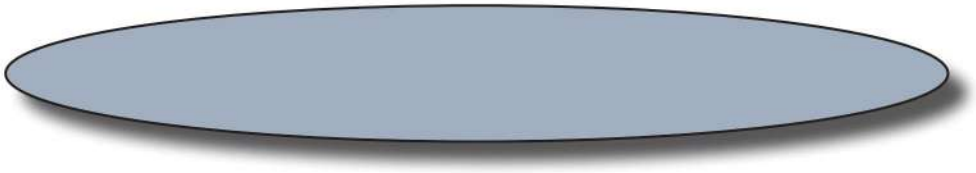
دولة ليبيا
وزارة التعليم
مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية

الكيمياء



للسنة الثانية من مرحلة التعليم الثانوي

(القسم العلمي)

الاسبوع الثامن

المدرسة الليبية بفرنسا ـ تور

العام الدراسي:
1441 / 1442 هـ . 2020 / 2021 م.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

مراجعة سريعة

يمكن قياس سرعة التفاعل عن طريق :

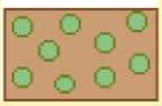
- حجم الغاز المتصاعد .
- تغير الكتلة .
- تغير درجة الحرارة / اللون / الراسب أو pH.

العوامل المؤثرة على سرعة التفاعل هي :

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

الامتزاز والامتصاص

يحدث الامتزاز عندما تصبح المادة مقيدة إلى سطح مادة أخرى . تمتز الغازات على أسطح العوامل الحفازة .



يحدث الامتصاص إذا انتشرت المادة الممتزة في معظم المادة . يمتص البلاستيك الصبغات فيصبح كله ملونًا، وليس سطحه فقط .

4-4 عوامل الحفز والأنزيمات Catalysts and Enzymes

العوامل الحفازة

يبقى التركيب الكيميائي للعوامل الحفازة، وتبقى كتلتها كما هما عند نهاية التفاعل، وذلك لأن العوامل الحفازة لا تستهلك، غير أن حالتها الفيزيائية يمكن أن تتغير .

العامل الحفاز مادة تزيد من معدل التفاعل الكيميائي دون أن تتغير كيميائيًا عند نهاية التفاعل .

فيمكن مثلًا أن يكون الحفاز بلورة في بداية التفاعل، ثم يصبح مسحوقًا في نهايته . للمساحيق مساحة سطح أكبر، لذلك تكون فرصتها أفضل في مساعدة الجزيئات المتفاعلة . وفي حين تزيد العوامل الحفازة من سرعة التفاعل، توجد أيضًا بعض المواد التي تقلل من سرعة التفاعلات، وتعرف **بالمثبطات** . يُستخدم الجليسرين لتثبيط (إبطاء) تحلل فوق أكسيد الهيدروجين، ومن ثم زيادة فترة تخزينه ويُستخدم من ناحية أخرى أكسيد المنجنيز (IV) كعامل حفاز لزيادة سرعة تحلل فوق أكسيد الهيدروجين إلى ماء وغاز أكسجين .

تخيل أن

في كل مرة تطلق فيها سفينة الفضاء الأمريكية، يُستخدم مايقرب من طن أكسيد حديد (III) كعامل حفاز لزيادة سرعة احتراق الوقود . ويعتبر ذلك ضروريًّا لإنتاج الكمية الضخمة من قوة الدفع اللازمة لعملية إطلاق الصاروخ إلى الفضاء .

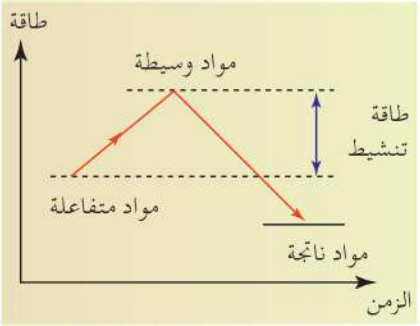
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ويعتبر ذلك مفيدًا عند تحضير غاز الأكسجين في المعمل:

فوق أكسيد الهيدروجين — ماء — أكسجين

$$2H_2O_2\,(aq) \xrightarrow{\text{تحلل}} 2H_2O\,(\ell) + O_2\,(g)$$

تعمل العوامل الحفازة بتوفير مسار مباشر لتحول المتفاعلات إلى نواتج. إذا رسمنا الطاقة مقابل الزمن لتفاعل ما بيانيًّا، نجد ما يسمى **بحاجز الطاقة** الذي يجب على المتفاعلات تخطيه (انظر شكل 4-7). يسمى ارتفاع ذلك الحاجز أعلى طاقة المتفاعلات **طاقة تنشيط**. ما تفعله العوامل الحفازة هو تخفيض طاقة التنشيط هذه، بحيث تسمح للمتفاعلات بالتحول إلى نواتج بسرعة أكبر. ويمكنك كبديل شرح العوامل الحفازة بدلالة ما يعرف "بالمواد الوسيطة"، وهي مركبات تتكون أثناء تحول المتفاعلات إلى نواتج، وتكون غير مستقرة تمامًا، ولكن تتاح لها فرصة أكبر للتكوّن في وجود حفاز. تأمل على سبيل المثال، تحول المتفاعلان X و Y إلى الناتج Z.
بمساعدة عامل حفاز C، يسير التفاعل كما يلي:



شكل 4-7 طاقة التنشيط

$$X + C \longrightarrow XC$$

متفاعل — حفاز — وسيط

$$XC + Y \longrightarrow Z + C$$

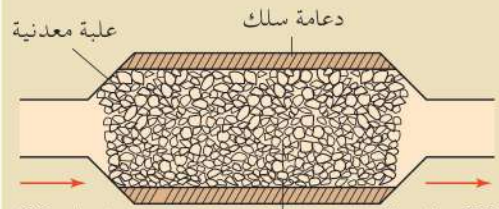
وسيط — متفاعل — ناتج — حفاز

تستخدم الكثير من التفاعلات الصناعية المهمة (انظر جدول 3) العوامل الحفازة. يزيد العامل الحفاز من سرعة التفاعل، ومن ثم يوفر الوقت والتكاليف. تعتبر الكثير من العوامل الحفازة **فلزات انتقالية**، وهي عادة جيدة في امتزاز الغازات على أسطحها، ولذلك تسمى **بالعوامل الحفازة السطحية**، وتوجد جزيئات المتفاعل على سطح العامل الحفاز بتركيز أعلى عما تكون عليه في الحالة الغازية. ولهذا السبب ولأسباب أخرى تتم التفاعلات بسرعة أكبر.

الحفاز	العملية الصناعية
الحديد	طريقة هابر لتصنيع الأمونيا .
خامس أكسيد الفاناديوم (V_2O_5)	طريقة التلامس لتصنيع ثالث أكسيد الكبريت .
النيكل	هدرجة الألكينات في تصنيع السمن النباتي
البلاتين	تصنيع حمض النيتريك

جدول 3 العوامل الحفازة المستخدمة في العمليات الصناعية

المحول الحفزي للسيارة



المعادلة الكيميائية:

$$2CO\,(g) + 2NO\,(g) \longrightarrow 2CO_2\,(g) + N_2\,(g)$$

أول أكسيد الكربون — أول أكسيد النيتروجين — ثاني أكسيد الكربون — غاز نيتروجين

مراجعة سريعة

النظرية التصادمية

لكي تتفاعل الجزيئات مع بعضها البعض، يجب أن:

- تتصادم مع بعضها البعض.
- يكون لديها طاقة كافية أثناء التصادم.
- تظل متلامسة مع بعضها البعض لفترة معينة من الزمن.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية

تستخدم بعض العوامل الحفازة في العمليات الحيوية، وتسمى **بالأنزيمات**. يوجد على سبيل المثال في الدم أنزيم يسمى **كتاليز** catalase يحفز تحلل فوق أكسيد الهيدروجين إلى ماء وأكسجين. ويمكن بيانه عمليًّا بسهولة إذا غمرت قطعة كبد – غنية بالدم – في كأس يحتوي على فوق أكسيد الهيدروجين. سيحدث فوران، ويتصاعد غاز أكسجين (انظر شكل 4-8).

