

الجُمانُ

في الكيمياء

الوحدة الثالثة سرعة التفاعل

لطلبة التوجيهي العلمي

جيل ٢٠٠٤ لعام ٢٠٢٢

إعداد الأستاذ: محمد الشيخ

أكاديمية العون الثقافية



موقع الأوائل التعليمي



(1)

الكيمياء هي القلب النابض للعلم

أ. محمد الشيخ ٠٧٨٨٥٢٥٣٢٦

" من أراد الدنيا والآخرة فليعلم بالعلم "

مقدمة عامة ...

تقسم التفاعلات الكيميائية من حيث سرعة حدوثها إلى :

مثل التفاعلات التي تحدث في المحاليل الأيونية (حموض/قواعد) .
احتراق الغابات (احتراق الفحم / احتراق الخشب) .

(١) تفاعلات سريعة جداً

مثل تفاعل تكوّن صدأ الحديد .

(٢) تفاعلات بطيئة

مثل تكوّن الماس في باطن الأرض .
وبعضها يحتاج لآلاف السنين مثل تفاعلات تكوّن النفط .

(٣) تفاعلات بطيئة جداً

وبشكل عام :

يمكن حساب سرعة هذه التفاعلات بدقة عن طريق معرفة كمية المواد التي تُستهلك أو يتم إنتاجها خلال الزمن .

أيضاً السرعة مفهوم عام يستخدم للتعبير عن نسبة تغيّر شيء معين خلال زمن معين .

فمثلاً يمكن حساب سرعة سيارة بحساب المسافة التي تقطعها خلال فترة زمنية .

يمكن حساب سرعة مروحة بحساب عدد دوراتها خلال فترة زمنية .

يمكن حساب سرعة احتراق الوقود في المَرَكَبات بحساب معدل استهلاك الوقود خلال فترة زمنية .

ولذلك فإن :

سرعة التفاعل الكيميائي : هي مقياس لمقدار التغيّر في كميات المواد المتفاعلة أو الناتجة في وحدة الزمن .

يمكن التعبير عن سرعة التفاعل الكيميائي رياضياً حسب العلاقة الآتية :

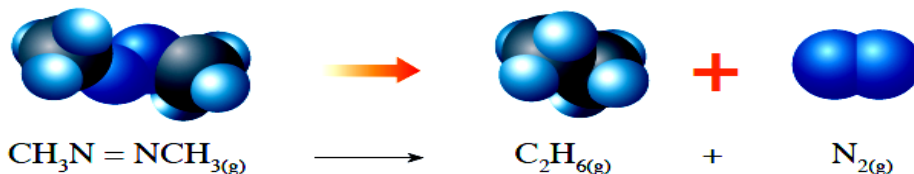
$$\frac{\Delta [\text{مادة}]}{\Delta \text{ز}} = \Delta \text{س}$$

أو

$$\frac{\text{التغير في كمية المادة}}{\text{التغير في الزمن}} = \text{معدل سرعة التفاعل}$$

حيث أن Δ : هي التغير وتساوي القيمة النهائية - القيمة الابتدائية

سؤال: يتحلل مركب آزوميثان ($\text{CH}_3\text{N} = \text{NCH}_3$) وفق المعادلة الآتية:



فإذا كان تركيز ($\text{CH}_3\text{N} = \text{NCH}_3$) في بداية التفاعل $1,5 \times 10^{-2}$ مول/لتر وأصبح تركيزه

بعد مرور ١٠ دقائق $1,29 \times 10^{-2}$ مول/لتر، احسب معدل السرعة لهذا التفاعل.

من العلاقة السابقة نلاحظ أن السرعة تتناسب طردياً مع التركيز وبالتجربة العملية وجد أن سرعة التفاعل تتناسب **طردياً** مع تركيز المواد المتفاعلة **مرفوعة لقوة ...** ولذلك :

$$\text{سرعة التفاعل} \propto [\text{المواد المتفاعلة}]^X$$

وبعد إزالة إشارة التناسب ووضع المساواة تصبح العلاقة :

$$\text{سرعة التفاعل} = K [\text{المواد المتفاعلة}]^X$$

تسمى هذه العلاقة : **الصيغة العامة لقانون سرعة التفاعل** والتي تصف العلاقة بين تركيز المتفاعلات وسرعة التفاعل والتي من خلالها أيضاً نستطيع حساب **سرعة التفاعل الابتدائية** حيث :-

K : ثابت سرعة التفاعل ولكل تفاعل ثابت خاص به يعتمد على عدد المواد المتفاعلة وقيمة الرتب .
X : رتبة التفاعل للمادة المتفاعلة وهي قيمة صحيحة (٢, ١, ٠) وقد تكون قيمة كسرية وتحسب عملياً .
نلاحظ أن قانون السرعة مصمم لحساب سرعة التفاعل اعتماداً على تراكيز المواد المتفاعلة فقط دون المواد الناتجة .

جميع المواد المتفاعلة تدخل في قانون السرعة ولكل مادة متفاعلة رتبة خاصة بها, لذلك فإن عدد الرتب يساوي عدد المواد المتفاعلة ويُرمز لرتبة كل مادة برمز خاص بها .

مثال اكتب الصيغة العامة لقانون سرعة التفاعل لكل من التفاعلات الآتية :



الحل : $K = [A]^X$



الحل : $K = [A]^X \cdot [B]^Y$



الحل : $K = [A]^X \cdot [B]^Y \cdot [C]^Z$

ملاحظات :

(١) تقاس سرعة التفاعل بوحدة مول/لتر.ث

(٢) وحدة K تعتمد على عدد المواد المتفاعلة ورتبتها ويمكن معرفتها عن طريق استخدام العلاقة الآتية :

$$\text{وحدة } K = (\text{لتر/مول})^{n-1} \cdot \text{ث}^{-1} \quad \text{حيث } n : \text{الرتبة الكلية (مجموع الرتب للتفاعل)}$$

(٣) إذا كانت رتبة المادة = صفر , فهذا يعني أن هذه المادة لا تؤثر على سرعة التفاعل مهما قلّ تركيزها أو زاد .

(٤) السرعة الابتدائية : هي سرعة التفاعل لحظة خلط المواد (الزمن = صفر)

(٥) رتبة التفاعل : قيمة عددية صحيحة أو كسرية تبين أثر التركيز على سرعة التفاعل تعتمد على طريقة سير التفاعل وتُحسب من التجربة العملية داخل المختبر .

(٦) تحدث التفاعلات عند درجات حرارة معينة ولو تغيرت هذه الحرارة تتغير السرعة .

سؤال : الجدول المجاور يوضّح بيانات تتعلّق بالتفاعل $2N_2O_5 \longrightarrow 4NO_2 + O_2$ معتمداً على البيانات أجب عن الأسئلة :

رقم التجربة	[N ₂ O ₅] مول/لتر	السرعة الابتدائية (مول/لتر.ث)
١	٠,٠٢	$٦^{-1} \times ١,٢$
٢	٠,٠٤	$٦^{-1} \times ٢,٤$
٣	٠,٠٨	$٦^{-1} \times ٤,٨$

- (١) احسب رتبة التفاعل بالنسبة للمادة N₂O₅
- (٢) احسب قيمة الثابت K
- (٣) احسب وحدة الثابت K
- (٤) اكتب قانون سرعة التفاعل .

