المعلم الالكتروني الشامل

الفكرةُ الرئيسة:

تؤدي التصادمات الفاعلة بين جسيمات المواد المتفاعلة، إلى حدوث التفاعل الكيميائي

وتتحدد سرعة التفاعل بعوامل عدة تؤدي إلى زيادتها أو إبطائها.

نتاجاتُ التعلُّمِ:

- أوضح المقصود بكل من: نظرية التصادم، التصادم الفعال، المعقّد المنشّط، طاقة التنشيط.

- أفسر العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل الكيميائي وفق نظرية التصادم.

المفاهيمُ والمصطلحات:

نظرية التصادم Collision Theory

التصادم الفعال Effective Collision

المعلم الالكتروني الشامل

المعلم الالكتروني الشامل

طاقة التنشيط Activation Energy

المعقّد المنشّط A ctivated Complex

العامل المساعد Catalyst

نظرية التصادم Collision Theory

وضعت هذه النظرية من قبل العالمين ماكس تراوتز ووليام لويس؛لتفسير حدوث التفاعلات الكيميائية وتفاوت سرعاتها، وقدمت اقتراحات حول كيفية تغيير سرعة التفاعل الكيميائي. وتفترض **نظرية التصادمCollision Theory:**

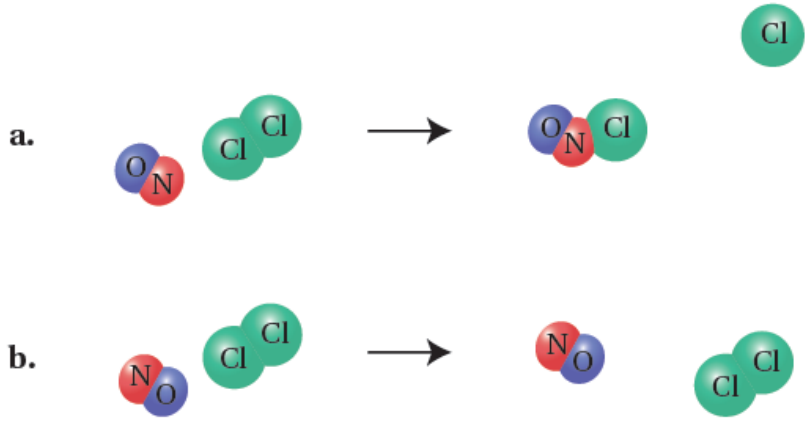
- أنه لحدوث تفاعل كيميائي يجب تصادم جسيمات المواد المتفاعلة معًا، سواء كانت ذرات أو أيونات أو جزيئات.
- أن تكون طاقة التصادم كافية لتكسير الروابط بين الجسيمات المتفاعلة وتكوين روابط جديدة.
- أن يكون اتجاه تصادم هذه الجسيمات صحيحًا.

المعلم الالكتروني الشامل

فمثلا؛ تتفاعل جزيئات أحادي أكسيد النيتروجين NO مع جزيئات الكلور Cl_2 وفق المعادلة الآتية:

$$NO_{(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow NOCl_{(g)} + Cl_{(g)}$$

يوضح الشكل (11) طرائق لتصادم الجسيمات بعضها ببعض؛ ولكن ليس كل تصادم يؤدي الى تكوين نواتج، بل -فقط- عندما يكون اتجاه تصادم الجسيمات صحيحًا.



الشكلُ (11): تصادم جسيمات NO مع جسيمات Cl_2.

Collision اتجاه التصادم والمعقّد المنشّط direction and Activated Complex

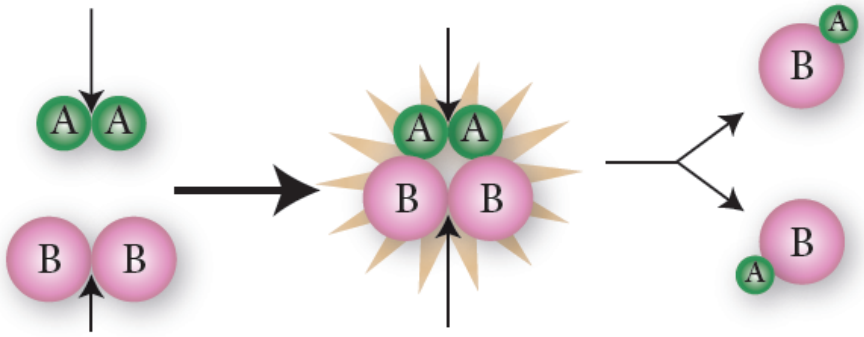
المعلم الالكتروني الشامل

يحدث كثير من التصادمات بين جسيمات المواد المتفاعلة؛ إلا أن عدد التصادمات التي تؤدي إلى تكوين النواتج تكون قليلة مقارنة بعدد التصادمات الكُليّة. يطلق على التصادم الذي يمتلك طاقة كافية ويؤدي إلى حدوث التفاعل وتكوين النواتج؛ التصادم الفعال Effective Collision.

ويتطلب هذا أن يكون تصادم الجسيمات المتفاعلة في الاتجاه الصحيح (الاتجاه المناسب).وأن تمتلك الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لبدء التفاعل. وفي هذه الظروف تتكسر الروابط بين جسيمات المواد المتفاعلة، وتتكون روابط جديدة في المواد الناتجة.

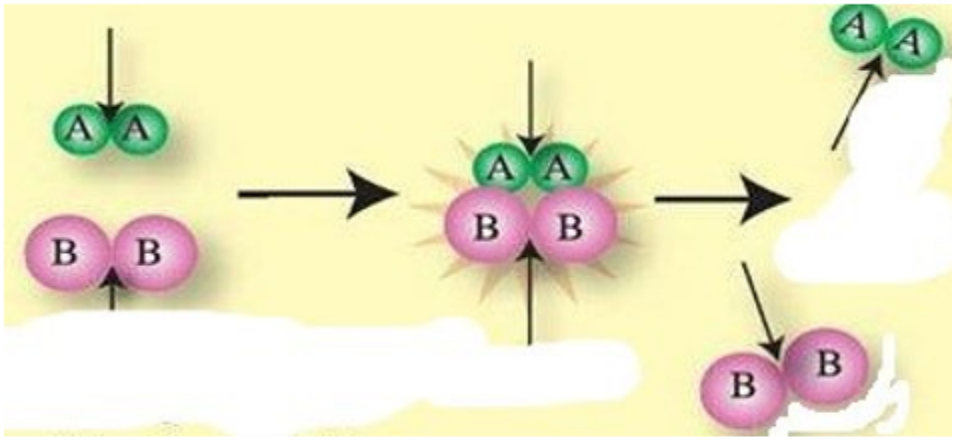
فمثلا؛ في المعادلة العامة: $A_2 + B_2 \rightarrow 2AB$ ؛ مع جسيمات A يجب أن تتصادم جسيمات المادة في الاتجاه الصحيح كي يحدث التفاعل، وأن B المادة تتوافر الطاقة الكافية، أنظر الشكل (12) الذي يبين من A ؛ عندما تتصادم ذرتي ABتكون النواتج 2 من الجزيء B_2 مع ذرتي A_2 الجزيء

