دولة ليبيا
وزارة التعليم
مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية

الكيمياء

للسنة الثانية من مرحلة التعليم الثانوي

(القسم العلمي)

الاسبوع السابع

المدرسة الليبية بفرنسا ـ تور

العام الدراسي:

1441 / 1442 هـ . 2020 / 2021 م.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

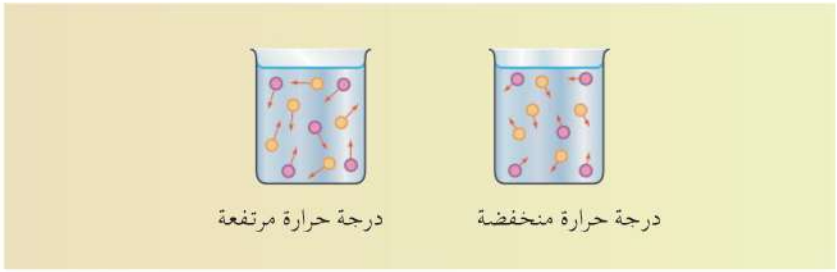
3-4 العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل الكيميائي
Factors Which Affect the Speed of a Chemical Reaction

توجد عوامل كثيرة تؤثر في سرعة التفاعل الكيميائي، وفيما يلي العوامل الرئيسة منها:

- درجة حرارة المواد المستخدمة (المتفاعلات).
- تركيز المواد المستخدمة (المتفاعلات).
- الضغط على التفاعل.
- حجم جسيمات المواد المستخدمة (المتفاعلات).

درجة الحرارة

كلما ارتفعت درجة الحرارة، كلما زاد معدل التفاعل. وقد وجد أن معدل التفاعل يتضاعف، كلما ارتفعت درجة الحرارة 10°س. ويمكن تفسير ذلك في ضوء **نظرية التصادم**؛ فعند زيادة درجة الحرارة، تكتسب جسيمات المواد المتفاعلة طاقة حرارية أكبر، ومن ثم تتحرك أكثر وبطاقة حركية أكبر، فتكون فرصتها أفضل **للتصادم** مع جزيء متفاعل آخر بطاقة كافية للتحول إلى جزيئات نواتج.



شكل 4-3 يزداد عدد التصادمات عند درجات الحرارة الأعلى، حيث تتحرك الجسيمات أسرع.

تزيد بصفة عامة سرعة التفاعل بزيادة درجة حرارة المواد المتفاعلة.

يكون أيضًا العكس صحيحًا عند درجات الحرارة الأدنى، حيث تمتلك الجسيمات طاقة حركية أقل، وتقل فرص تصادمها مع جزيء متفاعل آخر بطاقة كافية للتحول إلى نواتج. ويفسر ذلك فساد زجاجة لبن عند تركها ليلة كاملة على المنضدة بدلًا من وضعها داخل الثلاجة، حيث يتحول السكر (اللاكتوز) إلى حمض (حمض لاكتيك). غير أن سرعة التفاعلات الكيميائية تقل عند وضع اللبن داخل الثلاجة، فيستمر صالحًا للشرب عدة أيام. وتستخدم حجرة التجميد في الثلاجة (الفريزر) في تجميد المواد الغذائية لدرجات حرارة -20°س أو أدنى، فتتوقف تمامًا كل التفاعلات الكيميائية تقريبًا، لذا يحفظ الطعام لمدة ستة أشهر أو أكثر.

فكر علميًّا

حاول شرح كل مما يلي بدلالة سرعة التفاعل الكيميائي الحادث.

(أ) يحترق الفحم ببطء عند شواء اللحوم، ولكن إذا نفخت هواء (أكسجين) أكثر فيه، يتوهج.

(ب) يُطهى الطعام أسرع في قدر الضغط.

(جـ) يكون إشعال نار بالأغصان أسهل من إشعالها بجذوع الأشجار.

(د) تُحذَّر في محطة البنزين، من إشعال الثقاب. ومع ذلك ينتفي الخطر بعد مغادرتك للمحطة.

(هـ) وضع اللبن في الثلاجة يحفظه طازجًا لمدة أطول.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

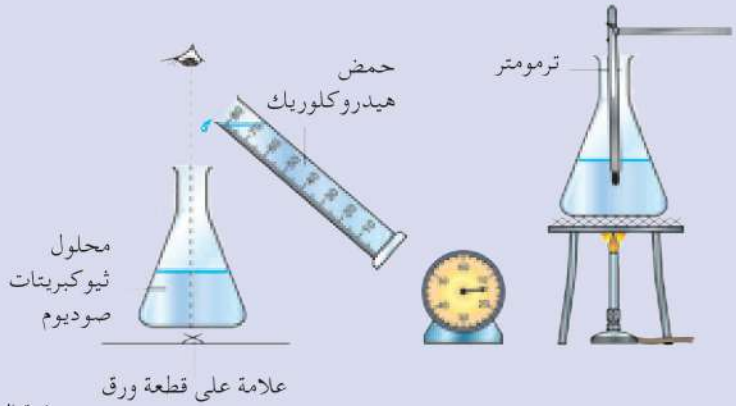
تجربة 4-1
تجربة لاستقصاء أثر درجة الحرارة على سرعة التفاعل

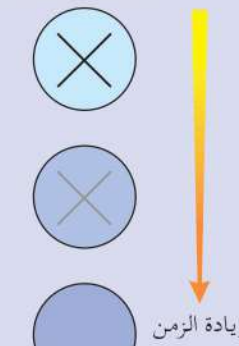
Experiment 4-1
An Experiment to Investigate How Temperature Affects the Speed of Reaction

تتفاعل ثيوكبريتات الصوديوم $Na_2S_2O_3$ مع حمض الهيدروكلوريك HCl لتكوين راسب أصفر من الكبريت.

$$Na_2S_2O_3(aq) + 2HCl(aq) \longrightarrow 2NaCl(aq) + SO_2(g) + H_2O(\ell) + S(s)$$

حمض هيدروكلوريك — ثيوكبريتات صوديوم





1- قس 10 سم^3 من محلول ثيوكبريتات صوديوم (40 جم ديسم$^{-3}$)، وضعها في دورق مخروطي الشكل، ثم أضف إليها 40 سم^3 ماء.

2- إذا لزم الأمر، سخِّن المحلول ببطء شديد حتى درجة حرارة 30°س تقريبًا.

3- أضف 5 سم^3 من حمض الهيدروكلوريك 2 مول ديسم$^{-3}$، وشغل ساعة الإيقاف.

4- قَلِّبْ المخلوط، وضع علامة x على قطعة ورق بيضاء. وضع فوقها الدورق.

5- انظر عموديًّا إلى أسفل للعلامة x، وسجل زمن اختفائها، (انظر الشكل).

6- كرر التجربة عند درجات حرارة 40°س، و50°س، و60°س، و70°س بتسخين محلول ثيوكبريتات الصوديوم قبل إضافة الحمض. ينصح بتسخين المحلول حتى درجة حرارة أعلى قليلًا من درجات الحرارة المذكورة، وذلك للأخذ في الاعتبار انخفاض درجة الحرارة قليلًا قبل إضافتك فعليًّا للحمض وتشغيل الساعة.

تخيل أن

سرعة التفاعل تتضاعف تقريبًا كلما ارتفعت درجة الحرارة 10°س. ومن ثم، فإن التفاعل الذي يتم عند درجة حرارة الغرفة 30°س يصبح أسرع مرتين عند 40°س، و أسرع 4 مرات عند 50°س، وأسرع 8 مرات عند 60°س، وأسرع 16 مرة عند 70°س، وأسرع 32 مرة عند 80°س، وأسرع 64 مرة عند 90°س، وأسرع 128 ضعفًا إذا تم الغليان عند 100°س.

اختبر فهمك 2

(1) ارسم شكلًا بيانيًّا للفقد في الكتلة (المحور ص) مقابل الزمن (المحور س).

الزمن (ث)	الفقد في الكتلة (جم)
0	0.0
10	4.0
20	6.5
30	8.5
40	9.5
50	10.0
60	10.0
70	10.0
80	10.0

(2) ما شكل المنحنى الذي تحصل عليه؟

(3) كيف يحدث فقد الكتلة في التفاعل الكيميائي؟

(4) أين ذهبت تلك الكتلة؟

(5) لماذا تكون قيم الفقد في الكتلة هي نفسها بعد 50 ثانية؟

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

حاول هذا !

(أ) أكمل جدول النتائج، كما يلي :

درجة الحرارة (س)	الزمن (ث)

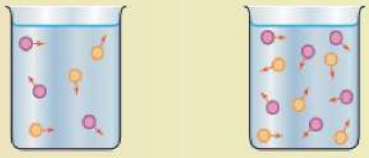
(ب) لماذا اختفت العلامة x ؟

(جـ) ما تأثير درجة الحرارة على سرعة التفاعل، وكيف يمكن تفسير ذلك في ضوء **نظرية التصادم؟**

التركيز

كلما زاد تركيز المواد المستخدمة (المتفاعلات)، كلما زادت سرعة التفاعل الكيميائي. يرجع ذلك إلى أنه عند التركيز الأعلى يزيد احتمال التصادم بين الجزيئات المتفاعلة وبعضها البعض بطاقة كافية لتكوين نواتج.

تزداد بصفة عامة سرعة التفاعل بزيادة تركيز المتفاعلات.



شكل 4-4 تحدث تصادمات أكثر عند التركيزات الأعلى.

عملًا بتأثير التركيز هذا، يُستخدم الأكسجين النقي بدلًا من الهواء في أنابيب الأكسجين داخل المستشفيات للتسريع بشفاء المرضى. ويستخدم أيضًا الأكسجين النقي في مشاعل لحام أوكسي أستيلين. فعند احتراق الأستيلين، تنطلق حرارة تستخدم في صهر فلز (ما) حتى يمكن لحامه أو قطعه. وإذا استخدمنا الأكسجين النقي بدلًا من الهواء فإن عدد التصادمات بين جزيئات الأستيلين والأكسجين تزيد. يحترق من ثم الأستيلين بسرعة أعلى مكونًا حرارة أكثر، ودرجة حرارة أعلى للحام.

الضغط

تزداد سرعة التفاعلات التي تتضمن غازات بزيادة الضغط. ويرجع ذلك مرة أخرى لتأثير التركيز لأن الضغوط الأعلى تضغط الجسيمات معًا، ومن ثم يزيد تركيزها داخل حجم معين. فتحدث لذلك تصادمات أكثر، وتزداد سرعة التفاعل.

تزداد سرعة التفاعل في التفاعل الغازي كلما زاد الضغط.

اختبر فهمك 3

يبين الجدول التالي متوسط درجات الحرارة في أماكن متعددة من العالم.

المدينة	متوسط درجة الحرارة (°س)
نيودلهي (الهند)	38 س
لندن (المملكة المتحدة)	20 س
ريك جافيك (أيسلندا)	10 س
موسكو (روسيا)	15 س
سبها (ليبيا)	40 س

(1) أي تلك المدن يظل الطعام فيها طازجًا
(أ) لأطول فترة؟
(ب) لأقصر فترة؟

(2) افترض أن ارتفاع درجة الحرارة 10 °س يضاعف معدل تحلل الطعام. بأي قدر تزيد صعوبة حفظ الطعام طازجًا في سبها مقارنة بلندن؟

تخيل أن

السيجارة متوسطة الحجم تحترق بأكملها في الأكسجين النقي خلال عشر ثوان!

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

تستخدم العمليات الصناعية التي تتضمن تفاعل غازات ضغوطًا مرتفعة. يتفاعل على سبيل المثال في طريقة هابر غازا النيتروجين والهيدروجين بسرعة مناسبة بزيادة الضغط حتى 300 ضعف الضغط الجوي.

حجم الجسيم

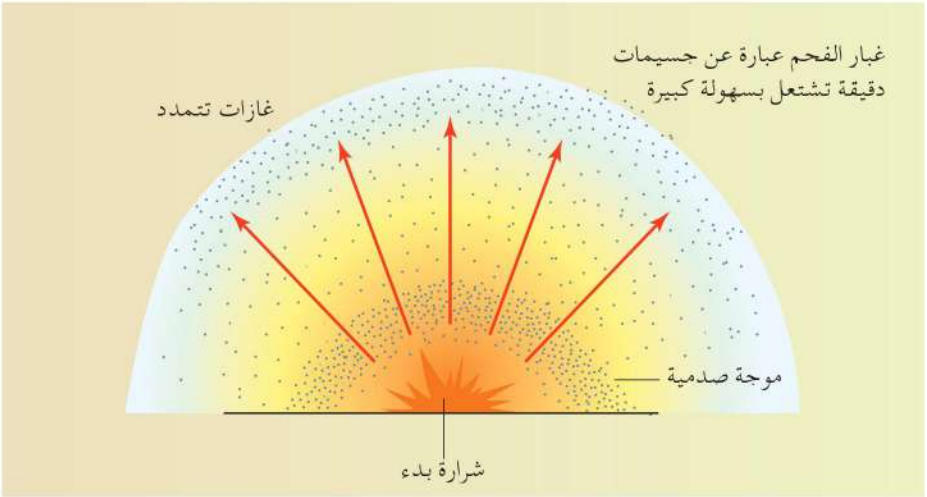
يكون للجسيمات الأصغر كالمساحيق **مساحة سطح** أكبر بكثير من الكتل الأكبر أو البلورات. فكلما زادت مساحة سطح جسيمات المادة، كلما أمكن للمادة المتفاعلة الأخرى مهاجمتها بسهولة أكثر، ومن ثم تزداد سرعة التفاعل.

كلما زادت مساحة سطح جسيمات المادة المتفاعلة، كلما زاد معدل التفاعل الكيميائي.

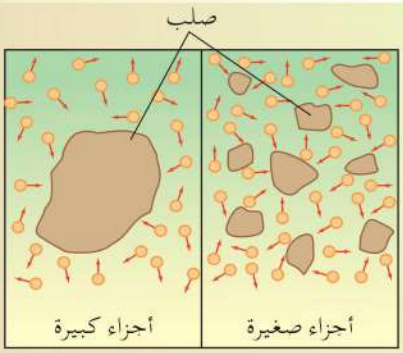
ولهذا السبب تلاحظ الذوبان البطيء لقوالب السكر عند إضافتها إلى مشروب ساخن مقارنة بالسكر المحبب. وتلاحظ أيضًا أثناء الطهي أن أجزاء الطعام الصغيرة تُطهى أسرع من الأجزاء الكبيرة. ويساعد أيضًا الطهي السريع على حفظ نكهة الطعام، والڤيتامينات، والمواد المغذية القيِّمة الأخرى.

تشتعل الجسيمات الدقيقة بسهولة

تتعرض أيضًا مناجم الفحم لخطورة الانفجار بسبب مساحة السطح. تختلط داخل المناجم جسيمات غبار الفحم الدقيقة مع غازات قابلة للاشتعال. وتوجد أيضًا نفس الخطورة في مطاحن الدقيق، حيث يمكن اشتعال الدقيق المسحوق الناعم بسهولة. لذا يجب تهوية كل من مناجم الفحم ومطاحن الدقيق جيدًا.



شكل 4-6 موجة صدمية في منجم فحم



شكل 4-5 يكون للأجزاء الأصغر مساحة سطح أكبر، ولذا تتصادم أكثر

فكر علميًّا

دمج الكيمياء في خبرات الحياة اليومية يمكن أن يساعدك على التعلم أكثر. عند تحضير كوب من القهوة، حاول تصميم تجارب لاستقصاء كل مما يلي:

- ما الذي يذوب أسرع، حبيبات أم حبات البن؟ فسر نتائجك.
- كيف تثبت أن السكر البني يحتوي على صبغة؟ اذكر التقنية المستخدمة.
- هل يكون طعم كوب القهوة البارد بحلاوة كوب القهوة الساخن؟ فسر نتائجك.
- ما الذي يذوب أسرع، قالب السكر أم ملء ملعقة سكر؟ فسر نتائجك.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

مراجعة سريعة

يمكن قياس سرعة التفاعل عن طريق :

- حجم الغاز المتصاعد .
- تغير الكتلة .
- تغير درجة الحرارة / اللون / الراسب أو pH.

العوامل المؤثرة على سرعة التفاعل هي :

- درجة الحرارة .
- الضغط .
- التركيز .
- حجم الجسيم .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا