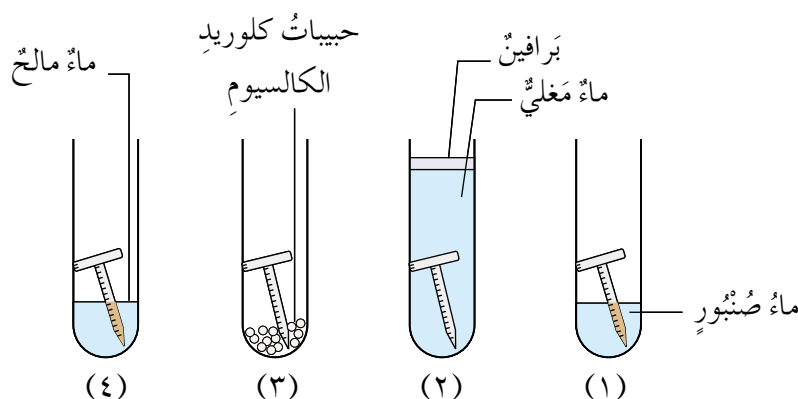


الشكل (٢-٦): كيفية تكوّن الصدأ.

لعلك توصلت بعد المناقشة السابقة إلى تصوّر واقعي لحجم الأضرار الناجمة عن صدأ الحديد، فهل سألت نفسك يوماً ما الظروف التي تساعد على حدوث الصدأ؟ وكيف نحذّ من إمكانية حدوثه؟ للإجابة عن هذين السؤالين، نفذ النشاط (٢-٥).

النشاط (٢-٥): ظروف حدوث صدأ الحديد

قررت مجموعة من الطلبة استقصاء الظروف المُسببة لحدوث الصدأ، وذلك بوضع عددٍ من المسامير الحديدية في أنابيب اختبارٍ تحتوي على موادٍ مختلفة، وتركها أياماً عدة.



دَوّن الطلبة نتائج الاستقصاء الذي قاموا به في الجدول الآتي. ادرس الجدول، ثمّ أجب عن الأسئلة التي تليه:

الظروف الموجودة	رَقْمُ الأنبوبِ	١	٢	٣	٤
الأكسجينُ	✓	✓	×	✓	✓
الماءُ	✓	✓	✓	×	✓
الملحُ	×	×	×	×	✓
النتيجة: تكوّن الصدأ، أو عدم تكوّنِه	✓	✓	×	×	✓

- لماذا غُلِيَ الماء في الأنبوب الثاني؟
- لماذا أُضيفَ زيتُ البرافين إلى الأنبوب الثاني؟
- لماذا أُضيفَ كلوريدُ الكالسيوم CaCl_2 إلى الأنبوب الثالث؟
- بناءً على الملاحظات السابقة، ما العوامل التي تُسببُ صدأ الحديد؟

نستنتج من النشاط السابق أنّ الصدأ يتكوّن إذا توافرَ الأكسجينُ والماءُ معاً، فلا يصدأ الحديد في الجوّ الجافّ أو في الماء الخالي من الأكسجين.

قضية للبحث

يصدأ الحديد في ماء البحر بسرعة تفوق حدوث الصدأ في الماء العذب.
ابحث في المواقع الإلكترونية عن أثر الأملاح في زيادة سرعة حدوث الصدأ، مُستعيناً بالكلمات المفتاحية الآتية:
الصدأ، صدأ الحديد، تآكل الفلزات.

عرفت حتى الآن أنّ وجود الماء والأكسجين ضروري لحدوث الصدأ، فكيف نحمي الحديد من الصدأ؟ للإجابة، عن ذلك انظر الشكل (٢-٧)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

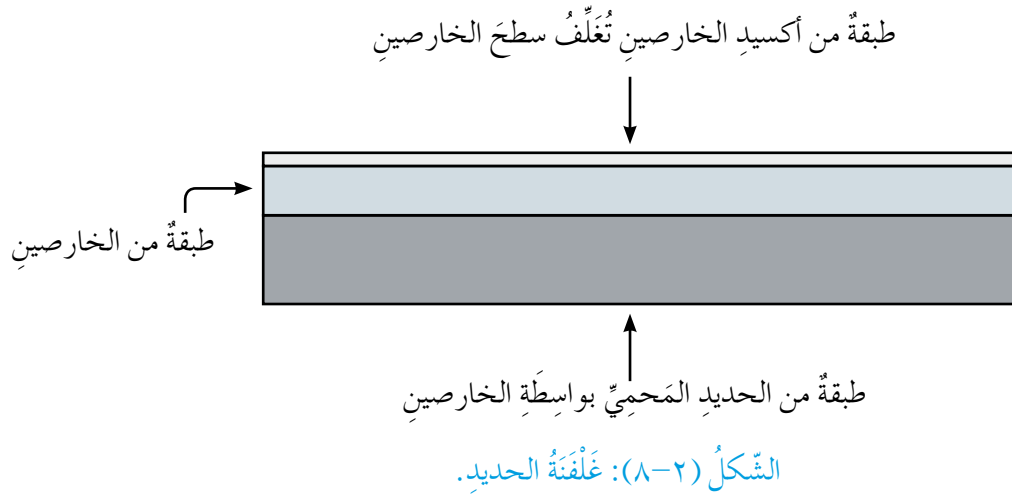


الشكل (٢-٧): طرائق حماية الحديد من الصدأ.

- كيف نحمي سلسلة الدراجة الهوائية من الصدأ؟
- لماذا نضع قطع من الخارصين أسفل جسم الباخرة؟
- اذكر طرائق أخرى لحماية جسم الباخرة من الصدأ.
- ما المادة (أو المواد) التي تُستخدم لحماية هياكل السيارات من الصدأ؟
- ما الطريقة المستخدمة لحماية خزانات الماء الحديدية من الصدأ؟

يُمْكِنُ حِمَايَةَ الْحَدِيدِ مِنَ الصَّدَأِ بِمَنْعِ الْمَاءِ وَالْهَوَاءِ مِنَ الْوُصُولِ إِلَى سَطْحِهِ، وَيَتِمُّ ذَلِكَ بِطَرَائِقَ عِدَّةٍ، مِنْهَا:

- ١- تَغْطِيَةُ سَطْحِ الْحَدِيدِ بِطَبَقَةٍ عَازِلَةٍ مِنَ الدَّهَانِ، أَوِ الزَّيْتِ، أَوِ الْبِلَاسْتِيكِ.
- ٢- تَغْطِيَةُ الْحَدِيدِ أَوِ الْفُولَادِ بِطَبَقَةٍ مِنَ الْخَارِصِينَ، فِي عَمَلِيَّةٍ تُدْعَى بِالْغُلْفَنَةِ (Galvanization)، وَذَلِكَ بِغَمْسِ الْحَدِيدِ فِي مَصْهُورِ الْخَارِصِينَ، انْظُرِ الشَّكْلَ (٨-٢).