المعلم الالكتروني الشامل



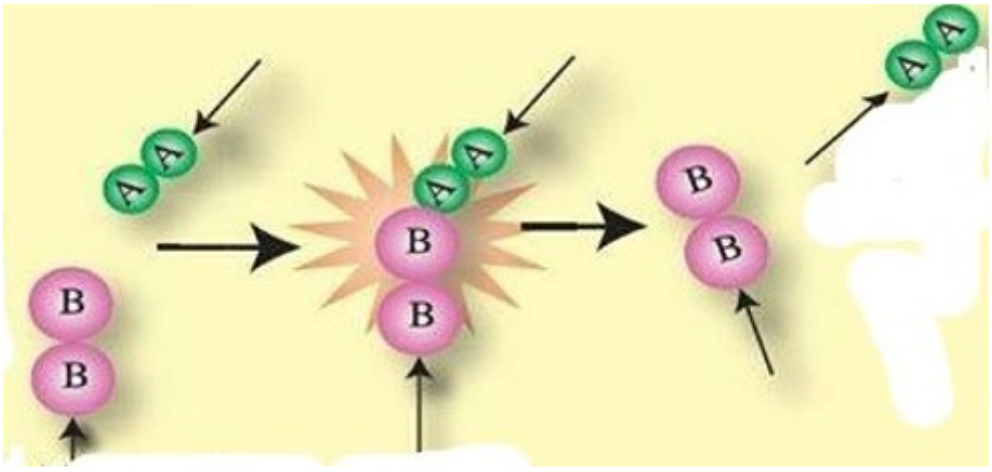
الشـكلُ (12): اتجاه تصادم صحيح وطاقـة كافية.

عندما يكون اتجاه تصادم جسيمات المواد المتفاعلة صحيحًا، ولكنها لا تمتلك الطاقة الكافية للتفاعل؛ فإن الجسيمات ترتد بعضها عن بعض عند تصادمها، ولا يحدث التفاعل، ولا تتكون النواتج، أنظر الشكل (13).



الشكل (12) اتجاه تصادم صحيح وطاقة غير كافية.

وكذلك الحال إذا كانت كمية الطاقة غير كافية للتفاعل، وكان اتجاه التصادم غير صحيح؛ فإن الجسيمات ترتد بعضها عن بعض ولا يحدث التفاعل، (أنظر الشكل (14).



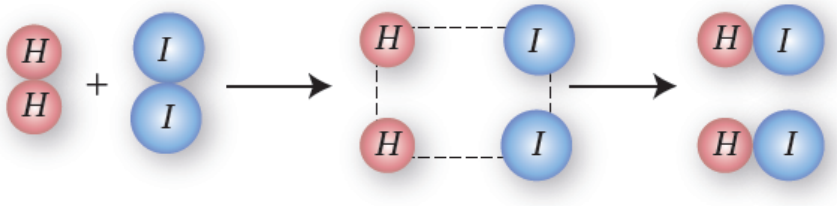
الشكل(13)اتجاه تصادم غير صحيح وطاقة حركية غير كافية

وعند حدوث التصادم الفعال، تتكوّن جسيمات تسمى المعقّد المنشّط Activated Complex ؛ وهو حالة انتقالية غير مستقرة من تجمع الذرات،يبدأ فيها تكسير الروابط وتكوين روابط جديدة، وتمتلك أعلى طاقة؛ وسرعان ما .(HC) يطلق عليها طاقة المعقّد المنشّط

المعلم الالكتروني الشامل

يتفكك المعقّد المنشّط مكوّنًا المواد الناتجة أو المتفاعلة مرة أخرى.

ويوضح الشكل(15)المعقّد المنشّط المتكون من تفاعل الهيدروجين H_2 مع اليود I_2



الشكلُ (15): المعقّد المنشّط في تفاعل H_2 مع I_2.

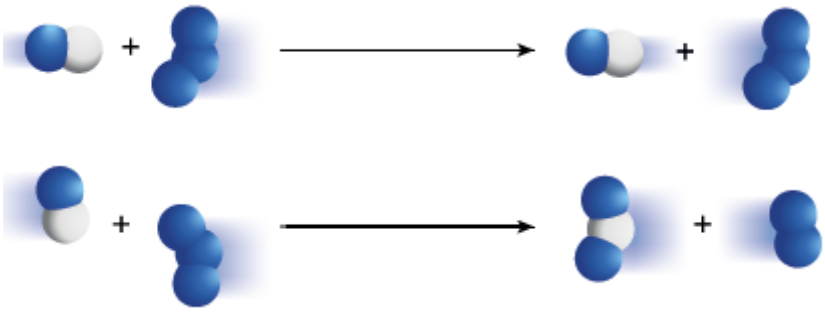
أفكر: هل يمكن حدوث تفاعل إذا امتلكت الجسيمات الطاقة الكافية وكان اتجاه تصادمها غير صحيح؟

الاجابة:إذا لم يتوفر الشرطين معا لحدوث التفاعل وهما الاتجاه الصحيح والطاقة الكافية، فإنه لا يحدث تفاعل وبدون الشرطين معا لا يحدث تفاعل.

المثال 15 أستنتج من الشكل الآتي أي الاحتمالين يعدّ اتجاهًا صحيحًا للتصادم الفعال بين جزيئات أحادي أكسيد النيتروجين وجزيئات الأوزون؛ وفق المعادلة الآتية:

المعلم الالكتروني الشامل

$$NO + O_3 \rightarrow NO_2 + O_2$$



الحلّ:

ألاحظ من الاحتمال الأول؛ أنه لم يتغير ترتيب الذرات المتفاعلة عن الناتجة؛ مما يعني أن اتجاه التصادم غيرصحيح، في حين أن الاحتمال الثاني يعدّ اتجاهًا صحيحًا للتصادم الفعال؛ لأنه أدى إلى إعادة ترتيب الذرات كما يتّضح من الشكل.

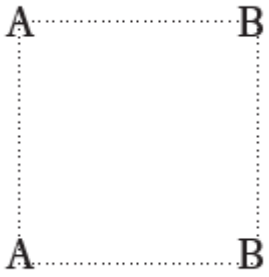
المثال 16: أرسم المعقّد المنشّط المتكون عن التفاعل العام الآتي:

$$2AB \rightarrow A_2 + B_2$$

المعلم الالكتروني الشامل

الحلّ:

في الجسيمات B وذرتي A يحدث التصادم بين ذرتي وتتكون ، A-B ويتوقع أن تنكسر كل رابطة ، AB فيكون المعقّد المنشّط كما B-Bو ؛ A-A الرابطة بين يأتي:



أتحقَّق:

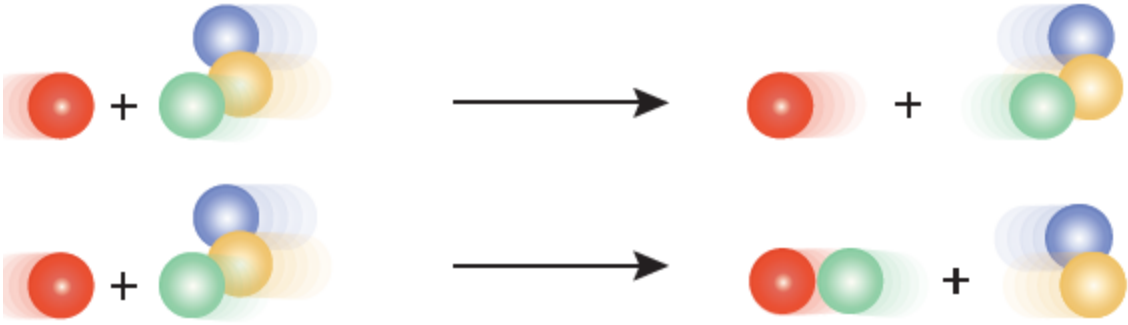
1- ما الشرطان اللازم توافرهما حتى يكون التصادم فعالً؟

الاجابة: اتجاه التصادم صحيح (اتجاه مناسب), وامتلاك الطاقة الكافية.

