نجرّب ونكتشف: كيف تتفاعل الأحماض والقواعد؟

المرحلة التعليمية

ثانوي - للصف الحادي عشر

ملخص الفعالية

يشاهد الطلاب مقطعاً يُعرض فيه تحوّل "الماء" إلى "نبيذ"، وتحوّل "النبيذ" إلى "حليب"، والحليب إلى "جعة"، وذلك بمنزلة افتتاح لموضوع الأحماض والقواعد. يقوم المعلم بتوضيح المصطلحات ذات الصلة، ثم يتنقّل الطلاب بين محطات يجرون فيها تجارب لتفاعلات بين أحماض وقواعد، ويكتبون صياغة المعادلات التي تصف التفاعلات التي حدثت.

أهداف الفعالية

- مشاهدة تفاعلات بين أحماض وقواعد وممارستها.
- كتابة صياغة المعادلات التي تصف التفاعلات بين الأحماض والقواعد اعتماداً على نتائج التجارب.

مصطلحات من المنهاج التعليمي

الأحماض والقواعد، تفاعلات الحمض والقاعدة، التعرف على وصياغة تفاعلات لأحماض متنوعة، القواعد.

المهارات

تسجيل المشاهدات، استخلاص الاستنتاجات، تأسيس المعرفة، إنشاء الحُجّة.

كيفية التعلّم

مجموعات

نوعية الفعالية

- مقطع لافتتاح الموضوع
- مقطع فيديو كبديل للتجربة
- مقطع فيديو لتلخيص الموضوع

الرابط لمقاطع الفيديو

المقطعان التاليان:

· "سحر المشروبات المتحوّلة": https://goo.gl/bmq734

· "سحر المشروبات المتحوّلة - التفسير": https://goo.gl/1gWBqh

التحضير للفعالية

· توفير وسائل عرض مقاطع الفيديو في غرفة الصف

· ترتيب طاولات غرفة الصف أو المختبر في مجموعات، بحيث تكون على كل طاولة صينية تحتوي على المواد والأدوات والتعليمات اللازمة لسير التجربة (يرجى تصويرها من صفحة الفعالية). فيما يلي قائمة المواد والأدوات اللازمة لكل محطة:

1. 4 كؤوس كيميائية صغيرة (سعة 100 مليلتر)، أنبوب مُدَرّج سعة 50 مليلتر، 4 ملاعق صغيرة، 100 مليلتر محلول مائي لحمض كلوريد الهيدروجين، $(HCl)_{aq}$، بتركيز 0.1M، مسحوق الخارصين أو مسحوق الحديد (حوالي 4 ملاعق صغيرة).
2. كأس كيميائية متوسطة الحجم (سعة 250 مليلتر)، أنبوب مدرج 50 مليلتر، 4 ملاعق صغيرة، 300 مليلتر خل 5%، مسحوق كربونات الكالسيوم (حجر الكلس، $CaCO_3$، حوالي 4 ملاعق صغيرة).
3. 4 أنابيب اختبار صغيرة، حامل أنابيب الاختبار، 50 مليلتر محلول مائي لحمض كلوريد الهيدروجين، $(HCl)_{aq}$، بتركيز 0.1M، فينول فتالئين، 50 مليلتر محلول مائي قاعدة هيدروكسيد الصوديوم، $(NaOH)_{aq}$ تركيزه 0.1M
4. 4 كؤوس كيميائية متوسطة الحجم (سعة 250 مليلتر)، 300 مليلتر خل 5%، مسحوق هيدروجين كربونات الصوديوم (صودا للشرب، $NaHCO_3$، حوالي 6 ملاعق صغيرة).

· يجب فحص التجارب مُسبقاً في كل محطة.

· يجب تصوير صفحات الفعالية إذا أردنا توزيعها على الطلاب.

· يستحسن إتاحة المجال للطلاب لمشاهدة مقاطع الفيديو من خلال هواتفهم النقالة، بشكل شخصي أو بمجموعات.

ماذا نفعَل؟

تتكون الفعالية من أربعة أقسام:

القسم أ: مشاهدة مقطع الفيديو ونقاش في الصف.

القسم ب: فعالية في مجموعات - أربع محطات.

القسم ج: نقاش لتلخيص المحطات.

القسم د: التفسير الكيميائي"للسحر".

القسم أ: مشاهدة مقطع الفيديو ونقاش في الصف

يمكن تقديم التعليمات التالية عن طريق كتابتها على اللوح أو بواسطة عارضة أو إدراجها مع صفحة تعليمات سير التجربة.

يستحسن عرض المقطع على الشاشة (أو اللوح) وذلك لتجنب مشاهدة الطلاب لمقطع التفسير (إذ يوجد رابط له في المقطع الأول) قبل أن يكونوا قد فكّروا بالذي حصلَ في المقطع الأول.

من الممكن أيضاً عرض "السحر" أمام الطلاب في الصف وذلك بالاستعانة بالتعليمات الواردة في المقالة المرافقة لمقطع الفيديو: https://goo.gl/RBg4PO

1. شاهدوا مقطع الفيديو: "سحر المشروبات المُتحوّلة".

   ما هي التساؤلات التي تتبادر إلى ذهنكم في أعقاب مشاهدة المقطع؟

2. أسئلة للتفكير: يجيب الطلاب بشكل شخصي قبل النقاش الذي سيدور في الصف.

   أ) خمّنوا: ماذا يوجد في "الماء"؟

   ب) خمّنوا: كيف تكوّنَ "النبيذ"؟

   ج) خمّنوا: ممَّ نتج "الحليب"؟

   د) خمّنوا: ممّ نتجت "الجعة"؟

نقاش في الصف بعد مشاهدة مقطع الفيديو

الهدف من النقاش الذي يجري بعد مشاهدة مقطع الفيديو هو أن يقوم الطلاب بافتراض الفرضيات لتفسير ما حدث. يمكن بدء النقاش بإتاحة المجال للطلاب لقراءة الإجابات التي أعدوها مسبقاً.

يستحسن إتاحة المجال للطلاب لعرض الفرضيات والتخمينات بحرّية، دون تفسير من قبل المعلم، حول ما احتوته الكؤوس والمحاليل، وذلك بهدف إضفاء صبغة التوتر ولفت الانتباه وزيادة الرغبة في تعلم الموضوع.

يمكن إنهاء النقاش بالقول: لقد بدأنا اليوم في موضوع الأحماض والقواعد، وسوف نستطيع تفسير "سحر المشروبات" بواسطة المعلومات التي سنتعلمها ضمن هذا الموضوع.

على المعلم أن يُعلّمِ الطلاب المصطلحات المطلوبة ضمن المنهاج التعليمي في موضوع الأحماض والقواعد بعد مشاهدة مقطع الفيديو والنقاش. عند الوصول إلى مرحلة التعرف على مختلف التفاعلات بين الأحماض والقواعد (وذلك بحسب صفحة التفاعلات التي نشرها قسم التفتيش عن تعليم موضوع الكيمياء)، يمكن الانتقال لتنفيذ الفعالية التالية.

القسم ب: فعالية في مجموعات - أربع محطات

نحضّر أربع محطات (طاولات وكراسي من حولها) في غرفة الصف أو المختبر. نُرقّم المحطات بالترتيب ونضع فيها المواد والأدوات والتعليمات اللازمة لسير التجربة المناسبة لكل محطة.

يجري طلاب المجموعة الفعالية في كل محطة خلال الوقت الذي يحدده المعلم (حوالي عشر دقائق)، ثم ينتقلون إلى المحطة التالية.

قبل البدء بتنفيذ الفعالية: على كل طالب تحضير الجدول التالي في دفتره، على أن يكمل الناقص فيه خلال إجراء الفعاليات.

توزعوا إلى مجموعات بحسب تعليمات المعلم. يمر طلاب كل مجموعة بجميع المحطات ويجرون الفعاليات بحسب التعليمات الموجودة فيها.

محطة رقم	المواد التي في الوعاء	المشاهدات قبل/بعد الخلط		صياغة التفاعل الحاصل	النص الصافي (تفاعل أيونات الهيدرونيوم، دون علاقة بالحمض الذي ينتجها)
.1	حمض كلوريد الهيدروجين، مسحوق الحديد أو الخارصين	قبل: سائل شفاف عديم اللون، مسحوق رمادي (الخارصين) أو أسود (الحديد)	بعد: مسحوق رمادي (أو أسود) في أسفل الكأس وفقاعات من حوله	$Zn_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow ZnCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$ $Fe_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow FeCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$	$Zn_{(s)} + 2H_3O^+_{(aq)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$ $Fe_{(s)} + 2H_3O^+_{(aq)} \rightarrow Fe^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$
.2	خل، مسحوق كربونات الكالسيوم	قبل: سائل شفاف عديم اللون، مسحوق أبيض	بعد: سائل شفاف عديم اللون فيه مسحوق أبيض وفقاعات	$2CH_3COOH_{(aq)} + CaCO_{3(s)} \rightarrow (CH_3COO)_{2(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$	$2H_3O^+_{(aq)} + CO_3^{2-}{}_{(aq)} \rightarrow CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}$
.3	حمض كلوريد الهيدروجين، قاعدة هيدروكسيد الصوديوم، الفينول فتالئين	قبل: سوائل شفافة عديمة اللون	بعد: سائل بنفسجي شفاف	$HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$	$H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$
.4	خل، مسحوق هيدروجين كربونات الصوديوم	قبل: سائل شفاف عديم اللون، مسحوق أبيض	بعد: سائل شفاف عديم اللون وفيه مسحوق أبيض وفقاعات	$CH_3COOH_{(aq)} + NaHCO_{3(s)} \rightarrow NaCH_3COO_{(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$	$H_3O^+_{(aq)} + HCO_3^-{}_{(aq)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$

تعليمات للمحطات: يمكن طباعة وقص التعليمات وإدراجها مع المواد والأدوات لكل محطة.

المحطة رقم 1

صُبّوا 20 مليلتر محلول مائي لحمض كلوريد الهيدروجين، $(HCl)_{aq}$، في كأس كيميائية صغيرة.

أضيفوا ¼ ملعقة صغيرة مسحوق الخارصين، $(Zn)_s$، أو مسحوق الحديد، $(Fe)_s$. اخلطوا جيداً.

تمّ تطوير الفعاليّة من قبل الدكتورة أورلي لاخيش-زلايط
Davidson Institute The Educational Arm of the Weizmann Institute
WEIZMANN INSTITUTE OF SCIENCE

يحدث التفاعل بعد بضع دقائق. من الممكن تعجيل سرعة حدوث التفاعل باستعمال حمض ذي تركيز أعلى، 0.5 M - 1.0.

المحطة رقم 2

صُبّوا 50 مليلتر خل بيتي (حمض الأستيك أو حمض الإيثانويك)، CH_3COOH، بتركيز 5% في كأس كيميائية متوسطة الحجم. أضيفوا نصف ملعقة صغيرة من مسحوق كربونات الكالسيوم (حجر الجير)، $CaCO_3$. اخلطوا جيداً.

يستحسن استعمال الخل الخالي من صبغة الطعام (الصفراء)، محلول الخل بدون صبغة الطعام هو شفاف عديم اللون.

المحطة رقم 3

صُبّوا 3 مليلتر محلول مائي لحمض كلوريد الهيدروجين، $(HCl)_{aq}$، بتركيز 0.1M في أنبوب اختبار. أضيفوا نقطة واحدة من محلول الفينول فتالئين. أضيفوا ببطءٍ وبشكل تدريجي قطراتٍ من المحلول المائي لقاعدة هيدروكسيد الصوديوم، $(NaOH)_{aq}$، بتركيز 0.1M، وهزوا أنبوب الاختبار بعد إضافة كل قطرة، أضيفوا القطرات حتى تلاحظوا تغيراً.

المحطة رقم 4

صُبّوا 50 مليلتر خل بيتي (حمض الأستيك أو حمض الإيثانويك)، CH_3COOH، بتركيز5% في كأس كيميائية متوسطة الحجم. أضيفوا ملعقة صغيرة واحدة من مسحوق هيدروجين كربونات الصوديوم (صودا للشرب)، $NaHCO_3$. اخلطوا جيداً.

القسم ج: نقاش لتلخيص ما حصل في المحطات

يجب استعراض الجدول مع الطلاب، يجب نقاش كل محطة بواسطة أسئلة مُوجّهة.

قدموا للصف تقريراً عن تجاربكم في كل محطة من المحطات:

· ما هي مشاهداتكم؟

· ما هو التفاعل الكيميائي الذي حصل، وكيف استنتجتم ذلك؟

من المهم أن نوضّح بأنه يمكن التوصل إلى صياغة التفاعلات التي حصلت من خلال المشاهدات. كما ويفضل مناقشة إمكانيات تغيير التفاعل (كبحث إضافي) ومناقشة مجالات استخدام التفاعلات في الحياة اليومية. يمكن توزيع صفحة تحتوي على الصيغ المطلوبة على الطلاب، وذلك في بداية التجربة أو في نهاية النقاش.

أسئلة للنقاش

المحطة رقم 1

سؤال:

أ. ما هو الغاز المنبعث؟ يمكن أن يكون هيدروجين فقط ومصدره الحمض الذي تفاعل. لا يوجد مصدر لغاز الأكسجين (إذ لم نقم بتحليل الماء إلى عناصره الحرة)، كما ولا يوجد مصدر لثنائي أكسيد الكربون (نحن بحاجة إلى مركب كربون ضمن المواد المتفاعلة من أجل ذلك).

ب. كيف يمكن تعجيل التفاعل؟ استعمال حمض تركيزه أعلى، التسخين وما إلى ذلك (العوامل التي تؤثرعلى سرعة التفاعل - يتعلم الطلاب هذا الموضوع لاحقاً).

تلخيص: حصلَ تفاعل بين محلول حمضي وبين عنصر فلزي (كما ورد في صفحة صياغة التفاعلات). يستحسن كتابة النص الصافي للتفاعل على اللوح.

