نتأمل في مبنى الجزيئات: الواقع المُعزَّز

الفئة العُمرية

الثانوية – الصف الحادي عشر

ملخّص الفعاليّة

في هذه الفعالية يرسم الطلاب صيَغ تمثيل إلكترونية لبضعة جزيئات. بعد ذلك ينظرون إلى البطاقات بالاستعانة بتطبيق يتيح رؤية الجزيئات بشكل ثلاثي الأبعاد (واقع مُعزَّز). يمكن للطلاب أن يروا البنية الفراغية للجزيئات، إلكترونات الروابط التساهمية (الكوفلنتية)، وأزواج الإلكترونات التي لا تشارك في إنتاج الروابط التساهمية. يشاهد الطلاب الجزيئات في التطبيق ويجيبون عن أسئلة بعد المشاهَدة.

مدّة الفعاليّة

حصة واحدة

يحسُن بدء الفعالية في الصف، الاستمرار في البيت، وإجمالها في الصفّ.

هدف الفعاليّة

بناء معرفة حول البنية الفراغية للجزيئات.

مصطلَحات من المَنْهَج التعليميّ

الرابطة التساهمية (الكوفلنتية)، صيغ التمثيل الإلكترونية، البنية الفراغية للجزيء، الهندسة

مهارات

بناء معلومات، تسجيل ملاحظات من مشاهدة

نمط التعلُّم

أزواج

نوع الفعالية

فعالية لاكتساب معرفة

رابط للفيديو

"إلكترونات التكافؤ ومُخططات لويس": https://goo.gl/hX9vuD

استعدادات للفعاليّة

- إنهاء دراسة مواضيع الرابطة التساهمية (الكوفلنتية)، صيَغ التمثيل الإلكترونية، بنية (هندسة) الجزيئات.
- الطلب من الطلاب أن ينزّلوا إلى هاتفهم الخلوي التطبيق Mirage – molecular geometry (المتوفر لأجهزة أندرويد وأجهزة iOS).
- طباعة الملف التالي للطلاب: https://goo.gl/Pvrmoy (طباعة بالأسود والأبيض، على جانب واحد من الورقة).
- قصّ المستطيلات والفصل بينها على الأوراق المطبوعة، بحيث تكون هناك 12 بطاقة منفصلة مُرقَّمة من 1 إلى 12، لتوزيعها على الطلاب. تُوزَّع بطاقة واحدة كلّ مرة وفق التقدّم في الصفّ.
- تأمين وسيلة عرض في الصفّ.

ماذا نفعل؟

- شاهِدوا الفيديو "إلكترونات التكافؤ ومخططات لويس" في الرابط التالي: https://goo.gl/hX9vuD.
- نزِّلوا إلى هاتفكم الخلوي التطبيق Mirage – molecular geometry. التطبيق متوفر لأجهزة أندرويد ولأجهزة iOS. أثناء تثبيت التطبيق، امنحوا التطبيق إذنًا باستخدام كاميرا الهاتف.
- شغِّلوا التطبيق واضغطوا على Start. لا حاجة إلى اتّصال بالإنترنت لتشغيل التطبيق.
- خُذوا من المعلّم البطاقة رقم 1. وجِّهوا الكاميرا إلى البطاقة وتأمّلوا في الجزيء المعروض – جزيء باراسيتامول، دواء ضدّ الألم والحرارة. المعادلة الكيميائية لباراسيتامول هي $C_8H_9NO_2$.

ما هي البنية الفراغية لهذا الجزيء؟

للإجابة عن هذا السؤال، نمعن النظر أوّلا في البنية الفراغية لبعض الجزيئات الأصغر والأبسط. خذوا من المعلّم بطاقة واحدة كلّ مرة، تأمّلوا في الجزيء المعروض، واملأوا التفاصيل المطلوبة في الجدول الملائم. بعد أن تملأوا الجدول، يمكنكم أن تأخذوا من المعلّم البطاقة الثانية للمادّة نفسها، كي تفحصوا إجاباتكم.

أثناء النظر إلى البطاقات، استعينوا بالدليل التالي:

كُرة سوداء	الكربون، C
كُرة بيضاء	الهيدروجين، H
كُرة زرقاء	النيتروجين، N
كُرة حمراء	الأكسجين، O
نقطتان زرقاوان	زوج من الإلكترونات الرابطة (زوج إلكترونات ينتج رابطة تساهميّة)
نقطتان بنفسجيتان في "السحابة" البنفسجية (المدار)	زوج من الإلكترونات غير الرابطة (زوج إلكترونات للذرّة المركزية* لا يشارك في إنتاج رابطة تساهمية)

* تذكّروا: الذرة المركزية هي ذرة مرتبطة بأكثر من ذرة واحدة إضافية.