2- بالاعتماد على شرطي التصادم الفعال؛ أستنتج من الشكل الإفتراضي الآتي أي الحالتين تمثل تصادمًا

المعلم الالكتروني الشامل

فعالً، وأيهما تمثل تصادمًا غير فعال، وأفسر إجابتي.



الحالة الأولى: تصادم غير فعال حيث لم يتغير ترتيب الذرات الناتجة عن المتفاعلة.

الحالة الثانية :تمثل تصادم فعال حيث أدى إلى إعادة ترتيب ذرات المواد الناتجة مقارنة بالمواد المتفاعلة.

طاقة التنشيط (Activation Energy (Ea

تشترط نظرية التصادم امتلاك الجسيمات المتفاعلة طاقة كافية لحدوث التفاعل، ويطلق على هذه الطاقة؛ طاقة التنشيط (Activation Energy (Ea ، وهي الحد الأدنى من الطاقة الحركية التي يجب أن تمتلكها الجسيمات المتفاعلة

المعلم الالكتروني الشامل

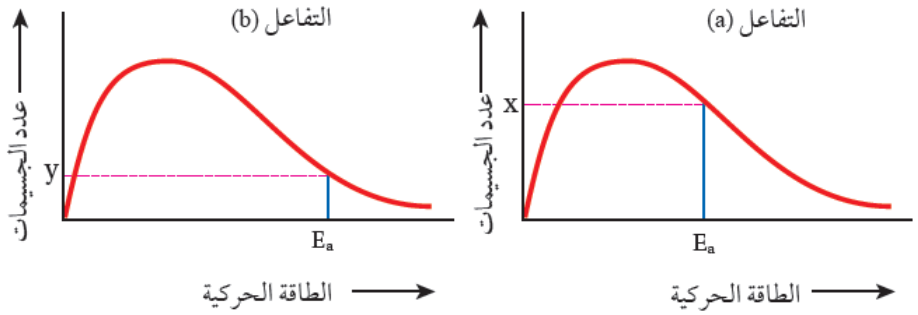
المعلم الالكتروني الشامل

كي تبدأ التفاعل وتكون المعقّد المنشّط.

وعندما تكون طاقة التنشيط اللازمة لحدوث التفاعل منخفضةً؛ فهذا يعني أن هناك عددًا كبيرًا من الجسيمات تمتلك طاقة كافية لحدوث التفاعل وتكوين المعقّد المنشّط عند تصادمها في الإتجاه الصحيح، Y و X أن الرمزين (a, b يتّضح من الشكل (16 يمثلان عدد الجسيمات التي تمتلك طاقة التنشيط، أكبر من عدد الجسيمات X وألاحظ أن عدد الجسيمات فتزداد بذلك سرعة التفاعل ويزداد احتمال تكون Y. النواتج كما في الشكل (16)، a(

في حين عندما تكون طاقة التنشيط اللازمة لحدوث التفاعل عالية؛ فهذا يعني أن عددًا قليلً من الجسيمات يمتلك طاقة كافية لتكوين المعقّد المنشّط؛ فتكون سرعة التفاعل بطيئة. أنظر الشكل(16 b).

المعلم الالكتروني الشامل



الشكلُ (16): طاقة التنشيط وعـدد الجسيمات التـي تمتلكها.

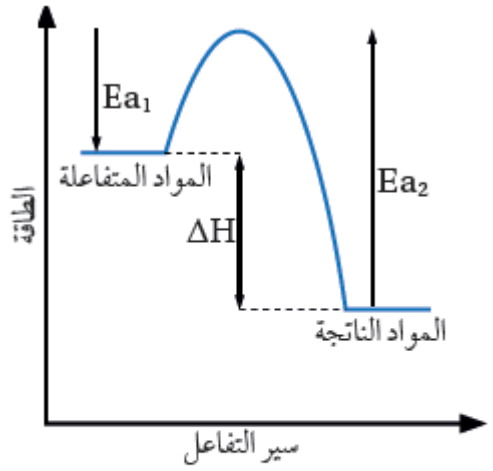
ويمكن توضيح هذه العلاقة عن طريق شخص يقوم بدفع عربة ثقيلة إلى قمة تلّ، فإذا كان التلّ مرتفعًا؛ سيحتاج الشخص إلى طاقة كبيرة لدفع العربة نحو القمة، كما أنه سيستغرق وقتًا طويلًا للوصول الى قمة التلّ.

أما اذا كان التلّ منخفضًا؛ فسيحتاج الى طاقة أقل لدفع العربة الى قمة التلّ، وسيوصلها في وقت أسرع.

يوضح الشكل (17)؛ سير تفاعل أول اكسيد الكربون CO مع ثاني أكسيد النيتروجين NO_2 ؛ لإنتاج ثاني أكسيد الكربون CO_2 وأحادي أكسيد النيتروجين NO ، وفق المعادلة الآتية:

المعلم الالكتروني الشامل

$$CO_{(g)} + NO_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + NO_{(g)}$$



الشكلُ (17): سير تفاعل طارد للحرارة.

ويبين الشكل أن المواد المتفاعلة تمتلك كمية من الطاقة تسمى طاقة المواد المتفاعلة أو المحتوى الحراري للمواد المتفاعلة، ويرمز لها بالرمز H_R ، وأن المواد الناتجة تمتلك كمية من الطاقة تسمى طاقة المواد الناتجة أو المحتوى الحراري للمواد الناتجة ويرمز لها بالرمز H_P ، وألاحظ أن طاقة المواد الناتجة H_P؛ أقل من طاقة المواد المتفاعلة H_R ، مما يعني أن التفاعل يصاحبه فقدان للطاقة،

المعلم الالكتروني الشامل

ويسمى فرق الطاقة هذا بين طاقة المواد المتفاعلة وطاقة المواد الناتجة التغيّر في المحتوى الحراري للتفاعل، ويرمز له بالرمز ΔH حيث:

التغيّر في المحتوى الحراري للتفاعل = طاقة المواد الناتجة - طاقة المواد المتفاعلة

$$\Delta H = H_P - H_R$$

وتسمى التفاعلات التي تفقد طاقة؛ التفاعلات الطاردة للطاقة.

كما يتضح من الشكل أن المواد المتفاعلة تكتسب الطاقة عند تصادمها لتكوين المعقّد المنشّط؛ وتسمى هذه الطاقة طاقة تنشيط التفاعل الأمامي Ea_1 ، وهي الطاقة التي يجب أن تمتلكها المواد المتفاعلة عند تصادمها لتكوين المواد الناتجة، وفي هذه الحالة تتصادم جزيئات CO و NO_2 ، مع وجود كمية كافية من الطاقة؛ فتكوّن المعقّد

المعلم الالكتروني الشامل

المنشّط، ثم تنكسر الروابط، وتتكون روابط جديدة مكونة المواد الناتجة.