الحل ...

نلاحظ أن المعلومات المتوفرة هي التركيز والسرعة وهناك مجهولين هما الثابت K والرتبة لذلك نكوّن معادلتين باستخدام العلاقة $K = [N_2O_5]^X$ بحيث نختار تجربتين

$$\begin{aligned} \text{١- من تجربة رقم ٢ : } & K = \frac{٦^{-1} \times ٢,٤}{[٠,٠٤]^X} \text{ (١)} \\ \text{من تجربة رقم ١ : } & K = \frac{٦^{-1} \times ١,٢}{[٠,٠٢]^X} \text{ (٢)} \end{aligned}$$

بقسمة (١) على (٢) ينتج

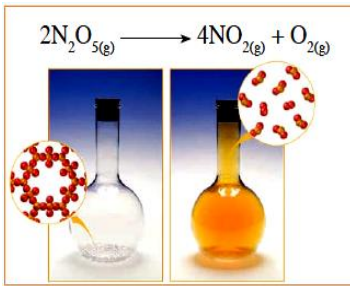
$$٢ = X \text{ (رتبة أولى) أو (أحادي الرتبة)}$$

٢- لحساب قيمة K نختار أي تجربة ونعوض بياناتها في القانون وكذلك نعوض الرتبة

$$\begin{aligned} \text{من تجربة ١ : } & K = \frac{٦^{-1} \times ١,٢}{[٠,٠٢]^1} \\ & K = ٠^{-1} \times ٦ = K \end{aligned}$$

٣- وحدة K = (لتر/مول)^{١-١} . ث^{-١} . إذا وحدة K هي : ث^{-١}

٤- قانون السرعة هو : $K = [N_2O_5]^1$



سؤال : الجدول المجاور يوضّح بيانات تتعلّق بالتفاعل $2NOCl \longrightarrow 2NO + Cl_2$ عند درجة حرارة معينة, معتمداً على البيانات أجب عن الأسئلة :

رقم التجربة	[NOCl] مول/لتر	السرعة الابتدائية (مول/لتر.ث)
١	٠,٢	$٩^{-1} \times ١,٦$
٢	٠,٤	$٩^{-1} \times ٦,٤$
٣	٠,٦	$٨^{-1} \times ١,٤٤$
٤	٠,٨	س

- (١) اكتب الصيغة العامة لقانون السرعة .
- (٢) احسب رتبة التفاعل بالنسبة للمادة NOCl
- (٣) احسب قيمة الثابت K
- (٤) احسب وحدة الثابت K
- (٥) اكتب قانون سرعة التفاعل .
- (٦) احسب سرعة التفاعل في التجربة رقم ٤

الحل ...

التجربة التي تحتوي على مجهول لا تُستخدم عند إيجاد الرتب لأنها ستزيد كمية المجاهيل في الحل .

سؤال : يحدث التفاعل $A + 2B \rightarrow C$ عند درجة حرارة ١٠٠°س , أدرس بياناته الواردة في الجدول ثم أجب عن الأسئلة :

رقم التجربة	[A] مول/لتر	[B] مول/لتر	السرعة الابتدائية (مول/لتر.ث)
١	٠,٢	٠,١	$٣ \times ١٠^{-٣} \times ٣,٤$
٢	٠,٢	٠,٣	$١٠,٢ \times ١٠^{-٣}$
٣	٠,٤	٠,٣	$٤٠,٨ \times ١٠^{-٣}$

- (١) اكتب الصيغة العامة لقانون السرعة .
 - (٢) احسب رتبة التفاعل بالنسبة للمادة A .
 - (٣) احسب رتبة التفاعل بالنسبة للمادة B .
 - (٤) ما هي الرتبة الكلية للتفاعل .
 - (٥) احسب قيمة الثابت K مبيناً الوحدة .
 - (٦) اكتب قانون سرعة التفاعل .
 - (٧) احسب سرعة التفاعل إذا كان $[B] = [A] = ٠,٤$ مول/لتر .
- الحل ...

لحساب رتبة A نأخذ تجربتين يثبت فيهما تركيز B , ولحساب رتبة B نأخذ تجربتين يثبت فيهما تركيز A

$$١ - \text{س} = [B]^Y \cdot [A]^X K$$

٢- من تجربة رقم ٢ : $\frac{Y [0,3] \cdot X [0,2] K = 3 \cdot 10^{-3} \times 10,2}{Y [0,3] \cdot X [0,4] K = 3 \cdot 10^{-3} \times 40,8}$:
 بقسمة (٢) على (١) ينتج $X(2) = 4$ ومنه $Y = X$ (رتبة ثانية)

٣- من تجربة رقم ٢ : $\frac{Y [0,3] \cdot X [0,2] K = 3 \cdot 10^{-3} \times 10,2}{Y [0,1] \cdot X [0,2] K = 3 \cdot 10^{-3} \times 3,4}$:
 بقسمة (١) على (٢) ينتج $Y(3) = 3$ ومنه $Y = 1$ (رتبة أولى)
 ٤- الرتبة الكلية (ن) = ٣

٥- من تجربة (١) : $\frac{1 [0,1] \cdot 2 [0,2] K = 3 \cdot 10^{-3} \times 3,4}{3 \cdot 10^{-3} \times 4 \times K = 3 \cdot 10^{-3} \times 3,4}$ ومنه $K = ٠,٨٥$
 وحدة K = (لتر/مول)^{١-٢} . ث^{-١} إذاً وحدة K هي : (لتر/مول)^{١-٢} . ث^{-١} أو لتر^٢/مول^٢ . ث

$$٦ - \text{س} = [B]^1 \cdot [A]^2 K$$

٧- $س = [0,4]^1 \times [0,4]^2 \times ٠,٨٥ = ٠,٨٥ \times ٠,٤ \times ٠,٤ \times ١٠^{-٣} \text{ مول/لتر.ث}$

انتباه ...