- ٣- طَلَاءُ سَطْحِ الْحَدِيدِ بِفِلْزٍ آخَرَ غَيْرِ الْخَارِصِينَ، كَالْكُرُومِ، أَوِ النِّيكَلِ، أَوِ الْقَصْدِيرِ، وَذَلِكَ بِإِجْرَاءِ تَرْسِيبٍ كَهْرَبَائِيٍّ لِلْفِلْزِ عَلَى سَطْحِ الْحَدِيدِ، فِي مَا يُعْرَفُ بِعَمَلِيَّةِ الطَّلَاءِ الْكَهْرَبَائِيِّ (Electroplating).
- ٤- خَلْطُ مَصْهُورِ فِلْزِ الْحَدِيدِ بِمَصَاهِيرَ لِعَنَاصِرٍ أُخْرَى، مِثْلَ الْكُرُومِ وَالنِّيكَلِ، لِعَمَلِ سَبَائِكٍ مُقَاوِمَةٍ لِلصَّدَأِ.

قَضِيَّةٌ لِلْبَحْثِ

يُسْتَخْدَمُ كُلُّ مِنَ الْخَارِصِينَ وَالْقَصْدِيرِ لِحِمَايَةِ الْحَدِيدِ مِنَ الصَّدَأِ. صَمِّمِ تَجْرِبَةً مَضْبُوتَةً لاختبار أيّ الفلزيْنِ أَفْضَلَ لِحِمَايَةِ الْحَدِيدِ مِنَ الصَّدَأِ، وَحِينَ تَفْرُغُ مِنْ كِتَابَةِ خُطَّةِ التَّجْرِبَةِ اعْرِضْهَا عَلَى مَعْلَمِكَ الَّذِي سَيَزُوْدُكَ بِالْمَوَادِّ وَالْأَدَوَاتِ الَّتِي حَدَدْتَهَا لِنَتْفِيزِ التَّجْرِبَةِ. ثُمَّ اَعِدَّ عَرْضًا تَقْدِيمِيًّا وَاعْرِضْهُ أَمَامَ زَمَلَائِكَ.

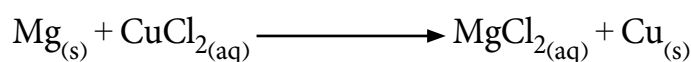


رابعًا

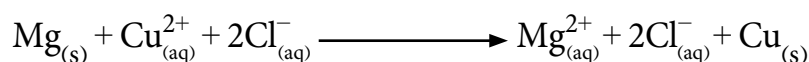
تفاعلات إحلال فلزات محل فلزات أخرى في مركباتها

درست فيما سبق من هذه الوحدة سلسلة النشاط، ولاحظت أن الفلزات رُتبت في هذه السلسلة حسب نشاطها الكيميائي، اعتمادًا على سرعة تفاعلها مع الأكسجين والماء، وحمض الهيدروكلوريك المخفف، وقد عرفت من دراستك تفاعل الفلزات مع حمض (HCl) المخفف أن ذرات هذه الفلزات تتحول من ذرات متعادلة قبل التفاعل إلى أيونات موجبة بعد التفاعل، وذلك عن طريق فقدتها للإلكترونات، وتزداد قابليتها لفقد الإلكترونات بالاتجاه في السلسلة من الفلزات الأقل نشاطًا إلى الفلزات الأكثر نشاطًا. فما أثر ذلك في تفاعلات الفلزات؟

تفحص المعادلة الكيميائية الآتية التي تمثل تفاعل Mg مع محلول (CuCl₂)، ثم أجب عن الأسئلة التي تليها:



حيث تنفك المواد الكهربية في المحلول إلى أيونات موجبة وأخرى سالبة، ويمكن كتابة هذه المعادلة بصورة أيونية على النحو الآتي:



- ما شحنة كل من ذرتي المغنيسيوم Mg والنحاس Cu قبل التفاعل وبعده؟
- ماذا حدث لذرة المغنيسيوم؟ وماذا حدث لأيون النحاس Cu²⁺ خلال التفاعل؟
- أي الفلزين الواردين في المعادلة حل محل الآخر في المحلول؟

يتضح من التفاعل السابق أن المغنيسيوم كان على شكل ذرات غير ذائبة في المحلول ثم تحولت إلى أيونات ذائبة فيه، وأمّا أيونات النحاس الذائبة في المحلول فخرجت منه على شكل ذرات صلبة غير ذائبة، مما يشير إلى أن المغنيسيوم حل محل النحاس في محلول كلوريد النحاس. ولكن هل يستطيع المغنيسيوم أن يسلك هذا السلوك في تفاعلاته جميعها؟ وهل هناك فلزات أخرى يمكن أن تحل محل النحاس في محاليله؟ وما علاقة ذلك بسلسلة نشاط الفلزات؟ للإجابة عن ذلك، نفذ النشاط (٦-٢).



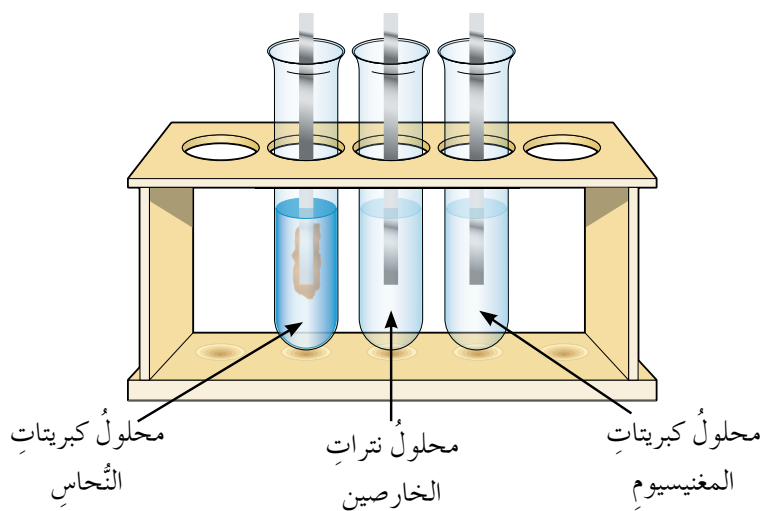
النشاط (٢-٦): قدرة بعض الفلزات على أن تحل محل فلزات أخرى في مركباتها

المواد والأدوات المطلوبة

حامل أنابيب اختبار، ورق صنفرة، ثلاثة أشرطة من الفلزات الآتية: النحاس، والخاصين، والمغنيسيوم، محاليل مائية لكل من الأملاح الآتية: كبريتات المغنيسيوم $MgSO_4$ ، ونترات الخاصين $Zn(NO_3)_2$ ، وكبريتات النحاس $CuSO_4$ ، عدد من أنابيب الاختبار، نظارة واقية.