بالنظر إلى التفاعل العكسي بين ثاني أكسيد الكربون CO_2 وأحادي أكسيد النيتروجين NO ؛ لإنتاج CO و NO_2 ؛ وفق المعادلة السابقة، يتضح من الشكل(17)؛ أن فرق الطاقة بين طاقة المواد الناتجة وطاقة المعقّد المنشّط H_C ، تسمى طاقة تنشيط التفاعل العكسي Ea_2 . وألاحظ أن طاقة التنشيط للتفاعل العكسي أكبر من طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي، وبالتالي يكون التفاعل العكسي ماصًّا للطاقة.

ويمكن التعبير- أيضًا- عن التغيّر في المحتوى الحراري؛ بدلالة الفرق بين طاقة تنشيط التفاعل الأمامي Ea_1 ، وطاقة تنشيط التفاعل العكسي Ea_2 ، حيث:

التغيّر في المحتوى الحراري للتفاعل= طاقة تنشيط التفاعل الأمامي - طاقة تنشيط التفاعل العكسي

$$\Delta H = Ea_1 - Ea_2$$

والإشارة الموجبة ΔH تعني تفاعلً ماصًّا للطاقة، في حين تعني الإشارة السالبة تفاعلً طاردًا للطاقة.

المثال 17:

بدراسة منحنى التفاعل الماصّ للطاقة المجاور؛ أجد قيمةكلٍّ مما يأتي بوحدة(kJ)

1- طاقة المواد المتفاعلة.

2- طاقة المواد الناتجة.

3- طاقة المعقّد المنشّط.

4- طاقة تنشيط التفاعل الأمامي.

5- طاقة تنشيط التفاعل العكسي.

6- التغيّر في المحتوى الحراري للتفاعلΔH.

الحلّ:

1) 10kJ

2) 30kJ

3) 70kJ

4) لحساب طاقة تنشيط التفاعل الأمامي؛ أحسب الفرق بين طاقة المعقّد المنشّط وطاقة المواد المتفاعلة:

طاقة تنشيط التفاعل الأمامي= طاقة المعقّد المنشّط - طاقة المواد المتفاعلة

$$Ea_1 = H_C - H_R = 70 - 10$$
$$= 60\ kJ$$

المعلم الالكتروني الشامل

5) لحساب طاقة تنشيط التفاعل العكسي؛ أحسب الفرق بين طاقة المعقّد المنشّط وطاقة المواد الناتجة:

طاقة تنشيط التفاعل العكسي = طاقة المعقّد المنشّط - طاقة المواد الناتجة

$$Ea_2 = H_C - H_P = 70 - 30 = 40\ kJ$$

6) لحساب التغيّر في المحتوى الحراري للتفاعل؛ أحسب الفرق بين طاقة المواد المتفاعلة وطاقة المواد الناتجة:

$$\Delta H = H_P - H_R$$

$$20kJ = 30 - 10$$

المثال18:

المعلم الالكتروني الشامل

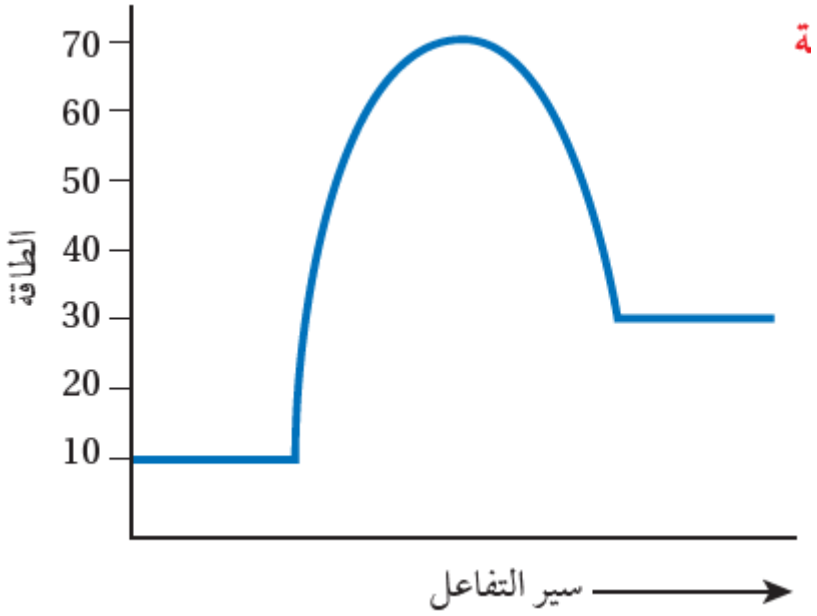
المعلم الالكتروني الشامل

في تفاعل ما؛ كانت طاقة المواد المتفاعلة 45kJ
وكان التغيّر في المحتوى الحراري للتفاعل،

25kJ ، وطاقة تنشيط التفاعل العكسي 55kJ
أجد قيمة كل مما يأتي (بوحدة kJ)؛

1- طاقة المواد الناتجة؟

2- طاقة المعقّد المنشّط؟



3- طاقة تنشيط التفاعل الأمامي؟

4- هل التفاعل ماصّ للطاقة أم طارد لها؟

تحليل السؤال:(المعطيات)

المعلم الالكتروني الشامل

$H_R = 25\ kJ$

$\Delta_H = 45\ kJ$

$Ea_2 = 55\ kJ$

الحلّ:

1- أحسب طاقة المواد الناتجة من الفرق بين طاقة المواد المتفاعلة والتغيّر في المحتوى الحراري:

$$\Delta H = H_P - H_R$$

$$H_P - 25 = 45$$

$$H_P = 70\ kJ$$

2- أحسب طاقة المعقّد المنشّط بمعرفة طاقة التنشيط للتفاعل العكسي وطاقة المواد الناتجة:

$$Ea_2 = H_C - H_P$$

$$H_C - 70 = 55$$

المعلم الالكتروني الشامل

$H_C = 125\ kJ$

3- أحسب طاقة تنشيط التفاعل الأمامي من الفرق بين طاقة المعقّد المنشّط وطاقة المواد المتفاعلة:

$$Ea_1 = H_C - H_R = 125 - 25 = 100\ kJ$$

4- ألاحظ أن إشارة التغير في المحتوى الحراري موجبة؛ فهذا يعني أن التفاعل ماصّ للطاقة.

أتحقَّق: في تفاعل ما؛ كانت قيمة التغيّر في المحتوى الحراري للتفاعل80kJ- ،وطاقة المواد الناتجة15kJ ،وطاقة المعقّد المنشّط 150kJ ؛أحسب:

1- طاقة المواد المتفاعلة. (95kJ)

2- طاقة تنشيط التفاعل العكسي. (135kJ)

3- طاقة تنشيط التفاعل الأمامي. (55kJ)

العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل الكيميائي

المعلم الالكتروني الشامل

المعلم الالكتروني الشامل

FACTORS AFFECTING RATE OF CHEMICAL REACTION

تتأثر سرعة التفاعل الكيميائي بمجموعة من العوامل التي يمكن التحكم بها لزيادة سرعة التفاعل أو إبطائها، فما هذه العوامل؟ وما أثرها في سرعة التفاعل؟

The Nature of طبيعة المواد المتفاعلة Reactants

تتفاعل بعض المواد أسرع من غيرها؛ تبعًا لنشاطها الكيميائي، فمثلًا؛الصوديوم أسرع تفاعلً مع الماء مقارنة بالمغنيسيوم، وذلك لأن الصوديوم أكثر نشاطًا كيميائيًا من المغنيسيوم، وأيضًا تفاعل الخارصين مع محلول نترات الفضة أسرع من تفاعل النحاس؛ لأن الخارصين أنشط كيميائيًا من النحاس.

المعلم الالكتروني الشامل

المعلم الالكتروني الشامل

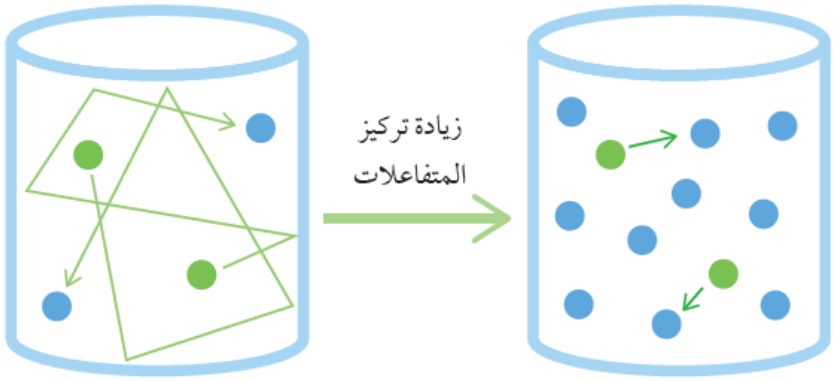
تركيز المواد المتفاعلة Concentration of Reactants

يؤدي زيادة تركيز المواد المتفاعلة، إلى زيادة عدد الجسيمات في وحدة الحجم، فيزداد عدد التصادمات الكليّة بينها؛ مما يؤدي إلى زيادة فرصة اصطدام الجسيمات بعضها ببعض في الاتجاه الصحيح، وبالتالي يزداد عدد التصادمات الفعالة بينها، مما يؤدي إلى زيادة سرعة التفاعل. فمثلً؛ تفاعل كتلة محددة من

الخارصين Zn مع 20mL ، من محلول حمض الهيدروكلوريك HCl ؛ تركيزه 1M ، يؤدي إلى انطلاق كمية من غاز الهيدروجين H_2 من التفاعل أكبر منها عند تفاعل كتلة الخارصين Zn ذاتها مع 20mL من محلول حمض الهيدروكلوريك HCl ؛ تركيزه 0.1M في الفترة الزمنية ذاتها. وعلى سبيل المثال أيضًا؛ فإن سرعة تفاعل المواد مع الأكسجين النقي O_2 أكبر

المعلم الالكتروني الشامل

من سرعة تفاعلها مع الهواء؛ وذلك لأن تركيز الأكسجين النقي أكبر من تركيزه في الهواء. أنظر الشكل (18) الذي يبين زيادة عدد تصادمات الجسيمات المتفاعلة بزيادة تركيزها.



الشكلُ (18): زيادة عدد التصادمات بزيادة تركيز الجسيمات المتفاعلة.

مساحة سطح المواد المتفاعلة Surface Area of Reactant

يؤدي زيادة مساحة سطح المواد الصلبة المعرضة للتفاعل، إلى زيادة عدد

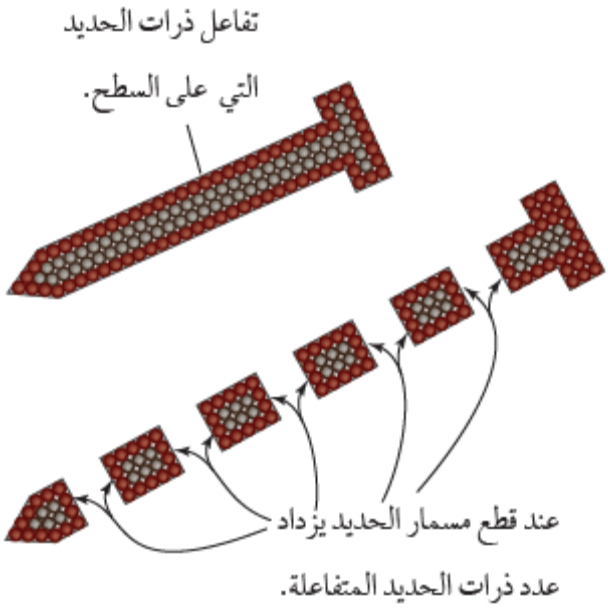
التصادمات الفعالة؛ فتزداد سرعة التفاعل.

توفر الكتلة الكبيرة من المادة الصُلبة مساحة سطح صغيرة، وعند تجزئتها إلى

قطع أصغر أو طحنها على شكل مسحوق؛ تزداد مساحة السطح المعرض للتفاعل،

وبهذا؛ فإن الكتلة الكبيرة توفر مساحة سطح أصغر مقارنة بمساحة السطح التي

توفرها الكتلة الصغيرة. انظر الشكل (19).



الشـكلُ (19): بزيادة مساحة السطح تزداد سرعة التفاعل.

فمثلاً؛ تحترق نشارة الخشب بسرعة أكبر من احتراق قطعة الخشب ذات الكتلة نفسها؛

كما أن تفاعل برادة الحديد مع حمض الهيدروكلوريك أسرع من تفاعل قطعة الحديد التي

لها الكتلة ذاتها.

درجة الحرارة Temperature

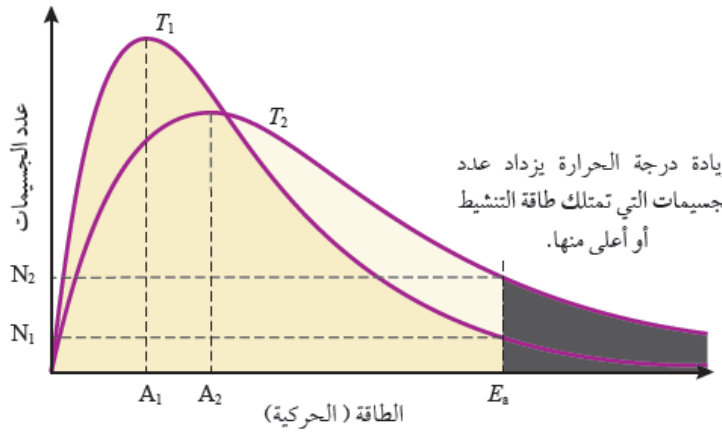
تؤدي زيادة درجة الحرارة إلى رفع الطاقة الحركية لجسيمات المواد المتفاعلة؛

وبالتالي يزداد عدد الجسيمات التي تمتلك طاقة تساوي طاقة التنشيط أو أعلى منها؛

فيزداد عدد التصادمات الفعالة فتزداد سرعة التفاعل.
ويمكن توضيح ذلك من الشكل

(20) الذي يبين طاقة الجسيمات ودرجة حرارتها؛

المعلم الالكتروني الشامل



الشـكلُ (20): طاقة الجسيمات ودرجة حرارتها.

فالمساحة تحت كل منحنى تمثل النسبة المئوية للجسيمات عند درجة حرارة معينة، وبزيادة درجة الحرارة؛ فإن متوسط الطاقة الحركية A_2 للجسيمات عند درجة الحرارة T_2 أعلى من متوسط الطاقة الحركية A_1 عند درجة الحرارة T_1 ، ويحدد الخطّ المتقطع طاقة التنشيط للتفاعل Ea وهي لا تتغير بتغير درجة الحرارة؛ أما المنطقة السوداء فتمثل الجسيمات التي تمتلك طاقة كافية للتفاعل، حيث يكون عددها N_2 عند درجة حرارة T_2 أعلى من عددها N_1 عند درجة الحرارة T_1 ؛ فتزداد سرعة اصطدامها بعضها ببعض، ويزداد بذلك عدد التصادمات الفعالة؛ مما يؤدي الى زيادة سرعة التفاعل.