نلاحظ أن وحدة K تكتب بعد ايجاد الرتبة الكلية ولذلك لو أعطي لك لأحد التفاعلات قيمة K مع الوحدة فإنها ستكون دليل ممتاز لإيجاد الرتبة الكلية

سؤال : إذا علمت أن قيمة K لأحد التفاعلات عند درجة حرارة معينة تساوي ٣×١٠^{-٢} لتر/مول.ث فإن الرتبة الكلية لهذا التفاعل تساوي

- أ- ١ ب- ٢ ج- ٣ د- ٤

سؤال : يحدث التفاعل : $2A + B \rightarrow$ نواتج عند درجة حرارة معينة , أدرس بياناته الواردة في الجدول ثم أجب عن الأسئلة :

رقم التجربة	[A] مول/لتر	[B] مول/لتر	السرعة الابتدائية (مول/لتر.ث)
١	٠,١	٠,١	٢×١٠^{-٥}
٢	٠,٢	٠,١	٤×١٠^{-٥}
٣	٠,١	٠,٣	٦×١٠^{-٥}
٤	٠,٣	٠,٤	س

- (١) اكتب الصيغة العامة لقانون السرعة .
 - (٢) احسب رتبة التفاعل بالنسبة للمادة A .
 - (٣) احسب رتبة التفاعل بالنسبة للمادة B .
 - (٤) ما هي الرتبة الكلية للتفاعل .
 - (٥) احسب قيمة الثابت K مبيناً الوحدة .
 - (٦) اكتب قانون سرعة التفاعل .
 - (٧) احسب قيمة (س) في التجربة رقم ٤
- الحل ...

سؤال : يحدث التفاعل $2A + B \rightarrow 3C + D$ عند درجة حرارة معينة , أدرس بياناته الواردة في الجدول ثم أجب عن الأسئلة :

رقم التجربة	[A] مول/لتر	[B] مول/لتر	السرعة الابتدائية (مول/لتر.ث)
١	٠,١	٠,١	$١,٢ \times ١٠^{-٢}$
٢	٠,٢	٠,١	$١,٢ \times ١٠^{-٢}$
٣	٠,٢	٠,٣	$٣,٦ \times ١٠^{-٢}$

- (١) اكتب الصيغة العامة لقانون السرعة .
 - (٢) احسب رتبة التفاعل بالنسبة للمادة A .
 - (٣) احسب رتبة التفاعل بالنسبة للمادة B .
 - (٤) ما هي الرتبة الكلية للتفاعل .
 - (٥) احسب قيمة الثابت K مبيناً الوحدة .
 - (٦) اكتب قانون سرعة التفاعل .
- الحل ...

الرتبة الصفيرية :

هي أقل رتبة ممكنة لإحدى المواد المتفاعلة وتعني أن هذه المادة لا تؤثر في سرعة التفاعل مهما زاد تركيزها أو قل .

المادة التي رتبته صفر يمكن إلغاؤها من قانون السرعة .

سؤال : في المعادلة $2\text{NO} + 2\text{H}_2 \longrightarrow \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ إذا كان التفاعل من الرتبة الثانية بالنسبة لـ NO , ومن الرتبة الأولى بالنسبة لـ H_2 , جد قانون السرعة للتفاعل .

الحل ...

سؤال : يحدث التفاعل $\text{A} + \text{B} \longrightarrow \text{C}$ عند درجة حرارة معينة , أدرس بياناته الواردة في الجدول ثم أجب عن الأسئلة :

رقم التجربة	[A] مول/لتر	[B] مول/لتر	السرعة الابتدائية (مول/لتر.ث)
١	٠,٢	٠,٢	$١٠ \times ٣,٥$
٢	٠,٤	٠,٤	$١٠ \times ٢,٨$
٣	٠,٨	٠,٤	$١٠ \times ١,١٢$

- ١) اكتب الصيغة العامة لقانون السرعة .
- ٢) احسب رتبة التفاعل بالنسبة للمادة A .
- ٣) احسب رتبة التفاعل بالنسبة للمادة B .
- ٤) ما هي الرتبة الكلية للتفاعل .
- ٥) احسب قيمة الثابت K مبيناً الوحدة .
- ٦) اكتب قانون سرعة التفاعل .

الحل ...

سؤال : يحدث التفاعل $\text{A} + \text{B} \longrightarrow \text{C}$ عند درجة حرارة معينة , أدرس بياناته الواردة في الجدول ثم أجب عن الأسئلة :

رقم التجربة	[A] مول/لتر	[B] مول/لتر	السرعة الابتدائية (مول/لتر.ث)
١	٠,١	٠,١	١٠×١
٢	٠,٢	٠,٢	١٠×٨
٣	٠,٤	٠,٢	$١٠ \times ١,٦$

- ١) اكتب الصيغة العامة لقانون السرعة .
- ٢) احسب رتبة التفاعل بالنسبة للمادة A .
- ٣) احسب رتبة التفاعل بالنسبة للمادة B .
- ٤) ما هي الرتبة الكلية للتفاعل .
- ٥) احسب قيمة الثابت K مبيناً الوحدة .
- ٦) اكتب قانون سرعة التفاعل .

الحل ...

سؤال (جيد) : يحدث التفاعل $\text{A} + \text{B} \longrightarrow \text{C}$ عند درجة حرارة معينة , أدرس بياناته الواردة في الجدول ثم أجب عن الأسئلة :

رقم التجربة	[A] مول/لتر	[B] مول/لتر	السرعة الابتدائية (مول/لتر.ث)
١	٠,١	٠,١	١٠×١
٢	٠,٢	٠,٢	١٠×٤
٣	٠,٤	٠,٢	١٠×١٦

- ١) اكتب الصيغة العامة لقانون السرعة .
- ٢) احسب رتبة التفاعل بالنسبة للمادة A .
- ٣) احسب رتبة التفاعل بالنسبة للمادة B .
- ٤) ما هي الرتبة الكلية للتفاعل .
- ٥) احسب قيمة الثابت K مبيناً الوحدة .
- ٦) اكتب قانون سرعة التفاعل .

الحل ...

سؤال (مهم) : يحدث التفاعل $A + B \rightarrow C$ عند درجة حرارة معينة , أدرس بياناته الواردة في الجدول ثم أجب عن الأسئلة :

رقم التجربة	[A] مول/لتر	[B] مول/لتر	السرعة الابتدائية (مول/لتر.ث)
١	٠,٢	٠,٢	٤×١٠^{-٦}
٢	٠,٣	٠,٢	٩×١٠^{-٦}
٣	٠,٣	٠,٦	$٧,٢ \times ١٠^{-٥}$

- ١) اكتب الصيغة العامة لقانون السرعة .
- ٢) احسب رتبة التفاعل بالنسبة للمادة A .
- ٣) احسب رتبة التفاعل بالنسبة للمادة B .
- ٤) ما هي الرتبة الكلية للتفاعل .
- ٥) احسب قيمة الثابت K مبيناً الوحدة .
- ٦) اكتب قانون سرعة التفاعل .

الحل ...

سؤال (مهم) : يحدث التفاعل $X + Y \rightarrow D$ عند درجة حرارة معينة , فإذا علمت أن ثابت السرعة (K) لهذا التفاعل يساوي ($٢,٢ \times ١٠^{-٤}$ لتر/مول.ث) أدرس بياناته الواردة في الجدول ثم أجب عن الأسئلة :

رقم التجربة	[Y] مول/لتر	[X] مول/لتر	السرعة الابتدائية (مول/لتر.ث)
١	٠,١	٠,٢	$٤,٤ \times ١٠^{-٦}$
٢	٠,٣	٠,٢	$١,٣٢ \times ١٠^{-٥}$
٣	?	٠,١	$٨,٨ \times ١٠^{-٦}$

- ١) اكتب الصيغة العامة لقانون السرعة .
- ٢) احسب رتبة التفاعل بالنسبة للمادة X .
- ٣) احسب رتبة التفاعل بالنسبة للمادة Y .
- ٤) ما هي الرتبة الكلية للتفاعل .
- ٥) احسب قيمة الثابت K مبيناً الوحدة .
- ٦) اكتب قانون سرعة التفاعل .
- ٧) احسب تركيز المادة Y في التجربة رقم ٣

الحل ...