رقم البطاقة	اسم المادة	الصيغة الجُزيئية
2	ميثان	CH_4
ارسموا صيغة تمثيل إلكترونية		
عدد أزواج الإلكترونات الرابطة حول الذرة المركزية (عدد أزواج الإلكترونات التي تنتج روابط تساهمية)	**عدد أزواج الإلكترونات غير الرابطة حول الذرة المركزية** (عدد أزواج الإلكترونات التي لا تشارك في روابط تساهمية)	**مجموع كلّ أزواج الإلكترونات حول الذرة المركزية**
4	0	4

البنية الفراغية (الهندسية)

اختاروا وضعوا إشارة: رُباعيّة السطوح | هرم ثلاثي | زاويّة | مثلث مُستوٍ | خطيّة

ارسموا البنية

خذوا من المعلّم البطاقة رقم 7 وافحصوا إجاباتكم.

رقم البطاقة	اسم المادة	الصيغة الجُزيئية
3	أمونيا	NH_3
ارسموا صيغة تمثيل إلكترونية		

عدد أزواج الإلكترونات الرابطة حول الذرة المركزية (عدد أزواج الإلكترونات التي تنتج روابط تساهمية)	عدد أزواج الإلكترونات غير الرابطة حول الذرة المركزية (عدد أزواج الإلكترونات التي لا تشارك في روابط تساهمية)	مجموع كلّ أزواج الإلكترونات حول الذرة المركزية
3	1	4

البنية الفراغية (الهندسية)

اختاروا وضعوا إشارة: رُباعيّة السطوح | هرم ثلاثي | زاويّة | مثلث مُستوٍ | خطيّة

ارسموا البنية:

خذوا من المعلّم البطاقة رقم 8 وافحصوا إجاباتكم.

رقم البطاقة	اسم المادة	الصيغة الجُزيئية
4	ماء	H_20

ارسموا صيغة تمثيل إلكترونية

عدد أزواج الإلكترونات الرابطة حول الذرة المركزية (عدد أزواج الإلكترونات التي تنتج روابط تساهمية)	**عدد أزواج الإلكترونات غير الرابطة حول الذرة المركزية** (عدد أزواج الإلكترونات التي لا تشارك في روابط تساهمية)	**مجموع كلّ أزواج الإلكترونات حول الذرة المركزية**
2	2	4

البنية الفراغية (الهندسية)

اختاروا وضعوا إشارة: رُباعيّة السطوح | هرم ثلاثي | زاويّة | مثلث مُستوٍ | خطيّة

ارسموا البنية:

خذوا من المعلّم البطاقة رقم 9 وافحصوا إجاباتكم.

في هذه المرحلة يحسُن إجراء تلخيص مرحلي.

بيّنوا للطلاب أنه في الجزيئات الثلاثة التي رأوها حتّى الآن هناك أربعة أزواج من الإلكترونات في المجموع حول الذرّة المركزية. أزواج الإلكترونات الأربعة مرتّبة ببُنية رباعية السطوح. أزواج الإلكترونات تتنافر، والمبنى رباعي السطوح يتيح أكبر مسافة بين أزواج الإلكترونات. وجود أزواج الإلكترونات غير الرابطة يجعل جُزَيء الأمونيا يصبح هرمًا مثلثًا لا مثلثًا مستويًا، وجزيء الماء يصبح زاويًّا لا خطيًّا.

قبل الاستمرار، راجِعوا مع الطلاب الشرح حول كيفية عدّ أزواج الإلكترونات حول ذرّة مركزية، مرتبطة بروابط تساهمية ثنائية أو ثلاثية، وليس فقط بروابط تساهمية أحادية.

حتى الآن، كانت هناك روابط تساهمية أحادية فقط في جميع الجزيئات.

ماذا يحدُث حين تكون في الجزيء روابط تساهمية ثنائية أو ثلاثية؟

في حالاتٍ كهذه، تُعَدّ الرابطة الثنائية أو الأحادية زوج إلكترونات واحدا حول الذرة المركزية. لماذا؟

زوج إلكترونات واحد فقط، في الرابطة الثنائية أو الثلاثية، موجود في الفراغ في مكان يؤدي إلى التنافر بينه وبين أزواج إلكترونات رابطة بروابط تساهمية أحادية وأزواج إلكترونات غير رابطة. يؤثر هذا التنافر بين أزواج الإلكترونات في البنية الفراغية للجزيء.