المحطة رقم 2

سؤال:

ما هو الغاز المنبعث؟ هناك احتمال أن يكون غاز الهيدروجين (من الحمض الذي تفاعلَ)، ولكن الغاز المتكوّن فعلاً هو ثنائي أكسيد الكربون؛ لأن إحدى المواد المتفاعلة تحتوي على كربون.

تلخيص: حصلَ تفاعل بين محلول حمضي وبين كربونات الكالسيوم (المُرَكِّب الرئيسي في حجر الجير).

يستخدم هذا التفاعل في: كربونات الكالسيوم هو المُرَكِّب الرئيسي في حجر الجير. يحدث تفاعل مشابه للتفاعل الذي حدث في التجربة عندما يتساقط مطر حمضي على الصخور الجيرية فتذوب الصخور الجيرية وتتكون فيها ثغرات نتيجة لذلك، مثل: الكهوف وعمليات تكَوّن الحليمات الجيرية. عند تسخين الماء في الأجهزة الكهربائية تترسب مادة كربونات الكالسيوم المسماة "حجر الإبريق". يمكن إزالة هذه الترسبات بواسطة مادة تسمى "مزيل حجر الإبريق"، والتي تحتوي على حمض يتفاعل مع الراسب ويذيبه.

المحطة رقم 3

سؤال:

ما هي وظيفة الفينول فتالئين؟ إنه مادة كاشفة. هذه المادة هي سائل شفاف عديم اللون في الوسط الحمضي، وبنفسجي بوجود المادة القاعدية. أي أنه تكوّنَ فائض من القاعدة عندما انتهينا من إضافتها على شكل قطرات إلى الأنبوب.

المحطة رقم 4

سؤال:

ما هو الغاز المنبعث؟ هناك احتمال أن يكون غاز الهيدروجين (من الحمض الذي تفاعلَ)، ولكن الغاز المتكوّن فعلاً هو ثنائي أكسيد الكربون؛ لأن إحدى المواد المتفاعلة تحتوي على كربون.

تلخيص: حصلَ تفاعل بين محلول حمضي وبين أيون الهيدروجين كربونات، تفاعل معادلة بين الحمض وبين القاعدة.

استخدام هذا التفاعل: يحدث هذا التفاعل في عملية الخبز، وذلك عندما نضيف مسحوق الخبز الذي يحتوي على صودا الشرب (قاعدة هيدروجين كربونات الصوديوم)، وحمضاً (مثل حمض الليمون أوحمض الستريك)، فينبعث غاز ثنائي أكسيد الكربون وينحسر داخل فقاعات ويؤدي إلى انتفاخ العجين.

في الرابط التالي تجدون معلومات إضافية عن صودا الشرب ومسحوق الخَبز (من خلال مدونة "علوم في صحن الطعام"):

"كيف تعمل صودا الشرب ومسحوق الخَبز؟" https://goo.gl/WKy1x5

القسم د: التفسير الكيميائي للسحر

ماذا حدث في "سحر المشروبات المتحوّلة"؟

من الممكن إجراء العملية "السحرية" في غرفة الصف، إذا توفرت المواد اللازمة في مختبر المدرسة، وذلك بحسب التعليمات الواردة في المقالة المرافقة لمقطع الفيديو: https://goo.gl/RBg4PO

أ. شاهدوا المقطع "سحر المشروبات المتحولة - التفسير": https://goo.gl/1gWBqh

ب. انقلوا صياغات التفاعلات التي حدثت في "السحر":

صياغات التفاعلات الحاصلة مسجلة في المقطع وكذلك في المقالة المرافقة له.

"الماء" - كربونات الصوديوم المذابة في الماء:

$$_{aq)}{}^{-}{}_{3}{}^{2}CO + {}_{(aq)}{}^{+}Na2 \xrightarrow{O_2H} {}_{(s)3}CO_2Na_{)}$$

"النبيذ" - التفاعل بين أيون الكربونات وبين الحمض،

تفاعل حمض - قاعدة: $2H_3O^+_{(aq)} + CO_3^{2-}{}_{(aq)} \rightarrow CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}$

"الحليب" -

1. إذابة كلوريد الكالسيوم في الماء:

$$CaCl_{2(s)} \xrightarrow{O_2} Ca^{2+}{}_{(aq)} + 2Cl^{--}{}_{(aq)}$$

2. تفاعل ترسيب كربونات الكالسيوم:

$$Ca^{2+}{}_{(aq)} + CO_3^{2-}{}_{(aq)} \rightarrow CaCO_{3(s)}$$

"الجعة" -

$$2HCl_{(aq)} + CaCO_{3(s)} \rightarrow CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} + CaCl_{2(aq)}$$

ج. هل توجد لديكم أسئلة أخرى؟