سؤال : في التفاعل الافتراضي $F + E + D \rightarrow$ نواتج تم تسجيل البيانات المُدرجة في الجدول الآتي عملياً

السرعة الابتدائية (مول/لتر.ث)	[F] مول/لتر	[E] مول/لتر	[D] مول/لتر	رقم التجربة
$10^{-1} \times 4,40$	0,2	0,1	0,1	1
$10^{-1} \times 8,80$	0,4	0,1	0,1	2
$10^{-1} \times 4,40$	0,2	0,05	0,1	3
$10^{-1} \times 1,32$	0,2	0,1	0,3	4
س	0,2	0,2	0,2	5
$10^{-1} \times 8,80$	0,1	0,1	ص	6

- 1) اكتب الصيغة العامة لقانون السرعة .
- 2) احسب رتبة التفاعل بالنسبة لجميع المواد المتفاعلة D, E, F
- 3) ما هي الرتبة الكلية للتفاعل .
- 4) احسب قيمة الثابت K مبيناً الوحدة .
- 5) اكتب قانون سرعة التفاعل .
- 6) احسب (س) في التجربة رقم 5
- 7) احسب تركيز المادة D (قيمة ص) في التجربة رقم 6

الحل ...

سؤال : تم إجراء التفاعل $\text{BrO}_2^- + 5\text{Br}^- + 6\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Br}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ عملياً , فكانت النتائج كالتالي :

رقم التجربة	[BrO ₂ ⁻] مول/لتر	[Br ⁻] مول/لتر	[H ⁺] مول/لتر	السرعة الابتدائية (مول/لتر.ث)
١	٠,١	٠,١	٠,١	٨×١٠^{-٤}
٢	٠,٢	٠,١	٠,١	$١,٦ \times ١٠^{-٣}$
٣	٠,٢	٠,٢	٠,١	$٣,٢ \times ١٠^{-٣}$
٤	٠,١	٠,١	٠,٢	$٣,٢ \times ١٠^{-٣}$

- (١) اكتب الصيغة العامة لقانون السرعة .
 - (٢) احسب رتبة التفاعل بالنسبة لجميع المواد المتفاعلة .
 - (٣) ما هي الرتبة الكلية للتفاعل .
 - (٤) احسب قيمة الثابت K
 - (٥) ما هي وحدة الثابت K
 - (٦) اكتب قانون سرعة التفاعل .
- الحل ...

سؤال: مستخدماً البيانات الواردة في الجدول الآتي والمتعلقة بالتفاعل العام: $2\text{D} \longrightarrow \text{F} + \text{C}$

الزمن (ثانية)	[D] مول/لتر	سرعة التفاعل (مول/لتر. ث)
٢	٠,٥٠	١٥×١٠^{-٢}
٤,٢	٠,٢٥	$٧,٥ \times ١٠^{-٢}$
ن	٠,٧٥	؟؟

إذا علمت أن قانون سرعة التفاعل هو: $k[\text{D}]^١$

أ) احسب سرعة التفاعل عندما يكون تركيز $\text{D} = ٠,٧٥$ مول/لتر.

ب) هل قيمة الزمن ن أكبر من ٤,٢ ثانية أم أقل من ٢ ثانية؟ وضح إجابتك.

سؤال : إذا علمت أن قانون سرعة التفاعل $A + B \longrightarrow C$ هو $K = [A]^2 \cdot [B]$ فأجب عما يأتي :

(١) ماذا يحدث لسرعة التفاعل إذا تضاعف [A] مرتين و [B] مرتين ؟

(٢) ماذا يحدث لسرعة التفاعل إذا تضاعف [A] مرتين و [B] ثابت ؟

(٣) ماذا يحدث لسرعة التفاعل إذا تضاعف [B] مرتين و [A] ثابت ؟

(٤) ماذا يحدث لسرعة التفاعل إذا تضاعف [A] مرتين و [B] قلّ إلى النصف ؟

(٥) ماذا يحدث لسرعة التفاعل إذا قلّ [A] إلى النصف وتضاعف [B] ٤ مرات ؟

(٦) ماذا يحدث لسرعة التفاعل إذا قلّ حجم الوعاء إلى النصف ؟

(٧) ماذا يحدث لسرعة التفاعل إذا تضاعف حجم الوعاء مرتين ؟

سؤال : ادرس الجدول الآتي ثم أجب عن الأسئلة التي تليه :-

المعلومات				قانون السرعة	معادلة التفاعل	رقم التفاعل
				$k = [A]^2[B]$	$A + B + C \rightarrow$ نواتج	١
سرعة التفاعل	[M]	[R]	رقم التجربة			
مول/لتر.ث	مول/لتر	مول/لتر				
10×2^{-5}	٠,١	٠,١	١	$R + M \rightarrow$ نواتج		
10×8^{-5}	٠,١	٠,٢	٢			
				$k = [N_2O_3]$	$2N_2O_5 \rightarrow 4NO_2 + O_2$	٣
$k = 10 \times 2,5^{-4}$ لتر/مول.ث					$CH_3CHO \rightarrow CH_4 + CO$	٤

- (١) ماذا يحدث لسرعة التفاعل رقم (١) إذا تضاعف [C] ثلاث مرات مع ثبوت باقي العوامل .
 (٢) اكتب قانون السرعة للتفاعل رقم (٢) علماً بأن الرتبة الكلية للتفاعل تساوي ٢ .
 (٣) ما هي وحدة الثابت K في التفاعل رقم (٣) .
 (٤) احسب سرعة التفاعل رقم (٤) عندما يكون [CH₃CHO] يساوي ٠,٢ مول/لتر مع ثبوت العوامل الأخرى .
 الحل

سؤال : في التفاعل الافتراضي نواتج $E + 2B \longrightarrow$ إذا علمت أن قانون السرعة هو

$$K = [E]^x [B]^y$$

وعند مضاعفة $[E]$ ثلاث مرات و $[B]$ أربع مرات , تضاعفت سرعة التفاعل ٣٦ مرة . فما رتبة E ؟

الحل ...

$$36 = [E]^x [B]^y \quad \text{ومنه } [3]^x = 36 \quad \text{ومنه } x = 2$$

سؤال : في التفاعل الافتراضي $A + 2B \longrightarrow C$ إذا علمت أن سرعة التفاعل تتضاعف أربع مرات عندما

يتضاعف $[A]$ مرتين وثبات $[B]$, وأن الرتبة الكلية تساوي ٢ , فأجب عن الآتي :

(١) ما رتبة التفاعل بالنسبة للمادة B .