رقم البطاقة	اسم المادة	الصيغة الجُزيئية
5	ثاني أكسيد الكربون	CO_2

ارسموا صيغة تمثيل إلكترونية

عدد أزواج الإلكترونات الرابطة حول الذرة المركزية (عدد أزواج الإلكترونات التي تنتج روابط تساهمية)*	**عدد أزواج الإلكترونات غير الرابطة حول الذرة المركزية** (عدد أزواج الإلكترونات التي لا تشارك في روابط تساهمية)	**مجموع كلّ أزواج الإلكترونات حول الذرة المركزية**
2	0	2

البنية الفراغية (الهندسية)

اختاروا وضعوا إشارة: رُباعيّة السطوح | هرم ثلاثي | زاويّة | مثلث مُستوٍ | خطيّة

ارسموا البنية:

خذوا من المعلّم البطاقة رقم 10 وافحصوا إجاباتكم.

- تذكّروا: في الروابط الثنائية يُحسَب زوج إلكترونات واحد فقط.

رقم البطاقة	اسم المادة	الصيغة الجُزيئية
6	ميثيل أمين	CH_3NH_2
ارسموا صيغة تمثيل إلكترونية		

في جُزَيء الميثيل أمين ذرّتان مركزيتان: C و N.

مجموع كلّ أزواج الإلكترونات حول الذرة C	**عدد أزواج الإلكترونات غير الرابطة حول الذرة C** (عدد أزواج الإلكترونات التي لا تشارك في روابط تساهمية)	**عدد أزواج الإلكترونات الرابطة حول الذرة C** (عدد أزواج الإلكترونات التي تنتج روابط تساهمية)
4	0	4
مجموع كلّ أزواج الإلكترونات حول الذرة N	**عدد أزواج الإلكترونات غير الرابطة حول الذرة N** (عدد أزواج الإلكترونات التي لا تشارك في روابط تساهمية)	**عدد أزواج الإلكترونات الرابطة حول الذرة N** (عدد أزواج الإلكترونات التي تنتج روابط تساهمية)
3	1	4

- ما هي البنية الفراغية حول ذرة الكربون، C؟

اختاروا وضعوا إشارة: رُباعيّة السطوح | هرم ثلاثي | زاويّة | مثلث مُستوٍ | خطيّة

(مثل جُزَيء الميثان)

- ما هي البنية الفراغية حول ذرة النيتروجين، N؟

اختاروا وضعوا إشارة: رُباعيّة السطوح | هرم ثلاثي | زاويّة | مثلث مُستوٍ | خطيّة

(مثل جُزَيء الأمونيا)

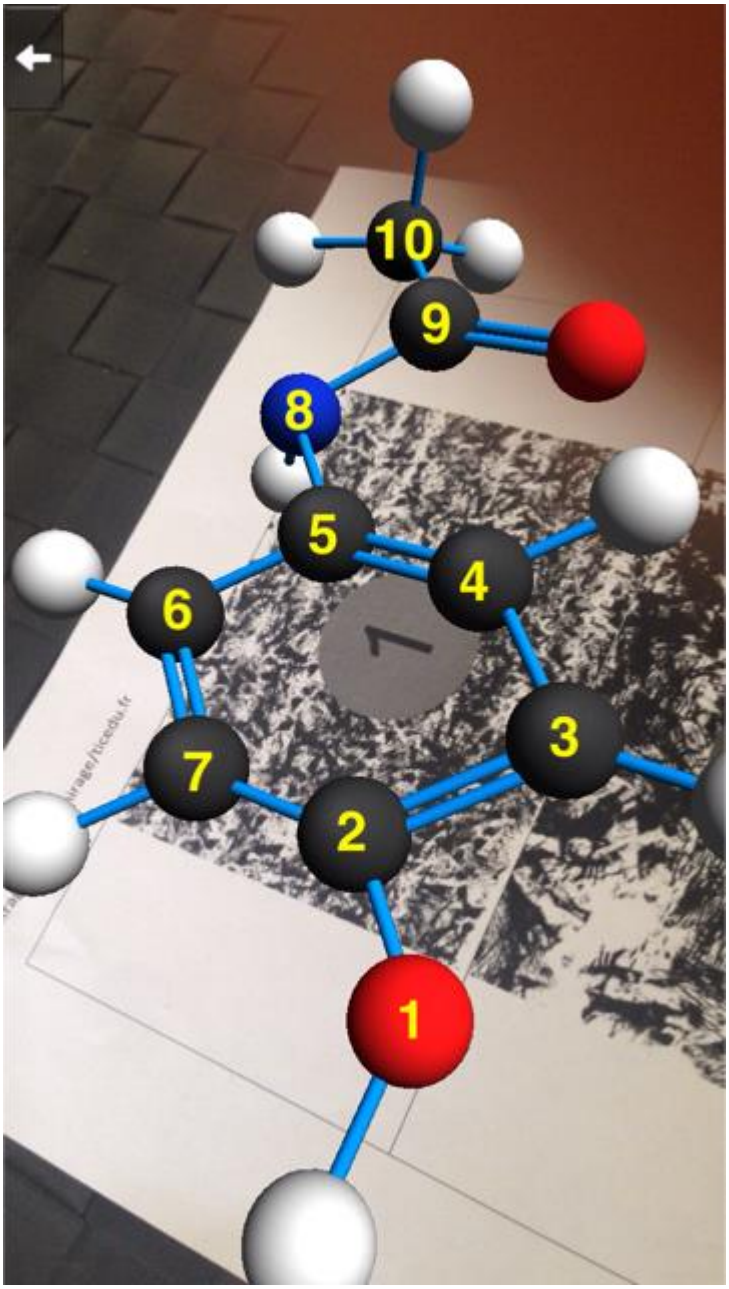
ارسموا البنية:

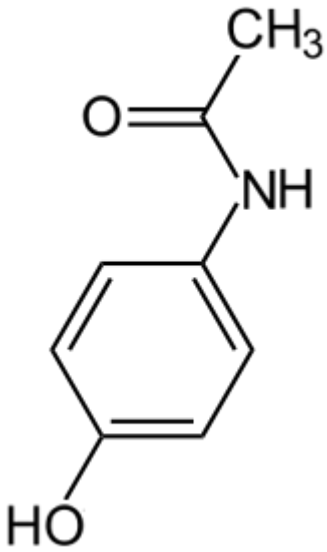
خذوا من المعلّم البطاقة رقم 11 وافحصوا إجاباتكم.

نعود الآن إلى جُزَيء باراسيتامول.

- كم ذرّة مركزية هناك في جُزَيء باراسيتامول؟

عشر ذرّات – ثماني ذرّات كربون: ستّ في الحلقة، 2–5، وكذلك ذرّتا الكربون 9 و 10؛ أكسجين، 1؛ ونيتروجين، 8.





مأخوذ من: Shutterstock

- سجِّلوا كم زوج إلكترونات رابطة وكم زوج إلكترونات غير رابطة موجود حول كلّ ذرّة مركزية.

أكسجين (1): زوجا إلكترونات رابطة وزوجا إلكترونات غير رابطة.

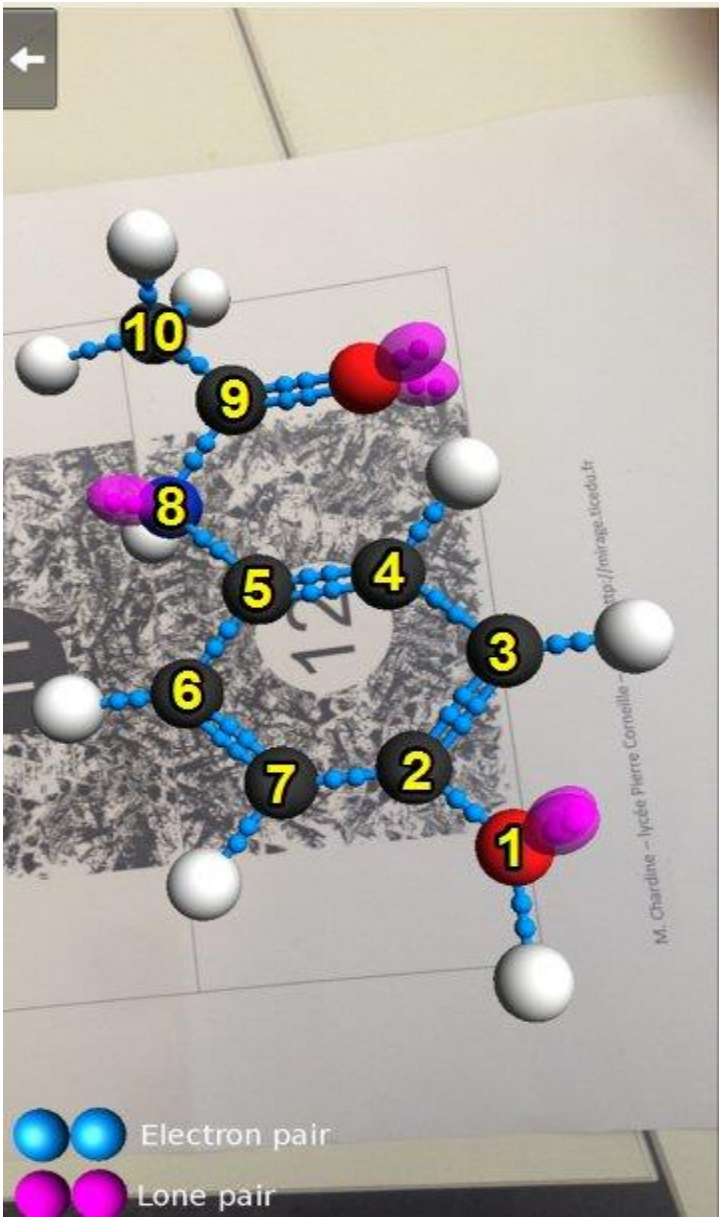
كلّ ذرة كربون في الحلقة (2–5): ثلاثة أزواج إلكترونات رابطة.

نيتروجين (8): ثلاثة أزواج إلكترونات رابطة وزوج واحد من الإلكترونات غير الرابطة.

كربون (9): ثلاثة أزواج إلكترونات رابطة.

كربون (10): أربعة أزواج إلكترونات رابطة.

يمكنكم رؤية ذلك بوُضوح في الرسم 12.



مأخوذ من: Shutterstock

- اكتبوا ما هي البنية الفراغية حول كلٍّ من الذرّات المركزية.

الذرّة رقم	البنية الفراغية (رُباعيّة السطوح | هرم ثلاثي | زاويّة | مثلث مُستوٍ | خطيّة)
1	زاويّة (مثل جُزَيء الماء)
2	مثلث مُستوٍ
3	مثلث مُستوٍ
4	مثلث مُستوٍ
5	مثلث مُستوٍ
6	مثلث مُستوٍ
7	مثلث مُستوٍ
8	هرم ثلاثي (مثل جُزَيء الأمونيا)
9	مثلث مُستوٍ
10	رُباعيّ السطوح (مثل جُزَيء الميثان)

يحسُن أن تُروا الطلاب أن الحلقة مستوية تمامًا لأنّ البنية الفراغية حول كلّ ذرات الكربون في الحلقة هي مثلث مُستوٍ.

- ارسموا بنية الجزيء.

خذوا من المعلّم البطاقة رقم 12 وافحصوا إجاباتكم.

هذه الفعالية مؤسسة على المنهاج الحالي في الكيمياء، الذي يُلزم الطلاب أن يعرفوا البنى الفراغية المختلفة للجزيئات، لكنه لا يطلب منهم أن يحددوا البنية بأنفسهم. يحصل الطلاب على رسمات ثلاثية الأبعاد. عليهم تمييز البنى المختلفة ونسخها.

يمكن التوسّع وإثراء معرفة الطلاب، والطلب منهم أن يربطوا بين عدد جميع أزواج الإلكترونات وعدد أزواج الإلكترونات الرابطة حول ذرّة معيّنة، وبين البنية الفراغية حولها. هكذا نعلّمهم كيف يحدّدون بأنفسهم البنية الفراغية حول كلّ ذرة مركزية. يحسُن توجيه الطلاب كي يكوّنوا الجدول التالي:

عدد أزواج الإلكترونات الرابطة	عدد أزواج الإلكترونات غير الرابطة	مجموع عدد أزواج الإلكترونات	البنية الفراغية
4	0	4	رُباعيّ السطوح
3	1	4	هرم ثلاثي
2	2	4	زاويّ
3	0	3	مثلث مُستوٍ
2	0	2	خطيّ

بعد ذلك، يمكنكم أن تطلبوا من الطلاب أن يرسموا صيغ بنية إلكترونية لبضعة جزيئات أخرى ويحدّدوا بنيتها الفراغية:

- BH_3 (مثلث مُستوٍ)
- PH_3 (هرم ثلاثي)
- NF_3 (هرم ثلاثي)
- CH_2O (مثلث مُستوٍ)

وما شابه.