شكل 4-8 فعل الأنزيمات

اختبر فهمك 1

يجب أن تكون جميع العمليات الصناعية التي تستخدم موادَّ كيميائية ذات جدوى اقتصادية، وأن توفر التكاليف حيثما أمكن. تُشترى المواد الخام، ثم تُستخدم الطاقة والعمالة لتحويل تلك المواد إلى نواتج مفيدة. وتُستخدم عادة العوامل الحفازة في تفاعلات كيميائية شتى لزيادة سرعة التفاعل. ويوفر ذلك الوقت والمال بتقليل الطاقة والعمالة المستخدمة، بشرط عدم ارتفاع تكلفة العامل الحفاز نفسه.

(أ) فيما يلي أرقام الإنتاج لتصنيع احدى المواد الكيميائية:

يوميًّا	مع حفاز	من دون حفاز
معدل الإنتاج	2 000 طن	1 200 طن
تكاليف الإنتاج	22 000 دينار	16 000 دينار

1- احسب تكاليف صناعة طن واحد من المنتج من دون الحفاز.
2- احسب تكاليف صناعة طن واحد من المنتج مع استخدام الحفاز.
3- كم تبلغ الأموال التي يوفرها استخدام الحفاز خلال أسبوع (6 أيام عمل)؟

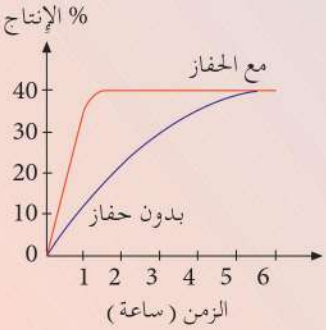
(ب) يمكن حساب نسبة الحصيلة لهذا المنتج الجديد من العلاقة:

$$\text{نسبة الحصيلة} = \frac{\text{الكتلة الفعلية المنتجة}}{\text{الكتلة المتوقعة}} \times 100$$

إذا توقع مهندس كيميائي إنتاج 80 طنًّا من المنتج كل ساعة، ثم وجد أن كل ما تم إنتاجه هو 32 طنًّا فقط في الساعة، ما نسبة الحصيلة؟

(جـ) يبين الشكل البياني تزايد نسبة الحصيلة مع الزمن لكل من التفاعل الذي استخدم فيه الحفاز، والتفاعل الذي لم يستخدم فيه الحفاز.

1- ما المدة الزمنية اللازمة لإنتاج 20% من المنتج من دون حفاز؟
2- ما المدة الزمنية اللازمة لإنتاج 20% من المنتج مع حفاز؟
3- ما الزمن الأكثر فعالية لوقف التفاعل مع الحفاز؟
4- ما نسبة المتفاعلات التي يمكن إعادة تدويرها بعد وقف التفاعل؟
5- يبدو أن التفاعل يبطئ حتى مع الحفاز، بعد زمن معين، فسر ذلك؟



تخيل أن

أنتج في العالم خلال عام 2006 منتجات تفوق قيمتها 5 تريليون دولار (5000 000 000 000 دولار) باستخدام العوامل الحفازة. وتتضمن تلك المنتجات اللدائن، والوقود، والغذاء، والقماش، والأدوية.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الأنزيمات

الأنزيمات عوامل حفازة بيولوجية توجد في جميع الكائنات الحية، وهي مسئولة عن تحلل المواد الغذائية كالدهون، والسكريات، والبروتينات. والأنزيمات تحفز أيضًا تفاعلات الأكسدة والاختزال العديدة التي تمد الخلايا بالطاقة.

الأنزيمات عوامل حفازة نموذجية، وتعمل عادة فقط في مدى pH ضيق جدًّا. تعمل معظم الأنزيمات بكفاية قصوى عند 37°س تقريبًا، وتتدمر بسرعة عند درجات الحرارة الأعلى. ونحصل على الأنزيمات من النباتات والحيوانات بما في ذلك الكائنات الدقيقة، وذلك باستخلاصها بإستخدام مذيبًا ملائمًا. ويكون من الضروري عادة هدم بناء الخلية أولًا بطحن العينة في هاون.

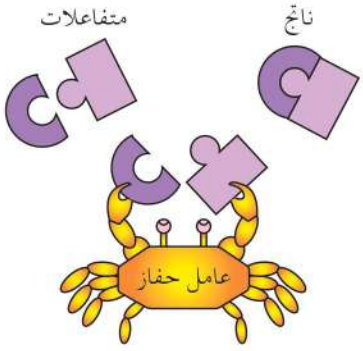
وللأنزيمات استخدامات تجارية عديدة منها تطبيقات في التخمر، وصناعة الجبن والزبادي، وتنظيف البالوعات، ومساحيق الغسيل البيولوجية. وتزيد الأنزيمات الموجودة في مساحيق الغسيل من سرعة التخلص من بقع معينة كبقع الدم والعرق.

وتزداد أهمية الأنزيمات في **التقانة الحيوية**. فيتم تحضير موادَّ كيميائية أرخص باستخدام تفاعلات بيولوجية. وتستخدم بعض تلك المواد الكيميائية، كإضافات غذائية مثل **جلوتامات أحادي الصوديوم** (M.S.G.)، التي تُضاف عادة إلى الأغذية المجفَّفة مثل مساحيق الحساء كنكهة لحم.

وتعتبر أيضًا التقانة الحيوية مسئولة عن تطور عقاقير عديدة مثل عقاقير السرطان. كما أنها تستخدم في إنتاج الأنسولين اصطناعيًّا بدلًا من استخلاصه من بنكرياس حيوانات معينة، والأنسولين مادة كيميائية (هرمون) يحتاجها مرضى السكر. تُنتج عقاقير أخرى بالتقانة الحيوية تتضمن هرمونًا يقضي على القزمية، وبروتينًا أُنتج في أستراليا يؤدي إلى تساقط صوف الأغنام، وبذلك يوفر تكاليف جزها (قصها).

تخيل أن

مساحيق الغسيل البيولوجية تحتوي على أنزيمات تحلل المواد الكيميائية في الطعام، والاوساخ، والبقع الأخرى في الملابس.

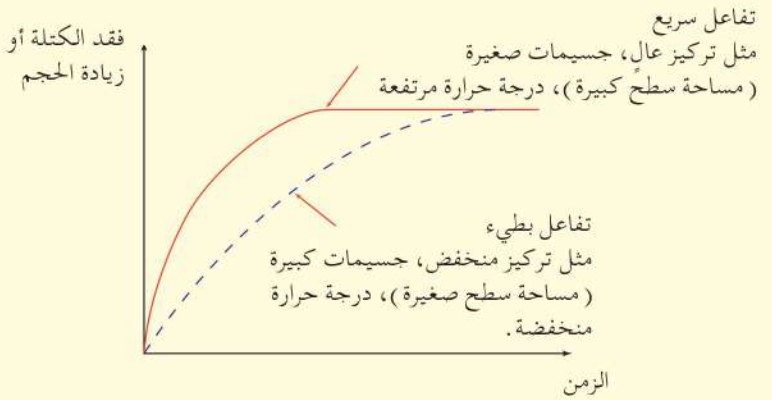


جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية

ملخص

فيما يلي قائمة بالنقاط المهمة الواجب تذكرها.

- العوامل الرئيسية التي تؤثر على سرعة التفاعل الكيميائي هي التركيز (للمتفاعلات)، والضغط (للمتفاعلات الغازية)، وحجم الجسيم (مساحة سطح المتفاعلات)، ودرجة الحرارة.
- يمكنك قياس سرعة أي تفاعل كيميائي باستخدام أجهزة تسجيل البيانات وأدوات الاستشعار(المجسات). ويسجل عادة التغير في كتلة أو حجم الغاز المتصاعد أثناء التفاعل عند فترات زمنية محددة. ويمكنك استخدام الحاسوب بعد ذلك لرسم العلاقة البيانية التي توضح سرعة التفاعل الكيميائي، مثل



- يلخص الجدول التالي تأثير العوامل الأربعة التي تؤثر على سرعة أي تفاعل كيميائي.

