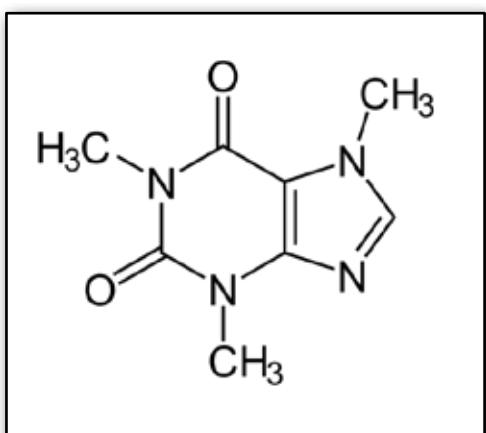




## كيمياء في كأس القهوة

روتني شطانجير، معهد دافيدسون للتدريس العلمي، معهد وايزمان للعلوم، رحوفوت

كيف تحبون قهوتكم؟ قوية أم خفيفة؟ مع سُكّر وحليب أو سوداء؟ في كل كأس قهوة الذي تختارون شريه، إحدى النكهات التي سُترافق كل جرعة هي النكهة المُرّة.



الصيغة البنائية لجزيء الكافيين

يُؤثّر على مدى مرارة القهوة عوامل كثيرة جدًا: نوع حبوب القهوة، طريقة تحبيص الحبوب، طريقة طحن الحبوب، الماء الذي نُحضر بواسطته كأس القهوة، درجة حرارة الماء، طريقة تحضير القهوة، وغيرها.

موادّ عديدة مسؤولة عن النكهة المُرّة للقهوة، وأحدّها هو الكافيين. في المقابل عند إضافة السُكّر للقهوة، تُصبح القهوة أقلّ مرارة - ولكن ليس بسبب أنّ النكهة الحلوة تحجب النكهة المُرّة.

الظاهرة معروفة جيدًا ويوجد لها تفسير بمستوى جُزئي: تميل جُزئيات الكافيين التي في الكأس الارتباط الواحدة بالأخرى وتكوين

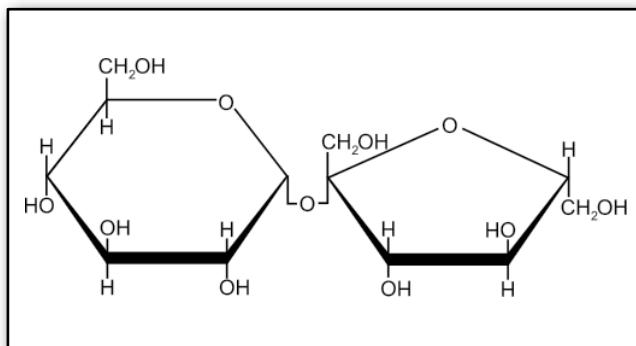
## أسئلة

1. ما هي الروابط بين جزيئية التي تنتج بين جزيئان من الكفائين عند إنتاج الديمير؟

2. حددوا هل القول الذي أمامكم صحيح أو غير صحيح: على محتوى القهوة المرة إضافة مادة لكافيين القهوة التي تنتج روابط بين جزيئية قوية مع جزيئات الكفائين.

3. أي من الرسومات التالية يلائم لما يحدث في كأس قهوة مع سكر؟

4. أمامكم صيغة بنائية لسكر: ما هي الروابط بين جزيئية الناتجة بين جزيئات الماء وبين جزيئات السكر؟



الصيغة البنائية لجزيء سكر

5. يذوب الكفائين أيضًا بالماء. ما هي الروابط بين الجزيئية التي تنتج بين جزيئات الماء وجزيئات الكفائين؟ اشرحوا وأرسموا روابط كهذه بين جزيء واحد من الكفائين وجزيئان من الماء.

6. مُعطى مُنحنيان يصفان ذاتيّة السكر والكافيين بالماء في درجات حرارة مختلفة. أي منحني يلائم السكر وأيها يلائم الكفائين؟ علّوا تحديدكم.

7. وجد الباحثون أن إضافة القليل من ملح الطعام تؤدي هي أيضًا لتقليل مراة القهوة. اشرحوا لماذا.

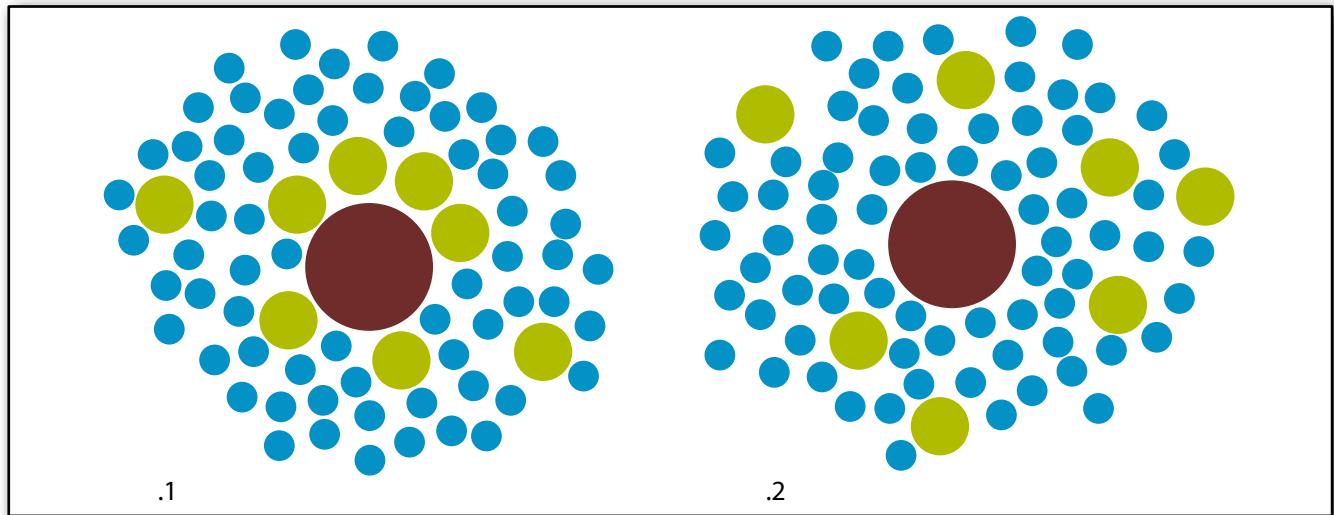
ديميرات (جزيئان اللذان يرتبطان معًا بواسطة روابط بين جزيئية). عندما تنتج ديميرات من الكفائين، تربط جزيئات أقل من الكفائين بمستقبلات الطعم في الفم، وتقلل شدة الطعم المرة الذي نشعر به عند تناول كأس القهوة.

إضافة السكر للقهوة تزيد من إنتاج الديميرات، وتؤدي بهذا إلى تقليل مراة القهوة.

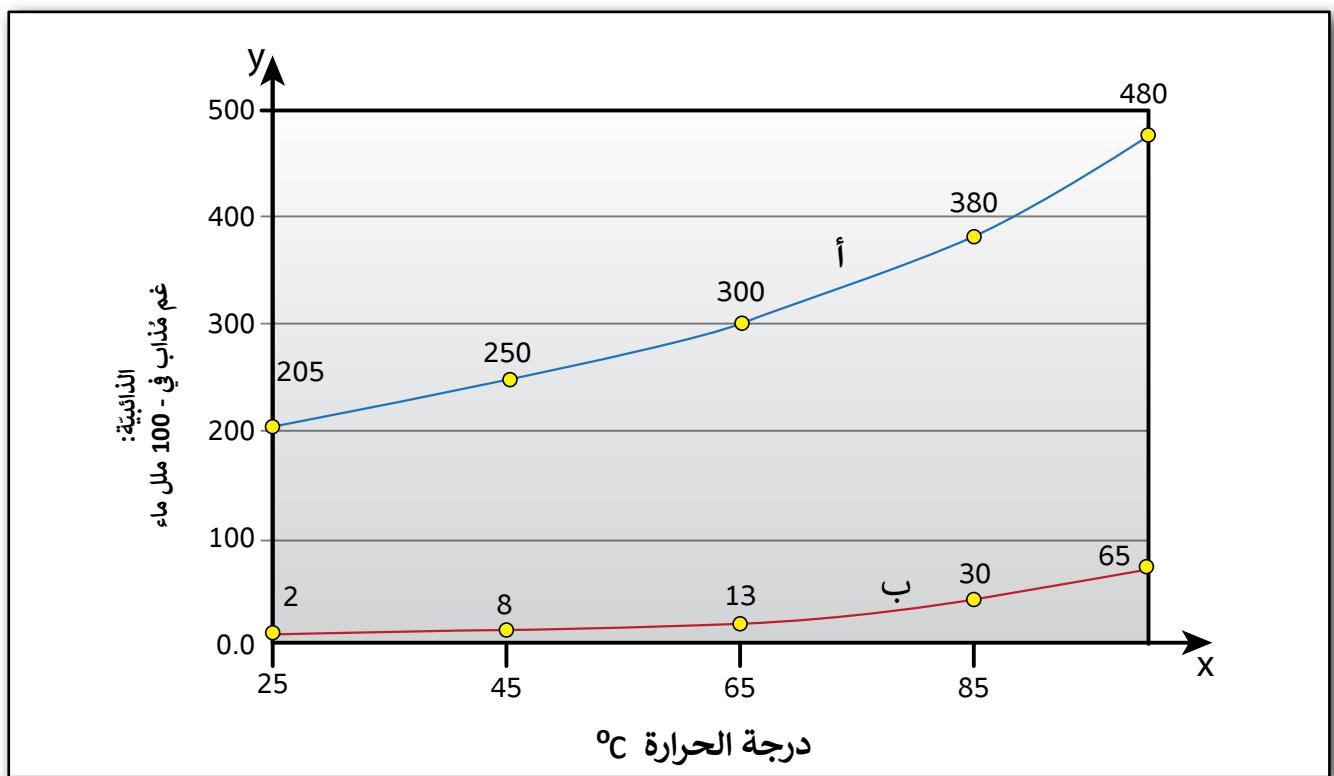
لكن لماذا تُحظر إضافة السكر من إنتاج الديميرات؟ تم إعطاء الإجابة من قبل مجموعة من الباحثين من جامعة يورك، وعلى رأسهم Dr Seishi Shimizu.<sup>2</sup> لم يستعمل العلماء بتاتاً القهوة، السكر الأتباب أو المختبر، وإنما نفذوا البحث بواسطة حسابات تيرمودينامية فقط.

وجدوا في الحسابات ما هو العامل الأساسي لزيادة إنتاج الديميرات: ترتبط جزيئات السكر جيدًا لجزيئات الماء، لكنها لا تميل إلى الارتباط لجزيئات الكفائين. فعليًا، تبتعد جزيئات السكر وجزيئات الكفائين عن بعضها البعض. هكذا تبقى جزيئات الكفائين حرة للارتباط ببعضها البعض وإنما إنتاج ديميرات. في المقابل، عند إضافة مواد أخرى للقهوة، التي تنجذب لجزيئات الكفائين وترتبط بها جيدًا، فهي تمنع ارتباط جزيئات الكفائين وتكون ديميرات.

يتم تطبيق هذه الأبحاث الحسابية ليس فقط لهم ما يحدث في كأس القهوة، وإنما هي أداة هامة في البحث الكيميائي. على سبيل المثال: إضافة مواد (مثل السكر، في حالة القهوة) يمكن أن تؤثر على ثني جزيئات الزلاليات وبهذا يمكن أن تؤثر على وظيفة الزلاليات؛ أو أن إضافة المواد يمكن أن تؤثر على مدى ذائبيّة الأدوية وبهذا تزيد من نجاعة نقلها في جسمنا.<sup>3</sup>



الكرات الزرقاء: جُزيئات ماء، الكرات السوداء: جُزيئات كافيين، الكرات البنفسجية: جُزيئات سُكّر.



## رسم بياني 1

## الإجابات ب اختصار:

1. قوى فاندر فالس، 2. غير صحيح، 3. (2)، 4. روابط هيدروجينية 5. روابط هيدروجينية بين أزواج الإلكترونات غير الرابطة على ذرات الأكسجين والنتروجين في جزيئات الكفائين وبين ذرات الهيدروجين المكسورة من الإلكترونات في جزيئات الماء، 6. أ. سُكّر، ب. كفائين، لأن ذاتيّة السُكّر في الماء أعلى. بين جزيئات السُكّر وبين جزيئات الماء تنتُج روابط هيدروجينية أقوى، بسبب وجود مراكز أكثر في جزيئات السُكّر لتكوين روابط هيدروجينية مع جزيئات الماء. 7. لا تتجذب أيونات الملح لجزيئات الكفائين، لكنّها تتجذب لجزيئات الماء. تنتُج روابط بين أيونات الملح وبين الشحنات الجُزئية على جزيئات الماء.