الخطوات

- ١- نظف ثلاثة أنابيب اختبار، ثم ضعها على حامل الأنابيب.
- ٢- ضع في الأنبوب الأول ١٠ مل من محلول كبريتات المغنيسيوم، وفي الثاني حجمًا مماثلًا من محلول نترات الخاصين، وفي الثالث حجمًا مماثلًا من محلول كبريتات النحاس كما في الشكل.
- ٣- اغمس في كل منها شريطًا من الخاصين، بعد أن تزيل عن سطحه أي طبقة أكسيد محتملة بواسطة ورق الصنفرة. في أي الأنابيب حدث تفاعل؟
- ٤- اغسل أنابيب الاختبار ثم أعد النشاط كاملاً: مرةً بغمس ثلاثة أشرطة من المغنيسيوم في المحاليل المائية لكل من كبريتات المغنيسيوم ونترات الخاصين وكبريتات النحاس. ومرةً أخرى بغمس ثلاثة أشرطة من النحاس في المحاليل المائية الثلاثة السابقة.



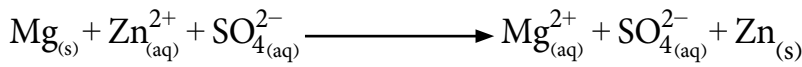
تفاعلات الإحلال بين الفلزات

٥ - لاحظْ أَيْةَ تَغْيِرَاتٍ تَطْرَأُ عَلَى الْمَحَالِيلِ وَالْفِلِزَّاتِ (تَكُونُ رَاسِبٌ، لَوْ أَنَّ الرَّاسِبَ)، ثُمَّ دَوِّنِ الْمَلاحِظَاتِ الَّتِي تَتَوَصَّلُ إِلَيْهَا فِي جَدُولٍ، كَالآتِي:

المَحْلُولُ الْمَائِيُّ	الْفِلِزَّاتُ	MgSO ₄	Zn(NO ₃) ₂	CuSO ₄
Zn				
Mg				
Cu				

- أَيُّ الْفِلِزَّاتِ اسْتَطَاعَ أَنْ يَحِلَّ مَحَلَّ الْفِلِزَّاتِ الْأُخْرَى فِي مَحَالِيلِهَا؟
- أَيُّ الْفِلِزَّاتِ لَمْ يَسْتَطِعْ أَنْ يَحِلَّ مَحَلَّ أَيِّ فِلِزٍّ آخَرَ فِي مَحْلُولِهِ؟
- أَيُّ الْفِلِزَّاتِ أَنْشَطُ كِيمِيائِيًّا؟ فَسِّرْ إِجَابَتَكَ.
- أَيُّ الْفِلِزَّاتِ أَقْلُ نَشَاطًا كِيمِيائِيًّا؟ فَسِّرْ إِجَابَتَكَ.
- رَتِّبِ الْفِلِزَّاتِ الثَّلَاثَةَ حَسَبَ نَشَاطِهَا الْكِيمِيَائِيِّ.
- قَارِنْ بَيْنَ مَا تَوَصَّلْتَ إِلَيْهِ مَعَ تَرْتِيبِ الْعُنَاصِرِ فِي سِلْسِلَةِ النَشَاطِ الْكِيمِيَائِيِّ.

يَتَضَحُّ مِنَ النَشَاطِ السَّابِقِ أَنَّهُ عِنْدَ تَفَاعُلِ الْفِلِزِّ الْأَكْثَرُ نَشَاطًا مَعَ مَحْلُولٍ مَائِيٍّ لِأَحَدِ مَرَكَبَاتِ فِلِزٍّ أَقْلٍ نَشَاطًا، فَإِنَّ ذَرَاتِ الْفِلِزِّ الْأَنْشِطِ تَحِلُّ مَحَلَّ أَيُونَاتِ الْفِلِزِّ الْأَقْلُ نَشَاطًا، حَيْثُ تَخْرُجُ هَذِهِ الْأَيُونَاتُ مِنَ الْمَحْلُولِ عَلَى شَكْلِ ذَرَاتٍ مَتَرَسِبَةٍ، فِي حِينٍ لَا تَسْتَطِيعُ ذَرَاتُ الْفِلِزِّ الْأَقْلُ نَشَاطًا فِي سِلْسِلَةِ النَشَاطِ أَنْ تَحِلَّ مَحَلَّ أَيُونَاتِ الْفِلِزِّ الْأَكْثَرُ نَشَاطًا. وَهَذَا مَا يُعْرَفُ بِتَفَاعُلَاتِ الْإِحْلَالِ. فَمَثَلًا: عِنْدَ غَمْسِ شَرِيطٍ مِنَ الْمَغْنِيسِيُومِ فِي مَحْلُولِ كَبْرِيَّاتِ الْخَارَصِينِ فَإِنَّ الْمَغْنِيسِيُومَ يَحِلُّ مَحَلَّ الْخَارَصِينِ فِي مَحْلُولِهِ الْمَائِيِّ بِفَقْدِهِ الْإِلِكْتَرُونَاتِ، وَتَحْوِلُهُ إِلَى أَيُونٍ مُوجِبٍ، فِي حِينٍ أَنَّ أَيُونَاتِ الْخَارَصِينِ تَكْسِبُ الْإِلِكْتَرُونَاتِ وَتَتَرَسَّبُ مِنَ الْمَحْلُولِ عَلَى شَكْلِ عُنْصَرٍ صُلْبٍ، وَيُمْكِنُ تَوْضِيحُ ذَلِكَ بِالْمَعَادِلَةِ الْإِيُونِيَّةِ الْآتِيَةِ:



١- اكتبْ مَعَادِلَاتٍ كِيمِيَائِيَّةً تُمَثِّلُ التَفَاعُلَاتِ الَّتِي يُمَكِّنُ حَدُوثُهَا فِي النَشَاطِ (٢-٦).

٢- مَثِّلْ بِمَعَادِلَاتٍ كِيمِيَائِيَّةٍ مَا يَحْدُثُ فِي كُلِّ مِنَ الْحَالَتَيْنِ الْآتِيَتَيْنِ:

أ - غَمْسِ شَرِيطٍ مِنَ الرِّصَاصِ فِي مَحْلُولِ نَتْرَاتِ النُّحَاسِ.

ب - غَمْسِ شَرِيطٍ مِنَ النُّحَاسِ فِي مَحْلُولِ نَتْرَاتِ الْخَارَصِينِ.

لعلَّكَ لاحظْتَ في التفاعلات السابقة أَنَّهُ عِنْدَ تفاعلِ الفِلِزِّ مَعَ محلولٍ فِلِزٍّ آخَرَ فَإِنَّ الإِلِكترُوناتِ تنتقلُ من الفِلِزِّ الأَنَشِيطِ إلى الفِلِزِّ الأَقْلَ نشاطاً في المحلولِ، ولكنْ ماذا يحدثُ عِنْدَ تفاعلِ فِلِزٍّ مَعَ أكسيدِ فِلِزٍّ آخَرَ، للإجابةِ عن ذلك نَفِّذِ النشاطَ (٧-٢).

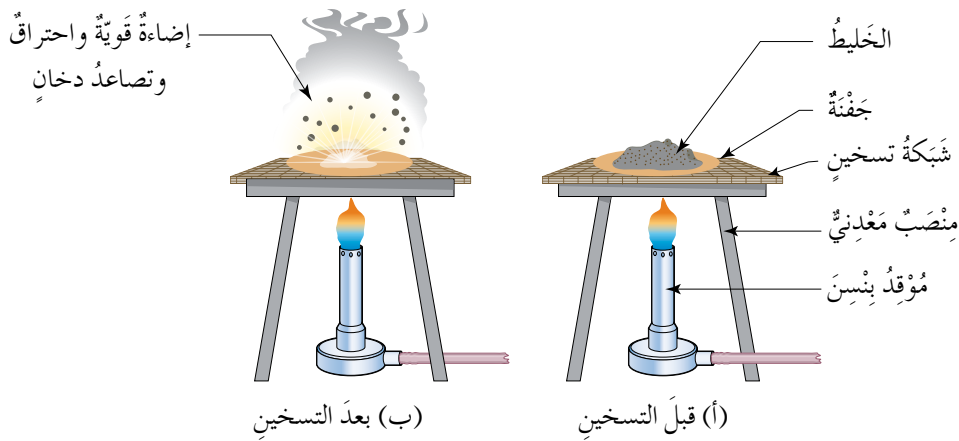
النشاط (٧-٢) : تفاعلِ الفِلِزَّاتِ مَعَ أكاسيدِ فِلِزَّاتٍ أُخَرى

الموادُّ والأدواتُ المطلوبةُ

مسحوقٌ من كلِّ من المغنيسيومِ Mg ، والنُّحاسِ Cu ، وأكسيدِ النُّحاسِ CuO ، وأكسيدِ المغنيسيومِ MgO ، جَفْنَةٌ (عددُ ٢)، مُوقِدُ بِنْسِنٍ، مِئْصَبُ مَعْدِنِيٍّ، شَبْكَةُ تَسْخِينٍ، نَظَّارَةٌ واقِيَةٌ.

الخطواتُ

١- اخلِطْ كَمَيَّتينِ مُتساوِيَتَيْنِ (٥, ٥ غ) من مسحوقِ المغنيسيومِ ومسحوقِ أكسيدِ النُّحاسِ في الجَفْنَةِ.



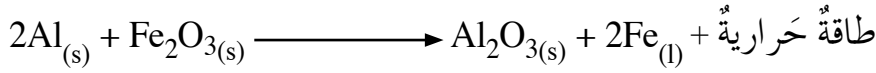
تفاعلِ فِلِزِّ المغنيسيومِ مَعَ مسحوقِ أكسيدِ النُّحاسِ.

٢- سَخِّنِ الخليطَ بِسرعةٍ بِواسطةِ مُوقِدِ بِنْسِنٍ، انظرِ الشَّكْلَ.

- هل طرأ أيُّ تغيُّرٍ على الموادِّ المتفاعلة؟ عَلامٌ يَدُلُّ ذلك؟
- صِفِ التغيُّراتِ التي حدثتْ على الموادِّ خلالَ التفاعلِ.
- عَبِّرْ عن هذه التغيُّراتِ بِمعادلةٍ كيميائيةٍ موزونة.

٣- أعدْ خُطواتِ النشاطِ السابقِ كاملاً بِخلِطِ كَمَيَّتينِ مُتساوِيَتَيْنِ من مسحوقِ النُّحاسِ ومسحوقِ أكسيدِ المغنيسيومِ. هل طرأ أيُّ تغيُّرٍ على الموادِّ المتفاعلة؟ فَسِّرْ إجابَتَكَ.

يتضح من النشاط السابق أنه عند تسخين مخلوط من مسحوق فلز نشيط مع مسحوق أكسيد فلز أقل نشاطاً في سلسلة النشاط، يحلّ الفلز النشط محلّ الفلز الأقل نشاطاً في الأكسيد، وهذا يعني أنّ الفلز ينتزع الأكسجين من أكسيد الفلز الأقل نشاطاً، أمّا الفلز الأقل نشاطاً لا يستطيع نزع الأكسجين من أكسيد الفلز الأنشط، ويُسمّى هذا النوع من التفاعلات تفاعلات التنافس على الأكسجين. ومن أهم التطبيقات العملية على تفاعلات التنافس على الأكسجين، تفاعل الثيرمايت (Thermite Reaction) الذي ينتزع فيه الألمنيوم عنصر الأكسجين من أكسيد الحديد، وذلك عند تسخين مخلوط من مسحوقيهما. ويتم الحصول على الحرارة اللازمة لبدء التفاعل من حرق شريط من المغنيسيوم، ويمكن تمثيل تفاعل الثيرمايت بالمعادلة الآتية:



ينتج عن هذا التفاعل كمية من الطاقة الحرارية تكفي لصهر الحديد؛ ممّا يُفسّر أنّ هذا التفاعل يُستخدم في لحام قضبان السكك الحديدية والجسور، حيث يُوضع خليط الثيرمايت في وعاء فوق مكان الكسر وعندما ينصهر الحديد الناتج من التفاعل يُسكب على المنطقة المكسورة فيلحمها، كما في الشكل (٢-٩).



الشكل (٢-٩): استخدام تفاعل الثيرمايت في لحام خطوط السكك الحديدية.

- عند تسخين مسحوق الألمنيوم مع مسحوق أكسيد الكروم Cr_2O_3 ، يُلاحظ أن التفاعل يؤدي إلى انطلاق كمية من الحرارة، أما عند تسخين مسحوق نحاس مع أكسيد الكروم فلا يُلاحظ حدوث أي تغيير على هاتين المادتين.
- ١- اكتب معادلة كيميائية تمثل التفاعل الذي يحدث في الحالة الأولى.
 - ٢- فسّر عدم حدوث تفاعل في الحالة الثانية.
 - ٣- رتب العناصر (Cr ، Cu ، Al) حسب نشاطها، مبتدئاً بأقلها نشاطاً.



قضية للنقاش

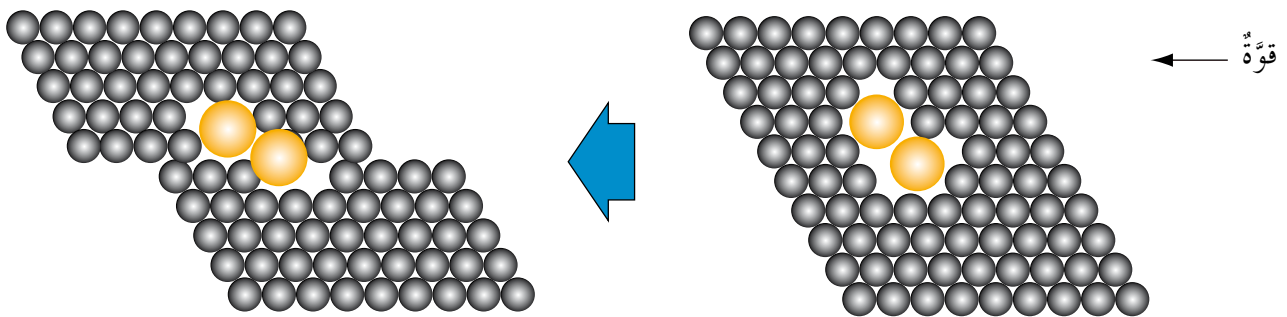
- ناقش مع زملائك مدى صحة طريقة حفظ كل من المحلولين الآتيين:
- ١- محلول كبريتات الصوديوم في وعاء من النحاس.
 - ٢- حمض الهيدروكلوريك في وعاء من الخارصين.



السبائك (Alloys)

السبيكة هي خليط من فلزيْن أو أكثر، وقد تحتوي على عناصر لا فلزية في تركيبها. وتمتلك السبائك صفات تختلف عن صفات الفلزات التي تكونت منها، إذ تصبح عادةً أكثر صلابةً، فمثلاً: يمكن تحويل فلز خفيف قليل الصلابة مثل: الألمنيوم إلى سبيكة ذات صلابة عالية تُسمى (دورالومين) (Duralumin) وذلك بخلط فلز الألمنيوم مع النحاس بنسبة ٤٪ والمغنيسيوم والسيليكون بنسبة ٥,٠٪، وتُستخدم في صناعة هياكل الطائرات والزئبكات.

ومن السهل ملاحظة كيفية جعل الفلزات قوية؛ عندما تُخلط مع كميات قليلة من ذرات فلز آخر فمثلاً: يكون حجم ذرات الفلز المضاف أكبر قليلاً من ذرات الفلز الأساسي انظر الشكل (٢-١٠)، حيث تحل ذرات الفلز المضاف محل بعض ذرات الفلز الأساسي في بلورة الفلز. وعند التأثير بقوة على سبيكة الفلز من أجل إزاحة الطبقات فوق بعضها، فإن طبقات الفلز لا تتحرك إلى مسافات بعيدة؛ لأن ذرات الفلز المضاف تعيق حركتها، وتمنعها من الانزلاق فوق بعضها بحرية.



الشكل (٢-١٠): تكون السبائك.

أما عند إضافة كميات قليلة من فلز آخر ذراته أصغر حجماً من ذرات الفلز الأساسي؛ فإن ذرات الفلز المضاف تشغل بعض الفراغات الموجودة بين ذرات الفلز الأساسي، وهذا يمنع ذرات الفلز الأساسي من بناء بلورات ذات حجم كبير عندما يبرد؛ وذلك لأنها تمنع عملية البناء المنظم لطبقات الفلز، فيعيق انزلاق طبقات الفلز عند التأثير عليها بقوة؛ فيجعل من سبيكة الفلز أكثر قوة من الفلز

النقي. ويمكن أن تُصنع السبيكة من عناصر تختلف كثيرًا في الصفات الفيزيائية والكيميائية لذراتها حيث ترتبط هذه العناصر ببعضها كيميائيًا؛ لتكوين مركبات. ويتم التحكم في صفات السبيكة من خلال نسب العناصر الداخلة في تكوينها.

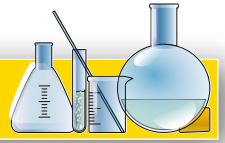
تحتوي سبائك الفولاذ (Steel) على الحديد وكميات قليلة من الكربون وبعض العناصر الأخرى، فالحديد الصَّب (Cast Iron) الذي يُنتج مباشرة من فرن الاحتراق يحتوي على أكثر من ٥٪ من الكربون مما يجعله هشًا، ولكن تخفيض نسبة الكربون فيه يجعله أكثر قوة وصلابة، ويُطلق عليه في هذه الحالة اسم الفولاذ. وتتغير صفات الفولاذ واستخداماته بتغير نسب الكربون والعناصر الأخرى فيه، انظر الجدول (٢-٣).

الجدول (٢-٣): النسب المئوية للكربون في الفولاذ.

نوع الفولاذ	نسبة الكربون	الاستخدامات
منخفض الكربون	أقل من ٠,٣٪	أجسام السيارات، مسامير التثبيت (البراغي).
متوسط الكربون	٠,٣-٠,٨٪	خطوط السكك الحديدية، الزنبركات.
عالي الكربون	٠,٨-١,٥٪	المقصات، الشفرات والسكاكين.

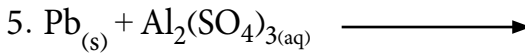
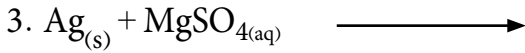
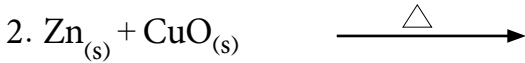
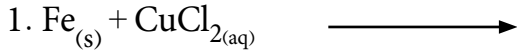


أسئلة الوحدة



١- وضح المقصود بكلٍّ من: تفاعل الترميم، تفاعل التنافس على الأكسجين، سلسلة النشاط الكيميائي.

٢- أكمل المعادلات الكيميائية الآتية إذا كان التفاعل ممكن الحدوث.



٣- رتب الفلزات الآتية: Ag، Ni، Cu من أعلى إلى أسفل بدءاً بأكثرها نشاطاً، وانتهاءً بأقلها نشاطاً، اعتماداً على المعلومات الآتية:

أ - عند غمس شريط من النحاس في أنبوب يحوي محلول كبريتات النيكل NiSO_4 ، لم يطرأ أي تغيير على المحلول أو الفلز.

ب - عند غمس شريط من النحاس في محلول نترات الفضة AgNO_3 عديم اللون، فإن لون المحلول يتحول إلى الأزرق، وترسب ذرات الفضة من المحلول.

٤ - عند خلط كمية من مسحوق المغنيسيوم Mg بكمية من مسحوق أكسيد الرصاص PbO ، وتسخين المزيج بسرعة؛ لوحظ ظهور وميض ضوئي ناتج عن التفاعل.

أ - اكتب معادلة التفاعل.

ب - سمِّ نواتج التفاعل.

٥- إذا أُعْطِيَتِ الْفِلِزَّاتِ الْمَجْهُولَةُ الْآتِيَّةُ: (أ، ب، ج، د، و)، رَتِّبْهَا مُبْتَدَأًا بِأَكْثَرِهَا نَشَاطًا، وَمُنْتَهِيًا بِأَقْلَى نَشَاطًا، اعْتِمَادًا عَلَى الْمَعْلُومَاتِ الْآتِيَّةِ:

أ - يَحِلُّ الْفِلِزُّ (ب) مَحَلَّ الْفِلِزِّينِ (ج، د) إِذَا غَمَسْتَ قِطْعَةً مِنْهُ فِي مَحْلُولٍ مَائِيٍّ لِأَحَدِ مَرَكَبَاتِ أَيِّ مِنْهُمَا.

ب- إِذَا سُخِّنَ مَزِيجٌ مِنْ مَسْحُوقِ الْفِلِزِّ (و) مَعَ مَسْحُوقِ أُكْسِيدِ أَيٍّ مِنَ الْفِلِزَّاتِ (أ، ب، ج، د)، فَإِنَّهُ لَا يَحْدُثُ تَفَاعُلٌ.

ج- الْفِلِزُّ (أ) أَقْلُ مِيلًا لِفَقْدَانِ الْإِلِكْتَرُونَاتِ مِنَ الْفِلِزِّ (ب).

د - إِذَا أُضِيفَ شَرِيطٌ مِنَ الْفِلِزِّ (د) إِلَى مَحْلُولٍ مَائِيٍّ لِأَحَدِ مَرَكَبَاتِ كُلِّ مِنْ (أ، ج)، فَإِنَّ تَفَاعُلًا يَحْدُثُ فِي مَحْلُولِ مُرَكَّبِ الْفِلِزِّ (ج)، بَيْنَمَا لَا يَحْدُثُ تَفَاعُلٌ فِي مَحْلُولِ مُرَكَّبِ الْفِلِزِّ (أ).

٦- اعْتِمَادًا عَلَى سِلْسَلَةِ نَشَاطِ الْفِلِزَّاتِ الْمَوْجُودَةِ جَانِبًا، أَجِبْ عَمَّا يَلِي:

أ - أَيُّ هَذِهِ الْفِلِزَّاتِ يَتَفَاعَلُ مَعَ الْمَاءِ الْبَارِدِ؟

ب- اخْتَرْ فِلِزًّا وَاحِدًا لَا يَتَفَاعَلُ مَعَ الْمَاءِ الْبَارِدِ، وَلَكِنَّهُ يَتَفَاعَلُ مَعَ بُخَارِ الْمَاءِ.

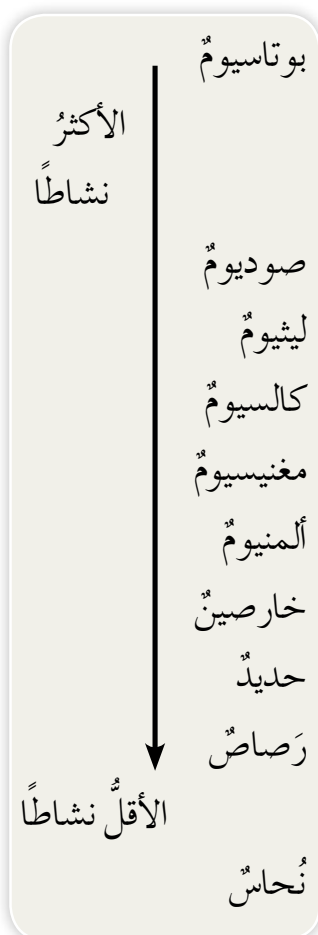
ج- أَيُّهُمَا أَسْرَعُ تَفَاعُلًا مَعَ حَمْضِ الْهَيْدُرُوكْلُورِيكِ الْمُخَفَّفِ:
الْخَارِصِينَ أَمْ الْحَدِيدِ؟

د - اذْكُرْ فِلِزًّا لَيْسَ لَهُ نَشَاطٌ وَاضِحٌ مَعَ كُلِّ مِنَ الْمَاءِ، وَحَمْضِ الْهَيْدُرُوكْلُورِيكِ الْمُخَفَّفِ.

هـ - إِذَا قِيلَ لَكَ أَنَّ عُنْصَرًا مِثْلَ (X) يَقَعُ بَيْنَ الْكَالْسِيُومِ وَالْمَغْنِيسِيُومِ فِي سِلْسَلَةِ النَشَاطِ، فَأَيُّهُمَا تَتَوَقَّعُ أَنْ يَسَاعِدَكَ أَكْثَرُ فِي الْحُكْمِ عَلَى صِحَّةِ هَذَا الْقَوْلِ: «تَفَاعُلُ هَذَا الْعُنْصَرِ مَعَ الْمَاءِ أَمْ تَفَاعُلُهُ مَعَ حَمْضِ الْهَيْدُرُوكْلُورِيكِ الْمُخَفَّفِ»؟ فَسِّرْ إِجَابَتَكَ.

و - إِذَا قِيلَ لَكَ أَنَّ عُنْصَرًا مِثْلَ (Y) يَقَعُ بَيْنَ الْحَدِيدِ وَالرَّصَاصِ فِي سِلْسَلَةِ النَشَاطِ، صِفْ مَا تَقُومُ بِهِ مِنْ تَجَارِبٍ لِلتَّأَكُّدِ مِنْ ذَلِكَ.

ز - أَيُّ الْفِلِزَّاتِ يَطْرُدُ الرَّصَاصَ مِنْ مَحْلُولِ نَتْرَاتِ الرَّصَاصِ



٧- بالاعتماد على مَوْقعِ العنصرين (X، Y) في سلسلة النشاط أدناه، حدّد العبارة الصحيحة فيما يأتي:

أ - يتفاعل (Y) مع حمض الهيدروكلوريك ويُعطي غاز الهيدروجين.

ب- لا يتفاعل (X) مع الماء البارد.

ج- يحل (Y) محل (X) في محلوله المائي المحتوي على

أيونات (X^+) .

د - عند تفاعل أكسيد الفلز (Y) مع الهيدروجين ينفصل الفلز

(Y) على شكل عنصر حرّ.

هـ - عند تفاعل أكسيد الفلز (X) مع الهيدروجين ينفصل الفلز

(X) على شكل عنصر حرّ.

(الأكثر نشاطاً)	X
	Na
	Zn
	H
(الأقل نشاطاً)	Y

٨- عند إضافة شريط مغنيسيوم إلى محلول كبريتات النحاس يترسّب النحاس على شكل مادة صلبة. اكتب معادلة كيميائية تمثل هذا التفاعل.

٩- فسّر كلّاً ممّا يأتي:

أ - تصدأ السيارات في المناطق القريبة من الشواطئ أكثر من التي في المناطق الداخلية.

ب- يكون معدّل تآكل الحديد عاليًا في المناطق الصناعية الكبرى.

ج- يُكلّف الصدأ الدولة ملايين الدنانير سنويًا.

د - لا تتآكل إطارات الشبابتك المصنوعة من الألمنيوم.

هـ - يُحفظ الصوديوم تحت الكاز.

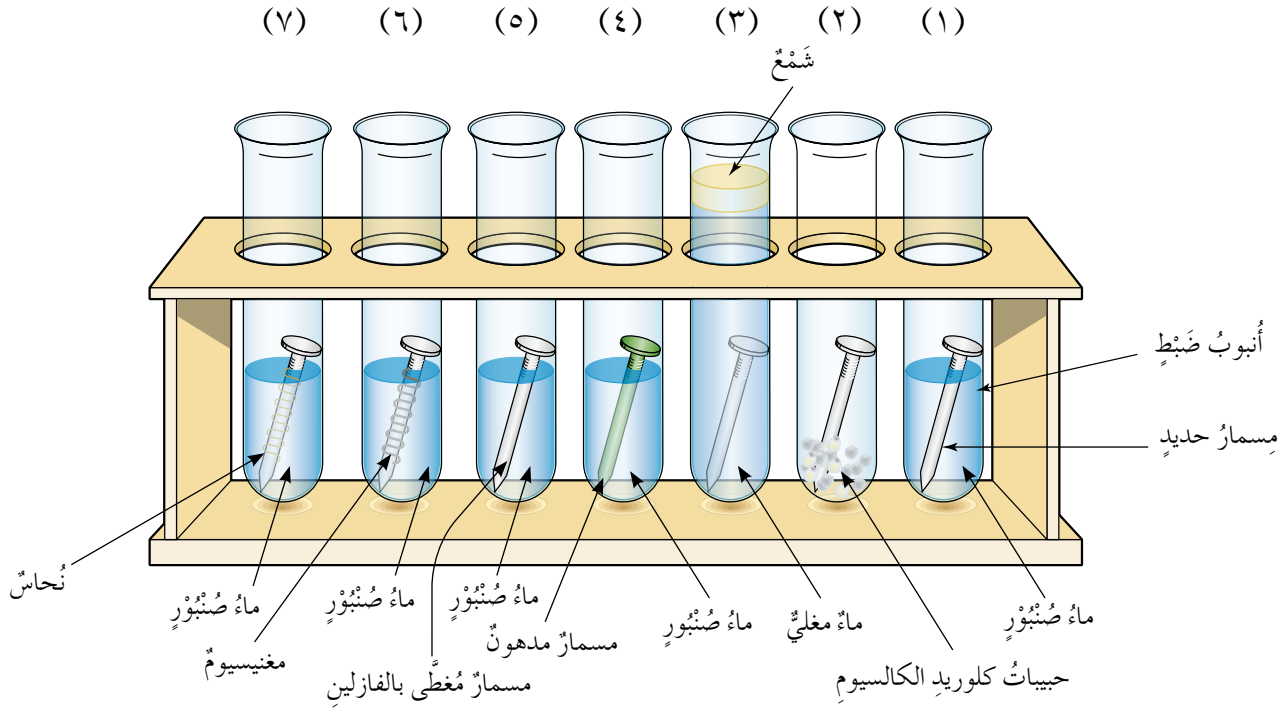
١٠- لديك قائمة العناصر الآتية:

ألمنيوم، ذهب، حديد، مغنيسيوم، كالسيوم.

أ - أيّها يقاوم التآكل؟ ولماذا؟

ب- أيّها يتآكل بسرعة كبيرة؟ ولماذا؟

١١- ادرُس الشَّكْلَ (١١-٢) جيِّداً، ثم اُجِبْ عَنِ الاسْئَلَةِ الَّتِي تَلِيهِ:



الشَّكْلُ (١١-٢): أثرُ العواملِ المختلفةِ على تَكوُّنِ صدأ الحديدِ.

أ - أيُّ المِسماريِّ في الشَّكْلِ لا يُتَوَقَّعُ أن يَصْدَأَ ؟

ب- ما أهميَّةُ وضعِ أنبوبٍ للضَبْطِ من وَجْهَةِ نَظَرِكَ؟

ج- هلْ يَحتَوي الأنبوبُ رَقْمُ (٢) على ماءٍ؟ وهلْ يَحتَوي الأنبوبُ رَقْمُ (٣) على هَواءٍ؟ فَسِّرْ إجابَتَكَ.

د - ماذا سيَحدُثُ في الأنبوبِ رَقْمُ (٦)؟

هـ - هلْ سيَصْدَأُ المِسمارُ الَّذي في الأنبوبِ رَقْمُ (٧)؟

قائمة المصطلحات

المصطلح باللغة العربية	المصطلح باللغة الإنجليزية	المدلول الذي يُشير إليه المصطلح
الأسْمُوزِيَّةُ	Osmosis	خاصيَّةُ انتقالِ الماءِ منَ المحلولِ ذي التركيزِ الأقلِّ إلى المحلولِ ذي التركيزِ الأعلى، منَ خلالِ الأغشيةِ شبهِ المُنفِذةِ.
الأسْمُوزِيَّةُ المَعَاكِسَةُ	Reverse Osmosis	طريقةٌ لتنقيةِ الماءِ تتضمنُ إحداثَ ضغطٍ أكبرَ منَ الضَّغطِ الأسموزيِّ وباتِّجاهٍ مُعاكِسٍ لهُ، ممَّا يُؤدِّي إلى انتقالِ جُزيئاتِ الماءِ منَ المحلولِ الأكثرِ تركيزًا بالأُملاحِ إلى المحلولِ الأقلِّ تركيزًا، عَبْرَ الأغشيةِ شبهِ المُنفِذةِ.
الأيونُ	Ion	ذرةٌ أو مجموعةٌ ذراتٍ تحملُ شحنةً كهربائيةً، ويُمكنُ للأيونِ أن يكونَ مُوجِبًا أو سالبَ الشَّحنةِ تَبَعًا لعمليَّةِ فَقْدانِ الإلكتروناتِ التي تقومُ بها الذراتُ خلالَ التفاعلاتِ الكيميائيَّةِ أو اكتسابها.
التبخيرُ	Evaporation	عمليَّةُ تحوُّلِ المادةِ منَ الحالةِ السائلةِ إلى الحالةِ الغازيَّةِ عن طريقِ امتصاصِها للحرارةِ.
التَّبْلُورُ	Crystalization	عمليَّةُ تَكوُّنِ البلُّوراتِ نتيجةً لتبريدِ المحلولِ، أو لتبخيرِ جُزءٍ منَ المُذيبِ حتَّى يُصبحَ في حالةٍ فوقِ الإشباعِ.
التخثيرُ	Coagulation	عمليَّةُ إضافةِ مركباتٍ كيميائيَّةٍ إلى الماءِ خلالَ تنقيتهِ، حيثُ يَنْتِجُ منَ تفاعلِ هذهِ المركباتِ مادَّةٌ هَلَامِيَّةٌ تعملُ على ترسيبِ الموادِّ العالقةِ في الماءِ.
الترشيحُ	Filtration	عمليَّةٌ تُستخدمُ لفصلِ الموادِّ الصُّلبةِ والراسبةِ التي في السوائلِ. وتَتِمُّ في المختبراتِ باستخدامِ أوراقٍ مَساميةٍ خاصَّةٍ، هي أوراقُ التَّرْشِيحِ، حيثُ تَمْنَعُ هذهِ الأوراقُ الموادَّ الصُّلبةَ منَ المرورِ، وفي الوقتِ نفسِه تسمَحُ بمرورِ السوائلِ.
تركيزُ المحلولِ	Concentration of Solution	مُصطَلَحٌ يُستخدمُ للتعبيرِ عنَ كتلةِ المُذابِ في المحلولِ، ويُمكنُ التعبيرُ عنه بنسبةِ المُذابِ إلى المذيبِ أو إلى المحلولِ.

الترويق	Sedimentation	عملية فصل المواد العالقة في الماء بتركه يهدأ لفترة من الزمن، تكفي لترسيب المواد العالقة.
التعقيم	Sterilization	عملية يتم فيها إضافة الكلور إلى الماء غير النقي، حيث يعمل الكلور على تعقيم الماء عن طريق قتل الكائنات الحية التي تسبب الأمراض.
تفاعل الإحلال	Displacement Reaction	تفاعل يحدث عند غمس قطعة من فلز ما في محلول مائي لأحد أملاح فلز آخر أقل نشاطاً، حيث تتحول ذرات الفلز الأنشط إلى أيونات تدخل المحلول، في حين تخرج أيونات الفلز الأقل نشاطاً من المحلول على شكل ذرات صلبة.
تفاعل التنافس على الأكسجين	Competition Reaction	تفاعل ينزع فيه الفلز الأنشط في سلسلة النشاط الأكسجين من أكسيد الفلز الأقل نشاطاً منه في السلسلة.
تفاعل الثيرمايت	Thermaite Reaction	التفاعل الذي يحدث بين الألمنيوم وأكسيد الحديد (III)، حيث تتولد كمية كبيرة من الحرارة، ويُعد هذا التفاعل مثالاً على تفاعلات التنافس على الأكسجين.
التقطير	Distillation	طريقة لتنقية الماء تتضمن عمليتين هما تبخير الماء، ثم تكثيف البخار الناتج.
التكثيف	Condensation	عملية تحول المادة من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة عن طريق فقدانها للحرارة.
تلوث البيئة	Environmental Pollution	الخلل الكمي والكيفي الذي يُصاب به النظام البيئي نتيجة النشاط البشري.
تنقية الماء	Water Purification	عملية يتم من خلالها معالجة الماء بعدة طرائق، تهدف إلى تخليصه من المواد العالقة والذائبة حيث يصبح صالحاً للشرب.

الذائبة	Solubility	أكبر كتلة بالგრاراتِ مِنَ المذابِ تذوبُ في ١٠٠ غ من المذيب عند درجة حرارة معينة.
الراسب	Precipitate	مادة صلبة غير ذائبة، تنفصل من المحلول خلال عملية التفاعل التي تحدث بين المواد المتفاعلة.
السبيكة	Alloy	خليط من فلزين أو أكثر، وقد تحتوي على عناصر لا فلزية في تركيبها. وتمتلك صفات تختلف عن صفات العناصر المكونة لها.
سلسلة النشاط	Activity Series	ترتيب الفلزات من الأكثر نشاطاً إلى الأقل نشاطاً حسب شدة تفاعلها، مع كل من أكسجين الهواء، والماء البارد أو الساخن، وحمض الهيدروكلوريك المخفف.
الصدأ	Rust	مركب صيغته الكيميائية $(Fe_2O_3 \cdot nH_2O)$ ينتج عن تفاعل فلز الحديد مع أكسجين الهواء، عند توافر الرطوبة.
الغلفنة	Galvanization	شكل من أشكال حماية الحديد من الصدأ، حيث يتم طلي الحديد بالخرصين، وذلك بغمسه بمصهور الخرصين الذي يحمي نفسه بالإضافة إلى حمايته للحديد.
الماء الملوّث	Polluted Water	ماء تغيرت فيه نسبة مكوناته أو تغيرت حالته بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، بسبب نشاط الإنسان حيث يصبح الماء أقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية المخصصة له.
الماء النقي	Pure Water	ماء خالٍ من المواد الذائبة والعالقة، حيث يتكوّن من جزيئات (H_2O) فقط.
المحلول	Solution	مخلوط متجانس من مادّتين إحداهما مذيبٌ والأخرى مذابٌ، وأكثر المحاليل شيوعاً هي المحاليل المائية.
المحلول المشبّع	Saturated Solution	المحلول الذي يحتوي على أكبر كمية من المذاب عند درجة حرارة معينة.

المذاب	Solute	المادة التي تكون في المحلول بكمية قليلة، مقارنة بكمية المذيب، وتكون ذائبة في المذيب.
المذيب	Solvent	المادة التي تكون في المحلول بكمية كبيرة، مقارنة بكمية المذاب، ويُعد الماء من أشهر المذيبات.
المركبات الأيونية	Ionic Compounds	المركبات التي تتكون بلوراتها في حالة الصلابة من أيونات مُقيدة الحركة، لكنها تصبح حرة الحركة في الحالة السائلة.
المركبات الجزيئية	Molecular Compounds	المركبات التي تتكون بلوراتها في حالة الصلابة من جزيئات متعادلة، وتبقى على هذا الشكل في الحالة السائلة.

قائمة المراجع

المراجع العربية

- ١- أحمد بَرَهَم، وآخرون، دليل التجارب العلمية في الكيمياء للمرحلة الثانوية الفرع العلمي، عمّان: وزارة التربية والتعليم، ٢٠٠٤م.
- ٢- فتحي ملكاوي، وآخرون، الكيمياء وعلوم الأرض للصف التاسع، عمّان: وزارة التربية والتعليم، ١٩٩٢م.
- ٣- مجموعة مؤلفين، الكيمياء للصف التاسع، عمّان، وزارة التربية والتعليم، ٢٠٠٦م.
- ٤- مروان حدّاد، الحميدي، محمد، مقدمة في نوعية المياه، ج ١، نابلس، ١٩٩٠م.
- ٥- مهدي السيد إبراهيم، وآخرون، العلوم الصحية والبيئة، عمّان: الجامعة العربية المفتوحة، ٢٠٠٤م.
- ٦- ناجح الصالح، موسوعة الكيمياء الحديثة، ط ٣، عمّان: دار عالم الثقافة للنشر والتوزيع، ٢٠٠١م.

المراجع الأجنبية

- 1- Daub,G.W; Seese, W.S, **Basic Chemistry**, 7th Ed. New Jersey: Prentice Hall, Inc., 1996.
- 2- Bloomfield, M.M; Stephens, L.J, **Chemistry and the Living Organism**, 6th Ed. New York: Jone Willy & Sons. Inc., 1996.
- 3- Umland, J.B; Bellama, J.M, **General Chemistry**, 2nd Ed, New York: West Group, 1996.
- 4- Clark,J, **Longman GCSE Chemistry**, 2nd Ed, Harlow: Peason Education, 2003.
- 5- Holum, J.R. **Fundamentals of General, Organic, and Biological Chemistry**. 6th Ed, New York: Jone Willy & Sons. Inc, 1998.
- 6- Sherman, A; Sherman, S.J; Russikoff, L. **Basic Concepts of Chemistry**. 5th Ed. Boston: Houghton Mifflin Company, 1992.
- 7- Ebbing, D. D; Wrighton, M.S., **General Chemistry**, 5th Ed Boston: Houghton Mifflin Company, 1996.
- 8- Stoker, H. S., **Introduction to Chemical Principles**. 6th Ed. New Jersey: Prentice Hall, Inc., 1999.

تَمَّ بِحَمْدِ اللَّهِ تَعَالَى