المعلم الالكتروني الشامل

المعلم الالكتروني الشامل

الربط بالهندسة :تتأثر سرعة تصلب الخلطة الأسمنتية(الخرسانة) بدرجة الحرارة، لذلك

يعمل المهندس المختص على إضافة مواد كيميائية بنسب محددة إلى الخلطة لزيادة سرعة تصلبها أو إبطائها؛ ضمن فترة زمنية محددة تبعًا لمواصفات قياسية. وبهذا يضاف كلوريد الكالسيوم إلى الخلطة لزيادة سرعة تصلبها في فصل الشتاء، في حين يضاف الجبس إلى الخلطة لإبطاء سرعة تصلّبها في فصل الصيف.

العامل المساعد الحفاز(Catalyst)

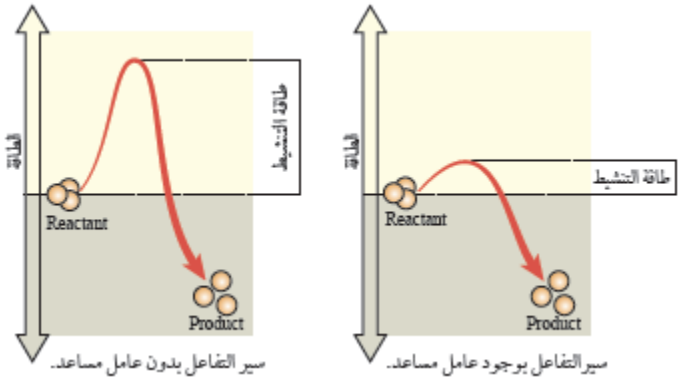
تزداد سرعة التفاعل الكيميائي بوجود العامل المساعد (العامل الحفاز).

والعامل المساعد Catalyst مادة تزيد من سرعة التفاعل الكيميائي دون أن

تُستهلك أثناء التفاعل .

المعلم الالكتروني الشامل

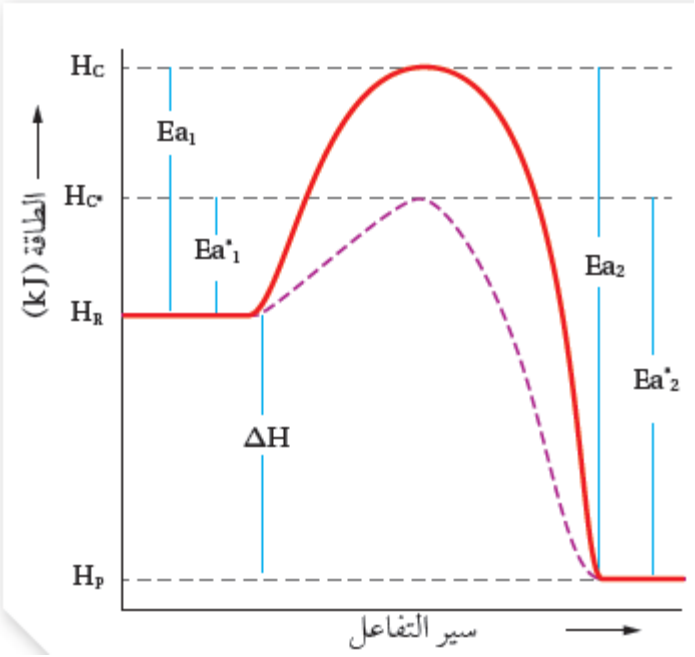
وقد بينت التجارب أن العامل المساعد يمهد مسارًا بديلً للتفاعل، بحيث يقلل طاقة التنشيط؛ مما يجعل حدوث التفاعل أسرع في زمن أقلّ. أنظر الشكل (21).



الشـكلُ (21): أثر العامل المساعد في طاقة التنشيط وسير التفاعل.

أما الشكل(22)؛ فيوضّح تفاعلً كيميائيًا طاردًا للطاقة، حيث يمثل الخط المتصل مسار التفاعل دون وجود عامل مساعد، في حين يمثل الخط المتقطع مسار التفاعل بوجود عامل مساعد، وألاحظ أن طاقة التنشيط للتفاعل بوجود العامل المساعد Ea_1*؛ أقل منها للتفاعل بدون وجود العامل المساعد Ea_1 ، وأن طاقة المواد المتفاعلة والناتجة لا تتأثر بوجود العامل المساعد.

الشـكلُ (22): منحنى سير تفاعل بوجود العامل المساعد وعدم وجوده.



تشير الرموز في الشكل إلى:

H_C طاقة المعقّد المنشّط دون عامل مساعد.

H_C^* طاقة المعقّد المنشّط بوجود عامل مساد.

$E\ a_1$ طاقة تنشيط التفاعل الأمامي دون عامل مساعد.

المعلم الالكتروني الشامل

المعلم الالكتروني الشامل

Ea_1^* طاقة تنشيط التفاعل الأمامي بوجود عامل مساعد.

Ea_2 طاقة تنشيط التفاعل العكسي دون عامل مساعد.

$E\ a_2^*$ طاقة تنشيط التفاعل العكسي بوجود عامل مساعد.

ΔH التغيّر في المحتوى الحراري للتفاعل.

توضح الأمثلة الآتية حساب طاقة تنشيط التفاعل بوجود

العامل المساعد ودون وجوده.

أفكر :لماذا لا يتأثر التغيّر في المحتوى الحراري بوجود العامل المساعد؟

الاجابة: لأن العامل المساعد لا يؤثر في طاقة المواد المتفاعلة ولا يؤثر في طاقة المواد الناتجة، ولأن التغير في المحتوى الحراري هو الفرق بين طاقتي

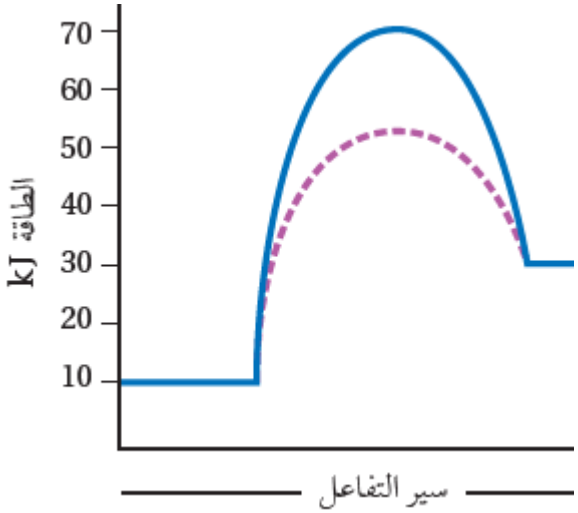
المعلم الالكتروني الشامل

المواد المتفاعلة والناتجة لذلك لا يتأثر هذا الفرق (التغير) بالعامل المساعد.

المثال 19:

يبين الشكل سير تفاعل ما بوجود العامل المساعد ودون وجوده:

أستنتج من الشكل؛ بوحدة(kJ).



1- طاقة المواد المتفاعلة H_R.

2-طاقة المواد الناتجة H_P.

3-طاقة تنشيط التفاعل الأمامي دون عامل مساعد Ea_1.

4-طاقة المعقّد المنشّط بوجود العامل المساعد* H_C.

5-طاقة تنشيط التفاعل الأمامي بوجود عامل مساعد* Ea_1.

6-طاقة تنشيط التفاعل العكسي دون عامل مساعد Ea_2.

7- طاقة تنشيط التفاعل العكسي بوجود عامل مساعد* Ea_2.

8-التغيّر في المحتوى الحراري للتفاعل ΔH.

الحلّ:

1) $H_R = 10\ kJ$

2) $H_P = 30\ kJ$

3-أحسب طاقة تنشيط التفاعل الأمامي دون عامل مساعد؛ بطرح طاقة المواد المتفاعلة من طاقة المعقّد المنشّط دون عامل مساعد:

$$Ea_1 = H_C - H_R = 70 - 10 = 60\ kJ$$

المعلم الالكتروني الشامل

4-طاقة المعقّد المنشّط بوجود العامل المساعد

50kJ=

5-أحسب طاقة تنشيط التفاعل الأمامي بوجود عامل مساعد؛ بطرح طاقة المواد المتفاعلة من طاقة المعقّد المنشّط بوجود عامل مساعد:

$$Ea^*_1 = H_C^* - H_R = 50 - 10 = 40 \text{ kJ}$$

6-أحسب طاقة تنشيط التفاعل العكسي دون عامل مساعد؛ بطرح طاقة المواد الناتجة من طاقة المعقّد المنشّط دون عامل مساعد:

$$Ea_2 = H_C - H_P = 70 - 30 = 40 \text{ kJ}$$

7-أحسب طاقة تنشيط التفاعل العكسي بوجود عامل مساعد؛ بطرح طاقة المواد الناتجة من طاقة المعقّد المنشّط بوجود عامل مساعد:

$$Ea^*_2 = H_C^* - H_R = 50 - 30 = 20 \text{ kJ}$$

المعلم الالكتروني الشامل

8-أحسب التغيّر في المحتوى الحراري للتفاعل؛من الفرق بين طاقة المواد المتفاعلة والناتجة:

$$\Delta H = H_P - H_R = 30 - 10 = 20\ kJ$$

المثال 20

في تفاعل ما؛ كان التغيّر في المحتوى الحراري للتفاعل40kJ- ،وطاقة المواد المتفاعلة70kJ، وطاقة تنشيط التفاعل الأمامي دون عامل مساعد110kJ ،

وطاقة المعقّد المنشّط بوجود العامل المساعد80kJ، أحسب:

1-طاقة التنشيط للتفاعل العكسي دون عامل مساعد Ea_2

2-طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بوجود عامل مساعد Ea^*_1

3-طاقة المعقّد المنشّط للتفاعل دون عامل مساعد H_C

4-طاقة المواد الناتجة H_P

المعلم الالكتروني الشامل

الحلّ:

$Ea_2 = 150\ kJ$ (1

$Ea^*_1 = 10\ kJ$ (2

$H_C = 180\ kJ$ (3

$Hp = 30\ kJ$ (4

أتحقَّق: تفاعل افتراضي فيه طاقة المواد المتفاعلة110kJ وطاقة المواد الناتجة80kJ ،

وطاقة المعقّد المنشّط دون عامل مساعد180kJ ، وطاقة المعقّد المنشّط بوجود عامل مساعد140kJ ،أحسب:

1- طاقة تنشيط التفاعل العكسي دون عامل مساعد.

2- طاقة تنشيط التفاعل الامامي بوجود العامل المساعد.

المعلم الالكتروني الشامل

المعلم الالكتروني الشامل

3- التغيّر في المحتوى الحراري.

4- هل التفاعل ماصّ للحرارة أم طارد لها؟

الاجابة:

1) 100kJ

2) 30kJ

3) 30kJ

4) طارد للحرارة

الربط بعلم الحياة: الأنزيمات

وهب الله سبحانه وتعالى بعض الخلايا في أجسامنا القدرة على انتاج الأنزيمات؛ فهي تعمل بوصفها عوامل مساعدة في تسريع حدوث التفاعلات في الخلايا، حيث تخفض طاقة التنشيط للتفاعل،ويعود ذلك إلى أن الكثير من التفاعلات في أجسام الكائنات الحية لا تحدث بالسرعة الكافية للمحافظة على الحياة إلا بوجود

المعلم الالكتروني الشامل

الأنزيمات. فمثلا ؛ أنزيم السكريز، يحفز إلى التحلل المائي لمحلول السكر لتكوين سكريات الفركتوز والجلوكوز؛ لإمداد الجسم بالطاقة اللازمة للقيام بالأعمال الحيوية.

التجربةُ 2

العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل الكيميائي

المواد والأدوات:

HCl 0.1 M؛ تركيز احدهما محلولا حمض 1 M، والآخر حبّتان لهما الحجم نفسه من فلزّ Zn الخارصين ، I_2 محلول نشا،محلول اليود ، MnO_2 ثاني أكسيد المنغنيز محلول فوق أكسيد ، H_2O_2 الهيدروجين (درجة 30 °C)،حمام مائي بارد (1 °C)، مخبار mL ، مدرج، كأس زجاجية عدد (5) سعة 100 ملعقة تحريك.

إرشادات السلامة:

المعلم الالكتروني الشامل

المعلم الالكتروني الشامل

أتّبع ارشادات السلامة العامة في المختبر.

أرتدي معطف المختبر والنظارات الواقية والقفازات.

أحذر عند التعامل مع المواد الكيميائية.

خطوات العمل:

1- أقيس 15 mL من محلول حمض الهيدروكلوريك HCl 1 M؛ تركيزه باستخدام المخبار المدرج، وأضعها في الكأس الزجاجية. وأكرر العملية مع محلول HCl 0.1 M تركيزه في كأس زجاجية أخرى.

2- أضع حبّة من فلزّ الخارصين في كلّ من الكأسين الزجاجيتين في الوقت نفسه. وأسجل ملاحظاتي.

3- أقيس: أحضر كأسين زجاجيتين، وأضع في كل منهما 10 mL من محلول النشا.

المعلم الالكتروني الشامل

4- أضع أحد الكأسين في الحمام المائي الساخن، والكأس الآخر في الحمام المائي البارد، وأتركهما مدة 5 min .

5- أضيف الى كل من الكأسين 5 mL من محلول اليود I_2 ، وأحرك بحذر. وأسجل ملاحظاتي.

6- 20 mL أقيس: من محلول فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 ، وأضعها في كأس زجاجية، وأراقب المحلول بضع ثوان، ثم أضيف إلى المحلول في الكأس ملعقة صغيرة من ثاني أكسيد المنغنيز MnO_2 . أسجل ملاحظاتي.

التحليل والاستنتاج

1- أصف أثر تغير تركيز حمض HCl في سرعة تصاعد غاز الهيدروجين.

2- أقارن التغيّر في محلول النشا في الكأسين البارد والساخن قبل إضافة محلول اليود وبعد إضافته.

المعلم الالكتروني الشامل

3- أصف التغيّر الحاصل بعد إضافة ثاني أكسيد المنغنيز MnO_2 إلى محلول فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2.

4- أكتب معادلة تحلل فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 ؛ بوجود العامل المساعد.

الإجابة:

1- بزيادة تركيز الحمض تزداد سرعة التفاعل ويؤشر على ذلك بزيادة سرعة تصاعد غاز الهيدروجين.

2-باستخدام الماء الساخن تكون سرعة تغير اللون أكبر منه باستخدام الماء البارد وذلك لأنه بزيادة درجة الحرارة تزداد سرعة التفاعل.

3-باضافة ثاني أكسيد المنغنيز تزداد سرعة التفاعل وذلك لأنه عامل مساعد يزيد سرعة التفاعل.

-4

2

المعلم الالكتروني الشامل

المعلم الالكتروني الشامل

$$H_2O_{2(aq)}^{-} \rightarrow MnO_2^{-} + O_{2(g)} + 2H^{+} + 2$$

المعلم الالكتروني الشامل

المعلم الالكتروني الشامل

O

(l)

2H2O2aq→MnO2O2g + 2H2Ol

أثر العامل المساعد في موضع الاتّزان

The effect of Catalyst in the Position of equlibirium

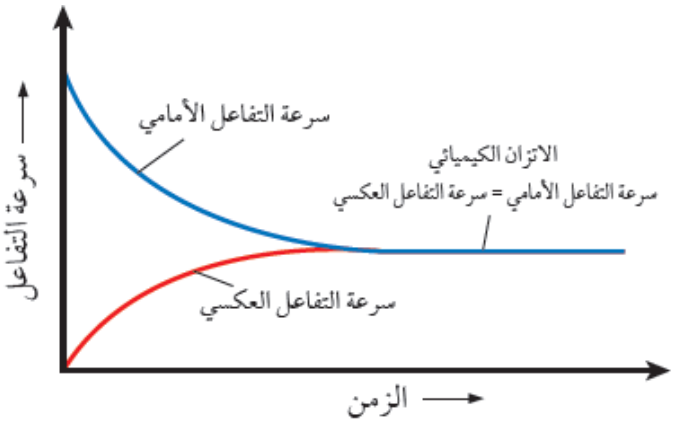
درست سابقًا؛ أن بعض التفاعلات الكيميائية تحدث في اتجاه واحد فقط يسمى الاتجاه الأمامي، ويطلق على هذا التفاعل؛ تفاعل غير منعكس. ومثال ذلك احتراق غاز الميثان بوجود الأكسجين، كما هو موضّح في المعادلة الآتية:

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow {}_{(}2H_2O_{(g)} + CO_{2(g}$$

المعلم الالكتروني الشامل

هناك تفاعلات كيميائية تحدث في الاتجاهين الامامي والعكسي؛ فبمجرد تحول المواد المتفاعلة إلى مواد ناتجة؛ فإن المواد الناتجة تتفاعل في ما بينها لتعيد تكوين المواد المتفاعلة مرة أخرى، ويطلق على هذا التفاعل؛ تفاعل منعكس.

تصل التفاعلات المنعكسة إلى حالة اتزان كيميائي، مما يعني أن سرعة التفاعل الأمامي تساوي سرعة التفاعل العكسي، ويستمر التفاعل بالحدوث في الاتجاهين الأمامي والعكسي، وفي اللحظة التي تتساوى فيها سرعة التفاعل الأمامي مع سرعة التفاعل العكسي يكون التفاعل قد وصل إلى موضع الاتزان. أنظر الشكل (23)، حيث يوضح تغير سرعة التفاعل مقابل الزمن.



الشكلُ (23): تغير سرعة التفاعل مقابل الزمن.

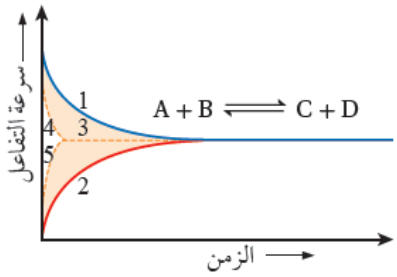
فهل يتأثر موضع الاتزان بإضافة عامل مساعد للتفاعل؟

يعمل العامل المساعد على زيادة سرعة التفاعل الكيميائي في الاتجاهين الأمامي والعكسي، ذلك أنه يقلل من طاقة التنشيط اللازمة لحدوث التفاعل. فعند اضافة عامل مساعد الى وعاء التفاعل في حالة الاتزان، فإن موضع الاتزان لا يتأثر، إنما تزداد سرعة وصول التفاعل إلى حالة الاتزان، ويقل الزمن اللازم لذلك.

أنظر الشكل(24) الذي يوضح أثر العامل المساعد في حالة الاتزان.

المعلم الالكتروني الشامل

المعلم الالكتروني الشامل



الشكلُ (24): العامل المساعد وموضع الاتزان.

1 . سرعة التفاعل الأمامي بدون عامل مساعد.
2 . سرعة التفاعل العكسي بدون عامل مساعد.
3 . حالة الاتزان الكيميائي.
4 . سرعة التفاعل الأمامي بوجود عامل مساعد.
5 . سرعة التفاعل العكسي بوجود عامل مساعد.

أتحقَّق: ما أثر العامل المساعدفي كل من، سرعة التفاعل الأمامي، سرعة التفاعل العكسي

الاجابة: تزداد سرعة التفاعل الأمامي وكذلك تزداد سرعة التفاعل العكسي.

أفكر: ما أثر إضافة عامل مساعد إلى التفاعل الإفتراضي الآتي:

$$M \rightleftharpoons E$$

$$M \rightleftharpoons E$$

الاجابة:عند اضافة عامل مساعد الى تفاعل في حالة اتزان فإن موضع الاتزان لا يتأثر وانما تزداد سرعة وصول التفاعل الى حالة الاتزان وبهذا يقل الزمن اللازم.

المعلم الالكتروني الشامل

المعلم الالكتروني الشامل

الإثراء والتوسع: تقليل تلف الأطعمة

تزداد سرعة التفاعل بزيادة درجة الحرارة؛ فعند إعداد الطعام نزيد درجة الحرارة لإنضاجه. ولكن ترك

الأطعمة في درجة حرارة الغرفة مدةً يؤدي إلى تلفها بسبب حدوث تفاعلات كيميائية؛ فالتفاعلات الكيميائية التي تسبب تلف الأطعمة تكون أسرع كثيرًا عند درجة حرارة الغرفة منها عند وضع الأطعمة في الثلاجة. وبهذا تكون المحافظة على الأطعمة من التلف بحفظها في الثلاجة لضبط التفاعلات التي تحدث وتسبب تلفها.

وكذلك بإضافة المواد الحافظة؛ ففي الصناعات الغذائية بوجه عام تستخدم طرائق مختلفة لحفظ الأطعمة، منها التجميد والتجفيف، أيضًا تستخدم أو المواد ، Inhibitors مواد تسمى المثبطات الحافظة؛ وهي مواد مضادة للأكسدة تعمل على إبطاء سرعة التفاعل؛ لأن الأكسدة تسبب تلف

المعلم الالكتروني الشامل

الأطعمة ولاسيما تلك التي تحتوي على الدهون مثل الأجبان.

واستعمال المواد الحافظة آمن في المنتجات الغذائية، وتزيد من مدة صلاحية الغذاء، ومن أنواع المواد الحافظة مضادات البكتيريا؛ وهي مركبات كيميائية لها رموز وأرقام، مثل المركب E220 - 227 ، حيث يدخل ثاني أكسيد الكبريت SO_2 ، ويستخدم في تركيبه الأساسي في حفظ الفواكه.

المعلم الالكتروني الشامل

المعلم الالكتروني الشامل