تفاعل بطيء	تفاعل سريع
تركيز منخفض	تركيز عالٍ
ضغط منخفض (غازات)	ضغط عالٍ (غازات)
حبيبات (مساحة سطح صغيرة)	مسحوق (مساحة سطح كبيرة)
درجة حرارة منخفضة	درجة حرارة مرتفعة

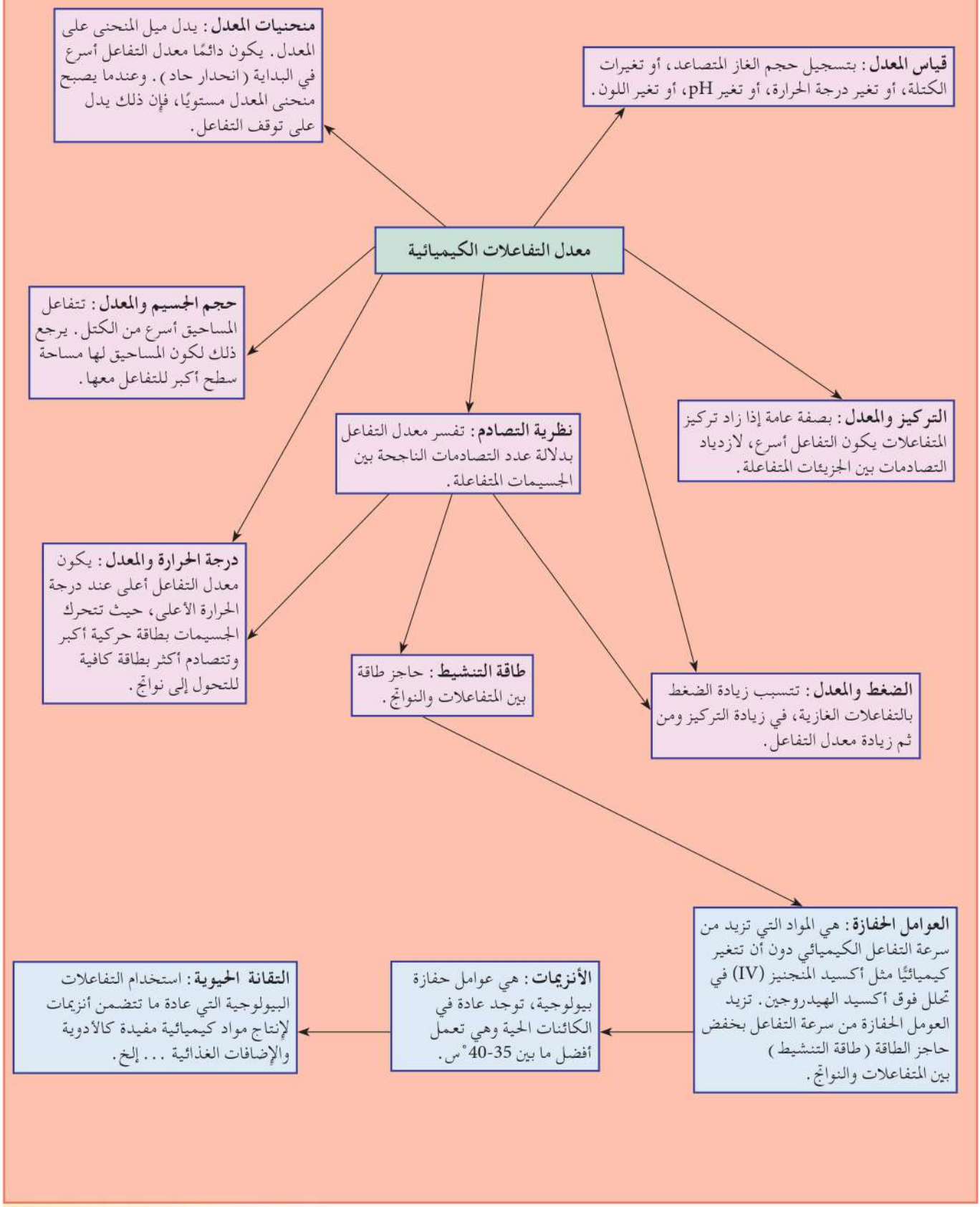
- تفسر نظرية التصادم سرعة التفاعل الكيميائي بدلالة تصادم جسيمات بطاقة كافية. فتزداد عند درجات الحرارة المرتفعة الطاقة الحركية للجسيمات، وتزداد فرص تصادمها بطاقة كافية لتتحول إلى نواتج. يزيد أيضًا التركيز العالي (والضغط إذا كانت التفاعلات غازية) من احتمال التصادم، كما يزيده زيادة مساحة السطح (في حالة المتفاعلات المسحوقة).
- العامل الحفاز مادة تزيد من معدل التفاعلات الكيميائية من دون أن تتغير كيميائيًّا عند نهاية التفاعل.
- تزيد العوامل الحفازة من سرعة التفاعلات الكيميائية بخفض حاجز طاقة التنشيط بين المتفاعلات والنواتج.
- تعمل العناصر الانتقالية ومركباتها كعوامل حفازة. من أمثلة ذلك:

العامل الحفاز	العملية الصناعية
الحديد	طريقة هابر: تصنيع الأمونيا
خامس أكسيد الفاناديوم (V_2O_5)	طريقة التلامس: تصنيع ثالث أكسيد الكبريت
النيكل	هدرجة (الزيوت) السائلة: في تصنيع السمن النباتي

- الأنزيمات عوامل حفازة بيولوجية موجودة في جميع الكائنات الحية.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

خريطة مفاهيم



جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

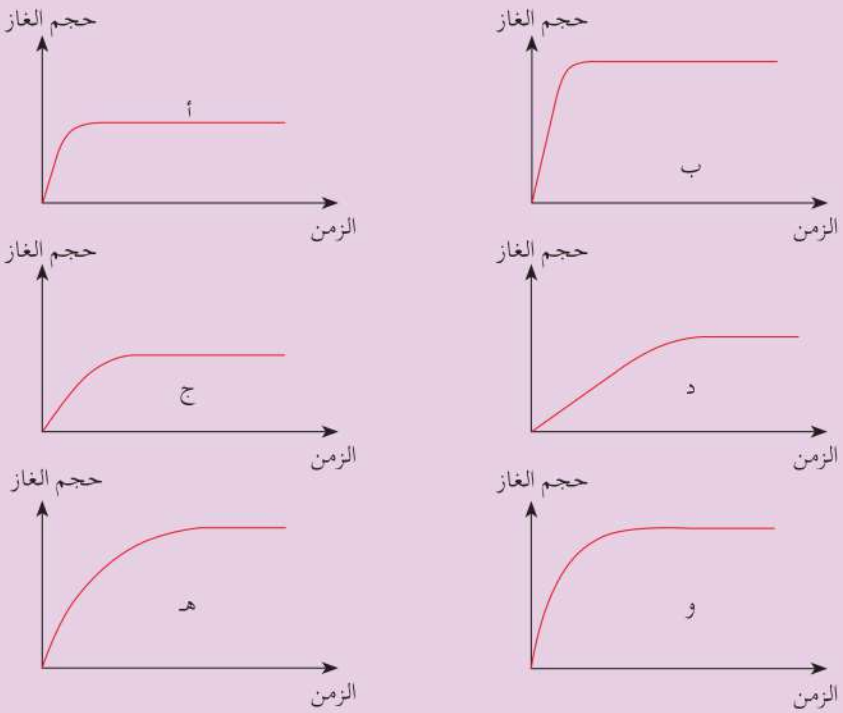
ركن التفكير

المهارة: الاستنتاج

استقصى أحمد وحامد تفاعل الخارصين وحمض الهيدروكلوريك. قاسا حجم غاز الهيدروجين المتصاعد، ورسما أشكالًا بيانية لحجم الغاز مقابل الزمن، ثم قاما بإجراء سلسلة من ست تجارب، غَيَّرا فيها عوامل مختلفة لاستقصاء سرعة التفاعل.

التجربة	الشروط
1	1 جم خراطة خارصين مع 100 سم^3 حمض هيدروكلوريك 1 مول ديسم$^{-3}$
2	0.5 جم خراطة خارصين مع 100 سم^3 حمض هيدروكلوريك 0.1 مول ديسم$^{-3}$
3	0.5 جم مسحوق خارصين مع 100 سم^3 حمض هيدروكلوريك 1 مول ديسم$^{-3}$
4	1 جم خراطة خارصين مع 100 سم^3 حمض هيدروكلوريك 10 مول ديسم$^{-3}$
5	1 جم خراطة خارصين مع 100 سم^3 حمض هيدروكلوريك 1 مول ديسم$^{-3}$ مبرد
6	0.5 جم خراطة خارصين مع 100 سم^3 حمض هيدروكلوريك 1 مول ديسم$^{-3}$

هل تستطيع استنتاج أي تجربة تناظر أي شكل بياني؟



جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا