نُشاهِد تَجارب: نفهم الروابط الهيدروجينية

الفئة العُمرية

الثانوية – الصفّان العاشر والحادي عشر

ملخّص الفعاليّة

في هذه الفعالية، يشاهد الطلاب مقاطع فيديو، بعضها مقاطع فيديو تفاعُليّة تحتوي على أسئلة. يتدرّب الطلاب على موضوع "الروابط الهيدروجينية" في سياقاتٍ ملموسة تظهر في مقاطع الفيديو والأسئلة، مع التطرّق إلى أفكار مغلوطة شائعة حول الموضوع.

مدّة الفعاليّة

درس واحد، إذا حضّر الطلاب الفعالية في البيت، وشاهدوا مقطع الفيديو الأول فقط في الصفّ، وبعد ذلك قاموا بالفحص والإجمال.

درسان، إذا أُجريت الفعالية كلّها في الصفّ.

أهداف الفعاليّة

- تفحُّص موضوع "الروابط الهيدروجينية" الذي دُرس في الصفّ.
- دحض الأخطاء الشائعة حول الموضوع.
- التدرُّب على أسئلة، بالاستعانة بحالات وتجارب محدّدة تُعرَض في مقاطع الفيديو.
- إظهار صلة الروابط الهيدروجينية بالحياة اليوميّة.

مصطلَحات من المَنْهَج التعليميّ

الروابط الهيدروجينية، الرابط التساهمي القطبي، الروابط بين الجزيئات

مهارات

التفكير النقدي، التقديم، الإبداع، بناء المعلومات، تطبيق المعلومات، التعاون

نمط التعلُّم

مجموعات

نوع الفعالية

- فعالية لإجمال الموضوع
- فعالية لاكتساب الموضوع

رابط للفيديو

كلّ من مقاطع الفيديو التالية:

- "الروابط الهيدروجينية في الماء": https://bit.ly/35FHQyZ
- "عصر فوطة مُبلَّلة في المحطة الفضائية": http://bit.ly/30eyNi1
- "الفيتامينات – لماذا، كم، وكيف؟" https://bit.ly/3uoeM87
- "الماء يهرب من الكأس" (حتى الدقيقة 1:48): http://bit.ly/302QtNa
- "تكّاشات أسنان تتحرّك من تلقاء ذاتها وتكوّن نجمة": http://bit.ly/304uW6L
- "حضِّروا وردة مُزدهِرة": http://bit.ly/2T7EDAc

استعدادات للفعاليّة

- إنهاء دراسة موضوع "المبنى والرابط".
- تأمين وسيلة عرض في الصفّ لمشاهَدة الفيديو الأوّل "الروابط الهيدروجينية".
- إذا تمّت الفعالية كلّها في الصفّ، يجب تأمين حاسوب لكلّ تلميذَين.
- توزيع الصفّ إلى أزواج.

ماذا نفعل؟

- شاهِدوا الفيديو "الروابط الهيدروجينية في الماء"، الذي يوضح كيف تتكوّن الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الماء، وكيف تؤثّر هذه الروابط الهيدروجينية في صِفات الماء.

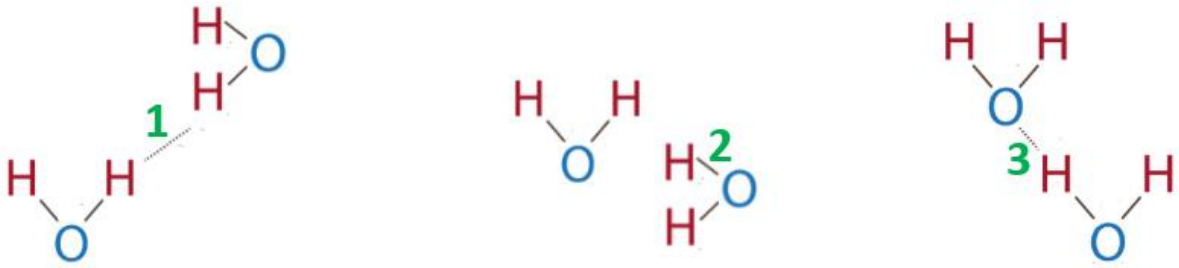
إليكم قائمة بكلّ مقاطع الفيديو في الفعالية، الظاهرة التي تُعرَض فيها، وشرح الظاهرة:

الرقم	اسم الفيديو ورابط له	مقطع المُشاهَدة من الفيلم	الظاهرة التي تُعرَض	الشَرح	مُلاحَظات
1	الروابط الهيدروجينية في الماء https://bit.ly/35FHQyZ	كلّ الفيديو	شرح عن تكوُّن الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الماء وتأثيرها في صِفات الماء	------	
2	عصر فوطة مُبلَّلة في المحطة الفضائية: http://bit.ly/30eyNi1	كلّ الفيديو	الماء الذي يُعصَر من فوطة في المحطة الفضائية يتجمّع على يدَي رائد الفضاء	في ظلّ انعدام قوّة الجاذبية، تبقى جزيئات الماء على اليدَين، إذ يرتبط أحدها بالآخر بروابط هيدروجينية كفقاعة كبيرة واحدة.	
3	الفيتامينات – لماذا، كم، وكيف؟ https://bit.ly/3q0Y9hi فيديو تفاعُليّ	حتى الدقيقة 2:50	تذوب فيتامينات معيّنة في الماء وفيتامينات أخرى في الليبيدات (الدهون)	يذوب الفيتامين C وفيتامينات B المختلفة في الماء، لأنّ بين جزيئاتها وجزيئات الماء تتكوّن روابط	

				هيدروجينية. الفيتامينات مثل E و D لا تذوب في الماء، لأنها لا تستطيع تكوين روابط هيدروجينية مع جزيئات الماء.	
4	الماء يهرب من الكأس https://bit.ly/36FmzGf فيديو تفاعُليّ	حتى الدقيقة 2:11	ينتقل الماء من كأس واحدة إلى كأس أخرى عبر "جسر" مصنوع من قطعة من الورق	جزيئات الماء ترتبط بسلاسل السليولوز بروابط هيدروجينية، لذا تتقدّم على طول الورقة. كما يرتبط أحدها بالآخر بروابط هيدروجينية، لذا يجذب أحدُها الآخر إلى فوق.	
5	نكّاشات أسنان تتحرّك من تلقاء ذاتها وتكوّن نجمة https://bit.ly/36hGJGJ فيديو تفاعُليّ	كلّ الفيديو	نضع نكّاشات أسنان مكسورة ومُلتوِية على سطح الماء. تُفتَح الانحناءات وتتكوّن صورة نجمة	تنفذ جزيئات الماء بين سلاسل السليولوز وتكوّن روابط هيدروجينية مع السلاسل. تنتفخ النكّاشة بسبب نفاذ الماء، لذا يبتعد قِسما النكّاشة المنحنية أحدهما عن الآخر وتتكوّن صورة النجمة.	يُفضَّل السماح للطلاب أن يُجروا التجربة بأنفسهم في البيت كما يظهر في الفيديو: "حضِّروا وردة مُزدهِرة": http://bit.ly/2T7EDAc، واطلبوا من الطلاب أن يشرحوا التجربة. في مقطع الفيديو تظهر ورود مطويّة تطفو على سطح الماء وتتفتّح. تعليمات التجربة هي جزء من الورقة للطلاب.

- تقسَّموا إلى أزواج وفق إرشادات المعلّم.
- اعملوا وفق الإرشادات التالية:
  - شاهِدوا الفيديو "عصر فوطة مُبلَّلة في المحطة الفضائية".
  - يبقى الماء كفقاعة كبيرة على يدَي رائد الفضاء، لأنّ بين جزيئات الماء روابطَ هيدروجينية كثيرة تربط بين الجزيئات.

أمامكم ثلاثة رسوم يظهر في كُلٍّ منها جُزيئا ماء. في كلّ رسمٍ رابطٌ واحد مُرقَّم. أيّ رقم يصف رابطًا هيدروجينيًّا؟ اشرحوا اختياركم وأوضِحوا لمَ الرابط المُرقَّم في الرسمَين الآخرَين ليس رابطًا هيدروجينيًّا.



الإجابة: 3.

يُشار إلى رابط بين جُزيئَين. في جُزَيء الماء كلّ ذرّة هيدروجين مشحونة بشحنة جزئية موجبة، δ+، وكلّ ذرّة أكسجين مشحونة بشحنة جزئية سالبة، δ−. تتكوّن الروابط الهيدروجينية بسبب الانجذاب الكهربائي بين الهيدروجين المشحون δ+ **على جزيء واحد** وبين الأكسجين المشحون δ− **على جزيء مجاور**.

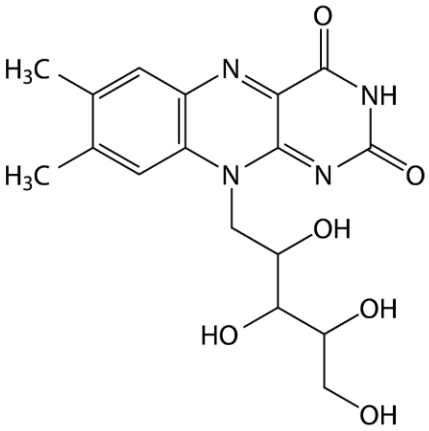
1 – يُشار إلى رابط بين جُزيئَين، لكنّ هذا الرابط غير ممكن، إذ إنّ الانجذاب بين شحنتَين موجبتَين δ+ غير ممكن.

2 – يُشار إلى رابط تساهمي **داخل** الجُزيء. الرابط الهيدروجينيّ هو بين الجزيئات، لا داخل الجزيئات.

يجدر التشديد على ما يلي:

- الروابط الهيدروجينية هي روابط **بين** الجزيئات لا داخل الجزيئات.
- رغم اسمها، لا تتكون الروابط الهيدروجينية بين ذرّتَي هيدروجين، بل بين ذرّة هيدروجين مشحونة بشحنة جزئيّة موجبة، δ+، على جزيء واحد، وبين ذرّة مشحونة بشحنة جزئيّة سالبة، δ−، على جزيء مجاور.

- شاهِدوا مقطع الفيديو "الفيتامينات - لماذا، كم، وكيف؟"، وأجيبوا عن الأسئلة التي في متن الفيديو.
- أمامكم معادلة مبنى فيتامين ما (لا يظهر في الفيديو). هل يذوب هذا الفيتامين في الماء؟ اشرحوا جيّدًا.



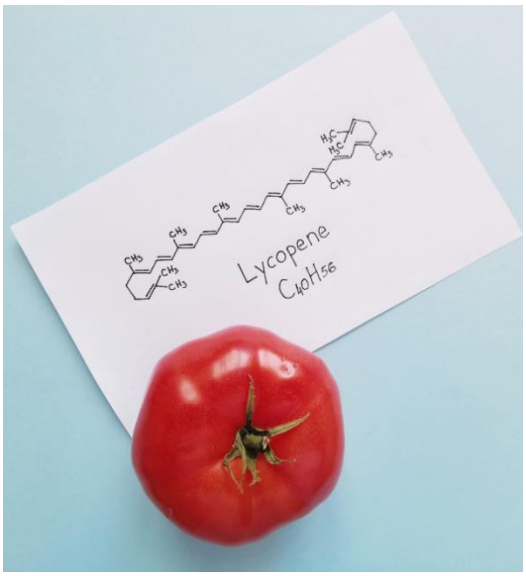
الرسم: shutterstock

الإجابة: لجزيئات المادّة المرسومة (الفيتامين B2) مراكز عديدة لتكوين روابط هيدروجينية مُوزَّعة على أجزاء واسعة من الجُزيء، لذا تتكوّن بين هذه الجُزيئات وبين جزيئات الماء روابط هيدروجينية، ويذوب الفيتامين في الماء.

يجب إظهار مراكز تكوين الروابط الهيدروجينية للطلاب: جميع ذرّات الهيدروجين التي لها شحنة جزئية موجبة، δ+، وجميع الذرّات المشحونة بشحنة جزئية سالبة، δ−. يجب أن يروا أيضًا جميع ذرّات الهيدروجين غير المشحونة بـ δ+ (تلك المرتبطة بذرّات الكربون).

- الليكوبين هو المادّة ذات اللون الأحمر في الطماطم (البندورة)، التي تُستخدَم أيضًا كمُلوِّن غذائي لتلوين منتجات غذائيّة مختلفة.

أمامكم معادلة مبنى الليكوبين:



الصورة: shutterstock

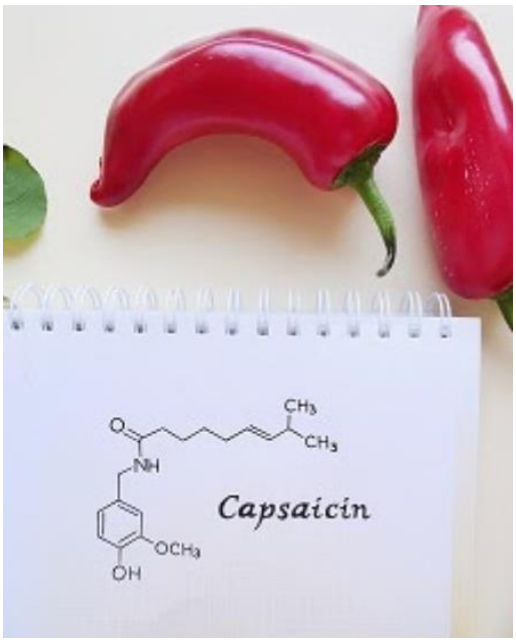
هل يمكن استخدام الليكوبين لتلوين طعامٍ مكوّنُهُ الأساسيّ هو الماء (مثل المشروبات الخفيفة)؟ اشرحوا جيّدًا.

الإجابة: لا. في جزيئات الليكوبين ليست هناك مراكز لتكوين روابط هيدروجينية، لذا لا تتكوّن روابط هيدروجينية بين هذه الجزيئات وبين جزيئات الماء. لا يذوب الليكوبين في الماء، لذا لا يمكن بواسطته تلوين طعام مكوّنه الأساسي هو الماء. (يذوب الليكوبين جيّدًا في الدهون، لذا من الممكن أن نلوّن بالاستعانة به طعامًا مكوّنه الأساسي هو الزيت أو الدهن).

يجب أن يُبيَّن للطلاب أنه رغم وجود ذرّات هيدروجين كثيرة في الجزيء (56 ذرّة!)، ليست أيٌّ منها مركزًا لتكوين روابط هيدروجينية، لأنّ أيّا منها ليست لديها شحنة جزئيّة موجبة، $\delta+$؛ وذلك لأنّ ذرّات الهيدروجين مرتبطة بذرّات كربون برابط تساهميّ ليس قطبيّا بما يكفي. حتى يكون الرابط التساهميّ قطبيّا وتكون ذرّة الهيدروجين ذات شحنة جزئية موجبة، $\delta+$، يجب أن تكون مرتبطة بذرّة ذات سالبيّة كهربائية مرتفعة: N أو O أو F.

- حين نأكل فلفلًا حارًّا، لا ننجح ولو شربنا الماء في غسل المركّب النشط في الفلفل الحارّ – الكابسيسين – من الفم.

أمامكم معادلة مبنى الكابسيسين. اشرحوا لماذا.



الصورة: shutterstock

الإجابة: على كلّ جُزَيء من الكابسيسين مراكز قليلة لتكوين روابط هيدروجينية موجودة على طرف واحد من الجُزيء. هذه المراكز قليلة بالنسبة للأجزاء الكارهة للماء من الجُزيء. لهذا السبب، لا يذوب الكابسيسين جيّدًا في الماء، وإذا أردنا غسله من الفم، يحسُن تناول طعام يحتوي على الزيت أو الدهون: طحينة، سلطة مع صلصة تحتوي على الزيت، مايونيز، وما شابه.

يجب إظهار مراكز تكوين الروابط الهيدروجينية للطلاب: جميع ذرّات الهيدروجين التي لها شحنة جزئية موجبة، $\delta+$، وجميع الذرّات المشحونة بشحنة جزئية سالبة، $\delta-$. يجب أن يروا أنّ هناك في الجزيء ذرّات هيدروجين كثيرة أخرى دون شحنة جزئيّة موجبة، $\delta+$، لا يمكنها تكوين

روابط هيدروجينية. الصيغة الجزيئية للكابسيسين هي: $C_{18}H_{27}NO_3$، لكنّ اثنتَين فقط من ذرّات الهيدروجين الـ 27 هما مركزان لتكوين روابط هيدروجينية، إضافةً إلى ذرّات الأكسجين والنيتروجين.

يجدر التشديد على ما يلي:

- **ليست كلّ ذرة هيدروجين في الجزيء قادرة على تكوين روابط هيدروجينية. فقط ذرّة الهيدروجين المرتبطة بذرّة ذات سالبيّة كهربائية مرتفعة، مثل N أو O أو F، وهي ذات شحنة جزئية موجبة، $\delta+$، يمكنها إنشاء روابط هيدروجينية.**
- **تتكون الروابط الهيدروجينية بين ذرّة هيدروجين مشحونة بشحنة جزئيّة موجبة، $\delta+$، على جزيء واحد، وبين ذرّة N أو O أو F مشحونة بشحنة جزئيّة سالبة، $\delta-$، على جزيء مجاور.**

(انتبِهوا: ذرّات N أو O أو F تظهر مرّتَين: ترتبط ذرّة كهذه بالهيدروجين برابط تساهميّ قطبيّ في جزيء واحد (لذلك تكون ذرّة الهيدروجين ذات شحنة جزئية $\delta+$)، وهذه الذرّة موجودة في جزيء آخر وتكوّن رابطًا هيدروجينيًا مع ذرّة الهيدروجين ذات الشحنة الجزئيّة $\delta+$ في الجزيء الأوّل).

- شاهِدوا الفيديو "الماء يهرب من الكأس" (حتى الدقيقة 2:11). أجيبوا عن الأسئلة المُدمَجة في مقطع الفيديو واقرأوا التوضيحات المُرفَقة.

  التوضيحات موجودة في متن الفيديو.

- شاهِدوا الفيديو "تكّاشات أسنان تتحرّك من تلقاء ذاتها وتكوّن نجمة"، أجيبوا عن الأسئلة المُدمَجة في مقطع الفيديو، واقرأوا التوضيحات المُرفَقة.

  لتشرحوا للطلاب لماذا تُفتَح النكّاشة الملتوية حين نضعها في الماء، يمكن الاستعانة بالتشبيه التالي:

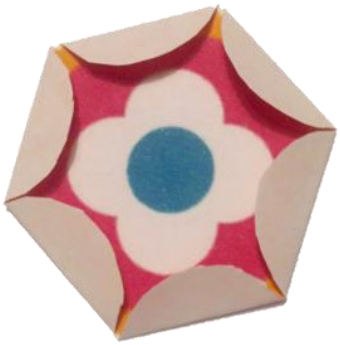
  إذا وضعنا على اليد المُلتوِية كُمًّا سميكًا جدًّا ومُبطَّنًا، لا يمكننا أن نطويها كما في الزاوية التي في الصورة، بل فقط بزاوية منفرجة أكثر. حين تمتصّ النكّاشةُ المطويّة الماءَ تنتفخ أكثر، لذا لا يعود ممكنًا أن تبقى الزاوية حادّة كما كانت، بل تنفتح.

الصورة: shutterstock

- اطبعوا إحدى الورود التي تظهر هنا، أو ارسموا وردة بحجم مشابه على ورقة.

الرسم: shutterstock

- قصّوا الوردة واطووا البتلات كما يظهر في الصورة.



تصوير: روتي شتانچر

- خذوا وعاءً يحتوي على ماء وضعوا الوردة المطويّة على الماء، بحيث يكون الجانب الأبيض على الماء والجانب الملوّن إلى أعلى.
- تأمّلوا بضع دقائق في ما يجري وأوضِحوا ما الذي حدث.

الشّرح: يكوّن الماء روابط هيدروجينية مع سليلولوز الورقة ويُمتَصّ في الورقة. تنتفخ الورقة أكثر، لذا تنفتح زوايا الطيّ حتى يكون هناك مكان لسلاسل السليولوز والماء، الذي دخل بين السلاسل.

ملاحظة:

إضافةً إلى الأمور التي شُدّد عليها خلال الفعالية، يحسُن أيضًا تذكير الطلاب أنّ الروابط بين الجزيئات، من أيّ نوع كانت، موجودة فقط في الحالتَين الصلبة والسائلة. في الغاز (المثاليّ)، نفترض عدم وجود أية روابط بين الجزيئات.

يمكن التدرّب على ذلك بالاستعانة بالسؤالَين التاليَين:

1. في أيّ من الموادّ التالية هناك روابط هيدروجينية بين الجزيئات؟

a. $CH_3CH_2OH_{(l)}$ b. $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_{3(l)}$ c. $HF_{(g)}$ d. $H_2O_{(s)}$

الإجابات:

أ. a, b, d

ب. c, d

ج. a, d

د. a, c

الإجابة الصحيحة هي "ج"

2. اكتبوا وصفًا كلاميًّا للرمز الكيميائي $NH_{3(l)}$

الإجابة الصحيحة: جزيئات في كلٍّ منها ذرّة نيتروجين مرتبطة بثلاثة روابط تساهميّة أحاديّة قطبية مع ثلاث ذرّات هيدروجين. بين الجزيئات روابط هيدروجينية تتكّون بين الإلكترونَين الحُرَّين على ذرّة نيتروجين في جزيء واحد وذرّة هيدروجين مكشوفة من إلكترونات على جزيء آخر.

يحسُن أيضًا التدرّب على وصف كلاميّ لـ $NH_{3(g)}$، حيث ليست هناك روابط هيدروجينية بين الجزيئات.