(٢) اكتب قانون السرعة للتفاعل .

(٣) إذا كانت سرعة التفاعل $= 2 \times 10^{-3}$ مول/لتر.ث عندما $[A] = [B] = 0,2$ مول/لتر , احسب قيمة K .

الحل ...

سؤال : في التفاعل الافتراضي $2R + 2M \longrightarrow 3X + Z$ والذي يحدث عند درجة حرارة معينة وجد أنه عند

مضاعفة $[R]$ ثلاث مرات مع بقاء $[M]$ ثابت تتضاعف سرعة التفاعل ثلاث مرات , وعند مضاعفة $[R]$

و $[M]$ معاً ثلاث مرات تتضاعف السرعة ٢٧ مرة , فأجب عن الآتي :

(١) ما رتبة التفاعل بالنسبة للمادة R (٢) ما رتبة التفاعل بالنسبة للمادة M

(٢) إذا كانت سرعة التفاعل $= 2 \times 10^{-1}$ مول/لتر.ث عندما $[M] = [R] = 0,1$ مول/لتر , احسب قيمة الثابت K .

الحل ...

تغيير سرعة التفاعل مع الزمن (السرعة اللحظية)

عرفنا سابقاً أنه يمكن حساب معدل سرعة التفاعل خلال فترة زمنية , ولكن هل يمكن حساب سرعة التفاعل في لحظة زمنية محددة وبدقة ؟ طبعاً يمكن ذلك وعندها تسمى سرعة التفاعل بالسرعة اللحظية .

السرعة اللحظية : هي سرعة التفاعل الكيميائي عند أي لحظة زمنية محددة .

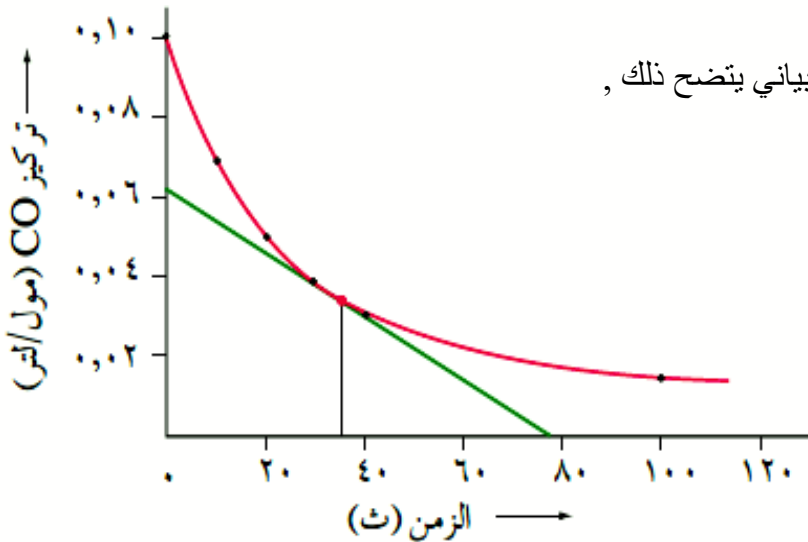
ولتحديد السرعة اللحظية نقوم بالآتي :

- (١) نحدد سرعة التفاعل خلال فترات زمنية مختلفة
- (٢) نقوم برسم منحنى يمثل التغيير في تركيز المواد المتفاعلة أو الناتجة مع الزمن
- (٣) نرسم مماس على المنحنى عند اللحظة الزمنية المطلوبة .

مثال : في التفاعل $CO + NO_2 \longrightarrow CO_2 + NO$, تم الحصول على النتائج المبينة في الجدول عملياً .

الزمن (ث)	[CO] (مول/لتر)	[NO ₂] (مول/لتر)	السرعة اللحظية (مول/لتر.ث)
٠	٠,١٠٠	٠,١٠٠	$٣١٠ \times ٤,٩$
١٠	٠,٠٦٧	٠,٠٦٧	$٣١٠ \times ٢,٢$
٢٠	٠,٠٥٠	٠,٠٥٠	$٣١٠ \times ١,٢$
٣٠	٠,٠٤٠	٠,٠٤٠	$٣١٠ \times ٠,٨$
٤٠	٠,٠٣٣	٠,٠٣٣	$٣١٠ \times ٠,٥$
١٠٠	٠,٠١٧	٠,٠١٧	$٣١٠ \times ٠,١$

مثلاً نريد حساب سرعة التفاعل عند الزمن ٣٥ ث ,



CO مادة متفاعلة ولذلك فإن تركيزها يقل مع الزمن وعند رسم النقاط على المستوى البياني يتضح ذلك ,

عند رسم المماس نتج الآتي :

التركيز = ٠,٠٦٢ مول/لتر

الزمن = ٧٨ ث

[CO]

السرعة اللحظية = $\frac{[CO]}{\text{الزمن}}$

$\frac{٠,٠٦٢ \text{ مول/لتر}}{٧٨ \text{ ث}} =$

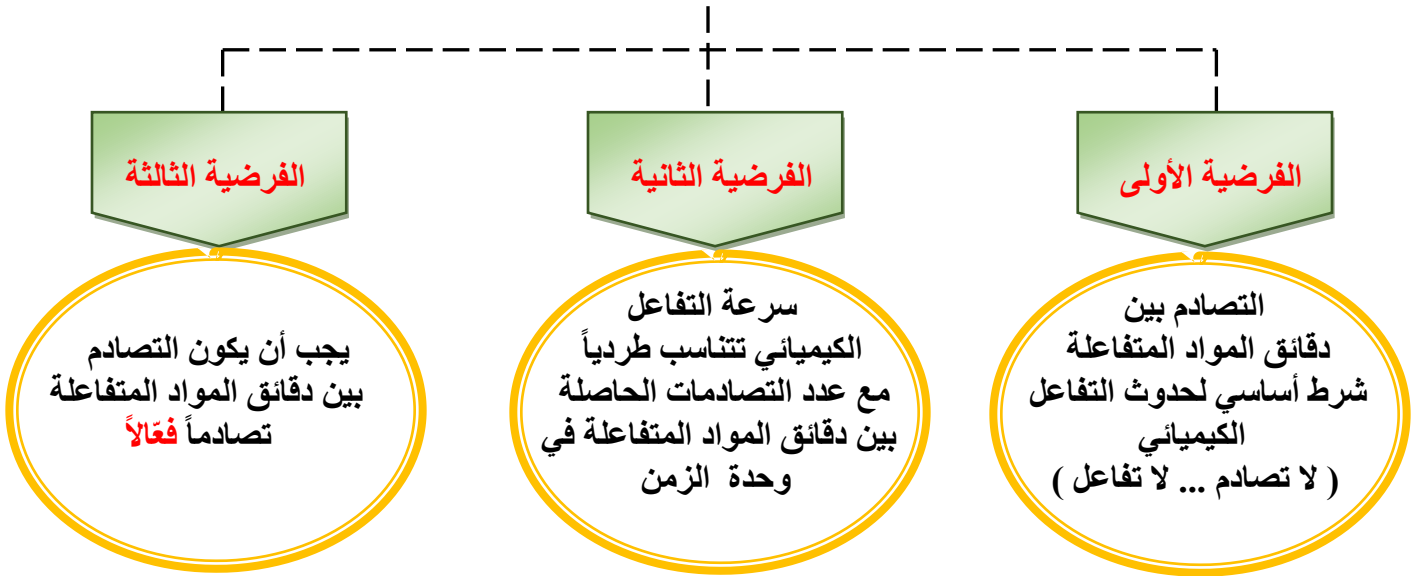
$\frac{٠,٠٦٢}{٧٨} =$

$= \frac{٠,٠٦٢}{٧٨} = ٧,٩٥ \times ١٠^{-٤} \text{ مول/لتر.ث (سرعة التفاعل اللحظية عندما الزمن = ٣٥ ث) .}$

❖ نلاحظ أن سرعة التفاعل تكون أكبر ما يمكن في بداية التفاعل لأن تركيز المتفاعلات يكون أكبر ما يمكن .

من المهم جداً معرفة ما هي العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل وذلك لاستخدامها في :
 ١- إما زيادة إنتاجية مادة بسبب الحاجة إليها في الصناعات المختلفة مثل عملية إنتاج الأمونيا NH_3 .
 ٢- أو لتقليل إنتاج مواد معينة للتخفيف من أثرها مثل المواد المسببة لفساد الأغذية .
 ولا يمكن فهم آلية حدوث التفاعل أو العوامل المؤثرة في سرعته إلا بفهم نظرية التصادم

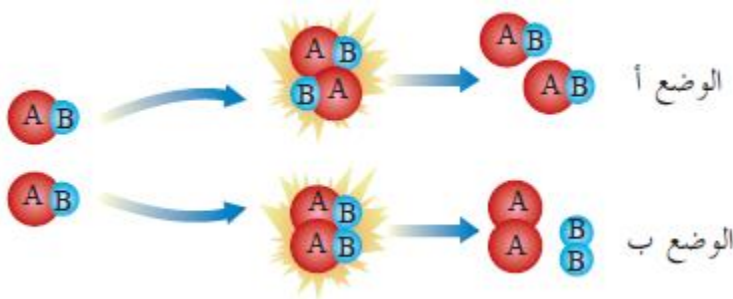
نظرية التصادم : هي نظرية وضعها العلماء لتفسير آلية حدوث التفاعل الكيميائي , وتتضمن ٣ فرضيات هي



ما معنى التصادم الفعّال ؟

حتى يكون التصادم فعّالاً يجب أن يمتلك شرطين هما :

- ١- أن يكون اتجاه التصادم مناسباً بحيث يؤدي إلى تكوين النواتج المطلوبة
- مثال : في الشكل المجاور أي الوضعين يمثل حدوث التفاعل $2AB \rightarrow A_2 + B_2$



سؤال : بالرجوع إلى الشكل الآتي، الذي يمثل أحد التفاعلات الكيميائية:



بين أيّ الأوضاع (أ) أم (ب) يكون التصادم فيها مناسباً ويؤدي إلى تكوين نواتج؟



٢- أن تمتلك الجزيئات المتصادمة حداً أدنى من الطاقة اللازمة لكسر الروابط بين ذراتها وتكوين روابط جديدة , وتسمى هذه الطاقة (طاقة التنشيط E_a) .

وبذلك يمكن تعريف التصادم الفعّال بأنه :
التصادم الذي يحدث بين الدقائق التي تمتلك طاقة التنشيط E_a ويكون اتجاه تصادمها مناسباً .

النص العام لنظرية التصادم :

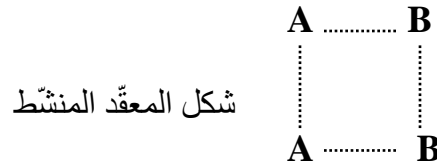
((لحدوث تفاعل كيميائي لا بدّ أن يحدث تصادم بين الجزيئات المتفاعلة بحيث تمتلك الجزيئات المتصادمة الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لحدوث تصادم فعّال))

❖ عند حدوث التصادم الفعّال تضعف الروابط بين المواد ويبدأ تكوين روابط جديدة وعندها يتكون مركب كيميائي جديد , له تركيب خاص وطاقة عالية جداً ولذلك يكون غير مستقر فيتفكك مكوناً النواتج , ويسمى هذا المركب **المعقد المنشط** .

المعقد المنشط : هو بناء كيميائي غير مستقر له طاقة وضع عالية يتفكك مكوناً النواتج .

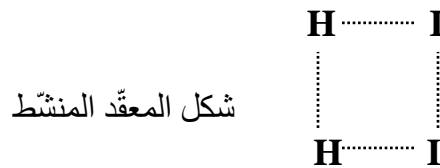
مثال : ارسم المعقد النشط (التصادم الفعّال) للتفاعل الافتراضي $A_2 + B_2 \longrightarrow 2AB$.

الحل ...

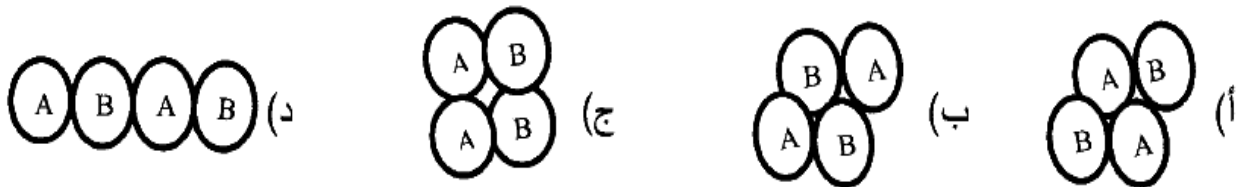


سؤال : ارسم المعقد النشط (التصادم الفعّال) للتفاعل $H_2 + I_2 \longrightarrow 2HI$

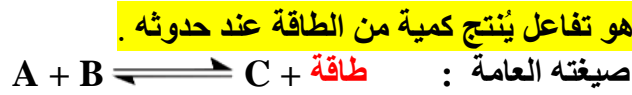
الحل ...



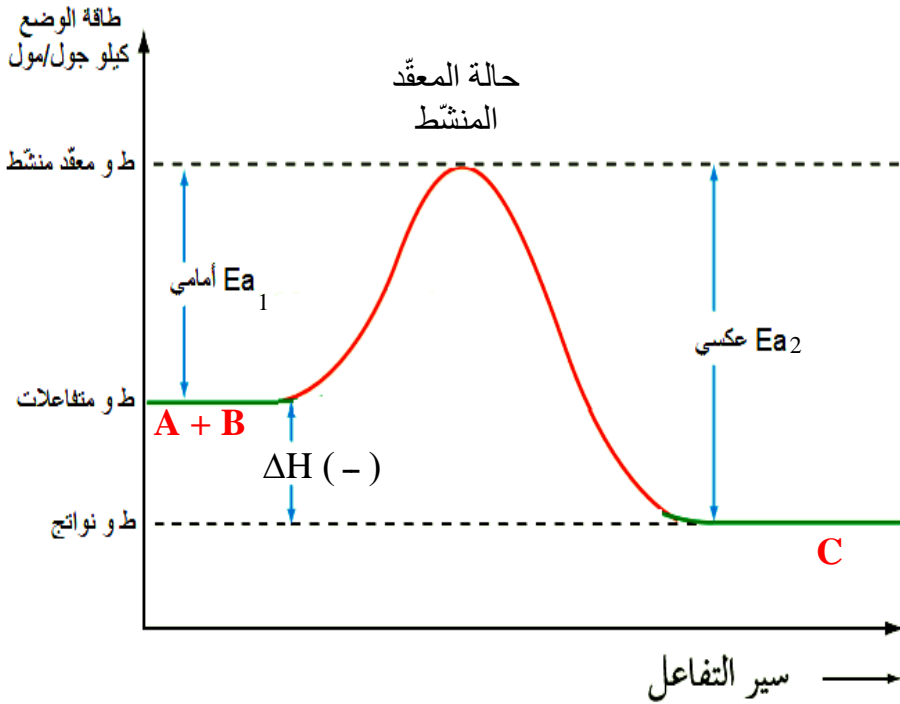
سؤال: في التفاعل الافتراضي عند درجة حرارة معينة $2AB \rightleftharpoons A_2 + B_2$ ، فإن الوضع الذي يُعبّر عن التصادم الفعّال هو:



❖ تقسم التفاعلات الكيميائية من حيث الطاقة المصاحبة لها إلى نوعين :



تفاعل طارد للطاقة
(-)

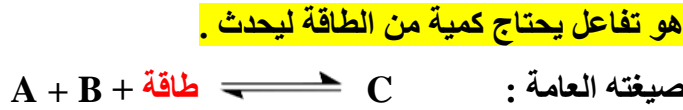


$\Delta H = (-)$ لأن :
ط و نواتج > ط و متفاعلات

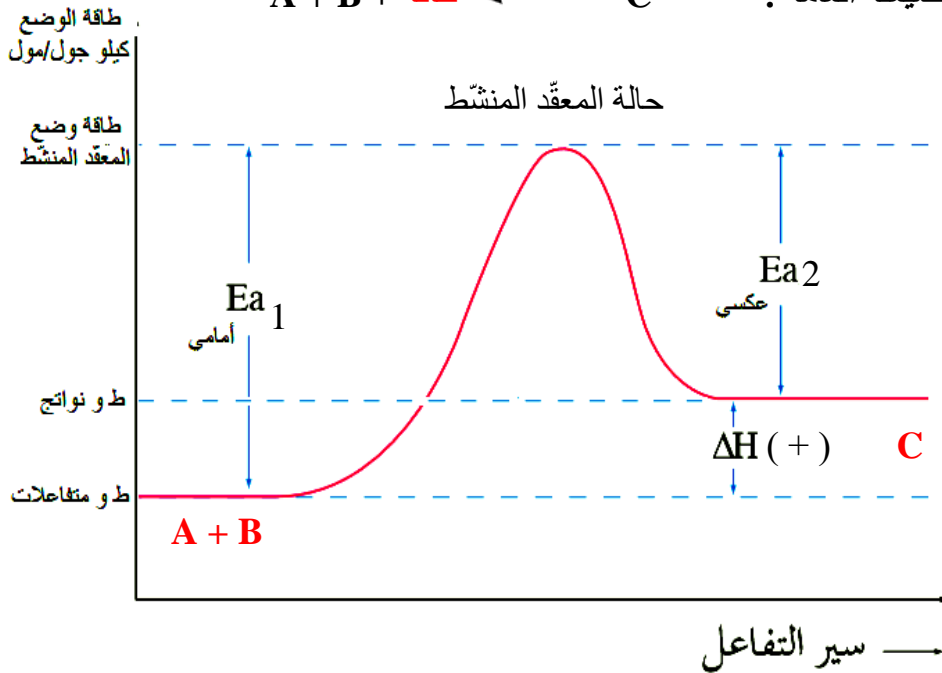
Ea_1 أمامي > Ea_2 عكسي

النواتج أكثر استقراراً

التفاعل الأمامي أسرع



تفاعل ماص للطاقة
(+)



$\Delta H = (+)$ لأن :
ط و نواتج < ط و متفاعلات

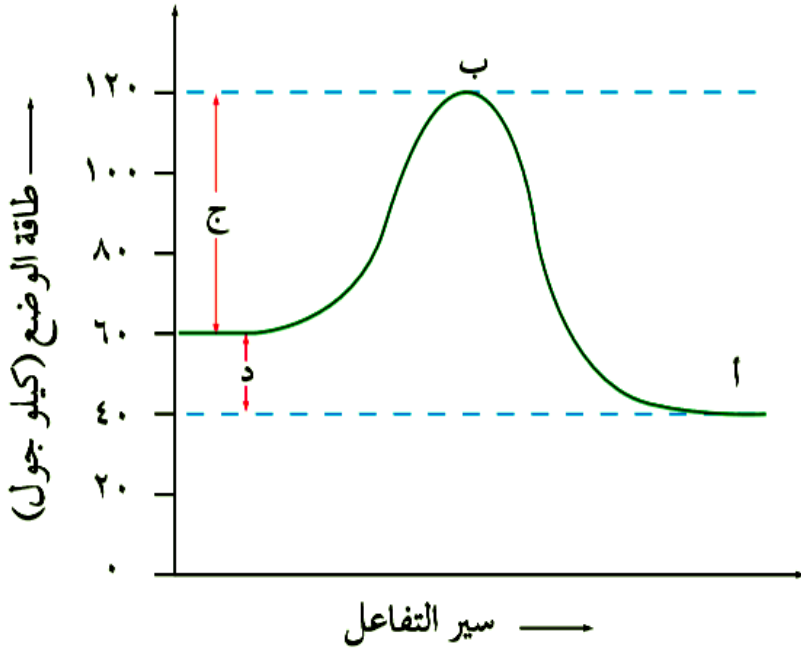
Ea_1 أمامي < Ea_2 عكسي

المتفاعلات أكثر استقراراً

التفاعل العكسي أسرع

ΔH : هي المحتوى الحراري للتفاعل , رياضياً $\Delta H = (\text{ط و نواتج}) - (\text{ط و متفاعلات})$

سؤال : الشكل الآتي يمثل منحنى سير طاقة الوضع للتفاعل $A + B \rightleftharpoons C$, أدرسه ثم أجب عما يليه من أسئلة .



- ١- إلام تشير الرموز أ,ب,ج,د ؟
- ٢- هل التفاعل طارد أم ماص ؟
- ٣- ما مقدار ط و متفاعلات
- ٤- ما مقدار ط و نواتج
- ٥- ما مقدار ط و المعقد المنشط
- ٦- احسب المحتوى الحراري ΔH
- ٧- احسب E_{a1} أمامي
- ٨- احسب E_{a2} عكسي
- ٩- أي الأجزاء هو الأكثر استقراراً ؟
- ١٠- أي الأجزاء هو الأقل استقراراً ؟
- ١١- أيهما أسرع تكوّن C أم تفككه ؟
- ١٢- أعد كتابة التفاعل متضمناً ΔH

الحل ...

- (١) أ : طاقة وضع النواتج ب: حالة المعقد المنشط ج: طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي (E_{a1}) .
- د: المحتوى الحراري للتفاعل (ΔH) .
- (٢) طارد للطاقة
- (٣) ٦٠ كيلو جول
- (٤) ٤٠ كيلوجول
- (٥) ١٢٠ كيلو جول
- (٦) $\Delta H = 60 - 40 = 20$ كيلو جول
- (٧) ٦٠ كيلو جول
- (٨) ٨٠ كيلو جول
- (٩) أ (النواتج) لأنها الأقل طاقة
- (١٠) ب (المعقد المنشط) لأنها الأعلى طاقة .
- (١١) تكون C
- (١٢) $A + B \rightleftharpoons C + 20 \text{ KJ/mol}$

سؤال : في التفاعل الافتراضي $R + M \rightleftharpoons F$ إذا علمت أن

- ❖ ط و متفاعلات = ٥٨ كيلو جول/مول
- ❖ ط و نواتج = ٢٢ كيلو جول/مول
- ❖ ط و معقد منشط = ٩٦ كيلو جول/مول

فأوجد :-

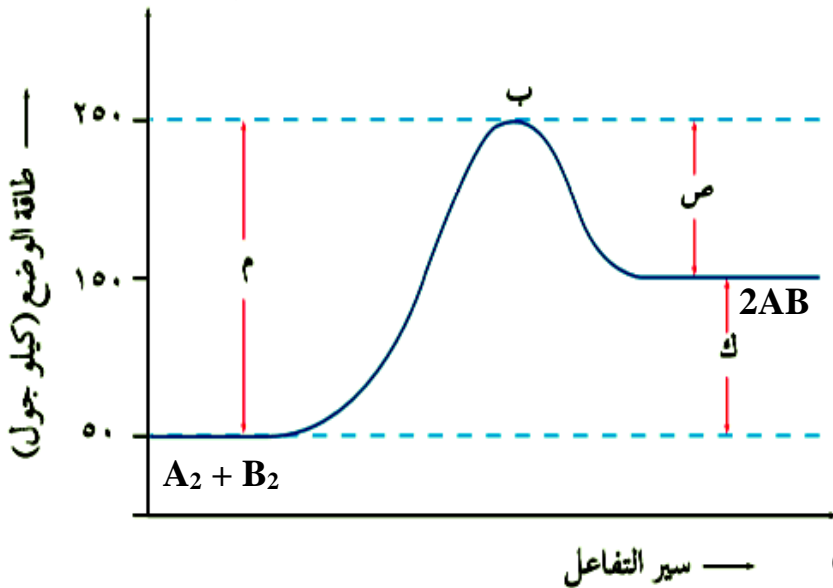
١- المحتوى الحراري ΔH

٢- E_{a1} أمامي

٣- E_{a2} عكسي

٤- أيهما أسرع تكوّن F أم تفككه .

سؤال : الرسم الآتي يمثل منحنى طاقة الوضع لسير التفاعل $A_2 + B_2 \rightleftharpoons 2AB$, أدرسه ثم أجب عن الأسئلة



- ١- إلام تشير الرموز م, ب, ص, ك ؟
- ٢- هل التفاعل طارد أم ماص ؟
- ٣- ما مقدار ط و متفاعلات
- ٤- ما مقدار ط و نواتج
- ٥- ما مقدار ط و المعقد المنشط
- ٦- احسب المحتوى الحراري ΔH
- ٧- احسب E_{a1} أمامي
- ٨- احسب E_{a2} عكسي
- ٩- أي الأجزاء هو الأكثر استقراراً ؟
- ١٠- أي الأجزاء هو الأقل استقراراً ؟
- ١١- أيهما أسرع تكوّن AB أم تفككه ؟
- ١٢- أعد كتابة التفاعل متضمناً ΔH
- ١٣- ارسم حالة المعقد المنشط (التصادم الفعّال)

الحل ...

(١) م: E_{a1} أمامي ب: حالة المعقد المنشط ص: E_{a2} عكسي ك: المحتوى الحراري ΔH

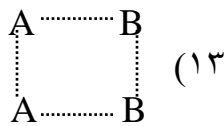
(٢) ماص (٣) ٥٠ كيلو جول (٤) ١٥٠ كيلو جول (٥) ٢٥٠ كيلو جول

(٦) $\Delta H = 100 - 50 = 50$ كيلو جول (٧) ٢٠٠ كيلو جول (٨) ١٠٠ كيلو جول

(٩) المتفاعلات ($A_2 + B_2$) (١٠) ب (المعقد المنشط)

(١١) تفككه

(١٢) $A_2 + B_2 + 100 \text{ KJ/mol} \rightleftharpoons 2AB$



سؤال : في التفاعل الافتراضي : $D + G + 65 \text{ KJ/mol} \rightleftharpoons X$, إذا علمت أن

❖ ط و متفاعلات = ١٠ كيلو جول

❖ $E_{a2} = 35$ كيلو جول

فأوجد :-

(١) ط و النواتج

(٢) E_{a1}

(٣) ط و معقد منشط

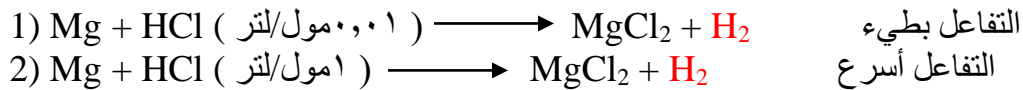
(٤) أيهما أسرع تكوّن X أم تكون D + G

والآن ما هي العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل وكيف يمكن تفسير آلية عملها باستخدام نظرية التصادم؟

(١) تركيز المواد المتفاعلة

((زيادة التركيز تزيد عدد الدقائق في وحدة الحجم فتزداد عدد التصادمات الكلية المحتملة فتزداد التصادمات الفعالة فتزداد سرعة التفاعل)) .

مثال ...



والدليل ...

في التفاعل الثاني يتصاعد غاز الهيدروجين H_2 ذو اللون الرمادي بسرعة أكبر .

التفسير ...

زيادة تركيز HCl يزيد من عدد أيونات H^+ و Cl^- في وحدة الحجم , فتزداد عدد التصادمات الكلية والفعالة فتزداد سرعة التفاعل .

(٢) طبيعة ونوع المواد المتفاعلة

((تختلف المواد في سرعة تفاعلها تبعاً لاختلاف تركيبها الكيميائي وخصائصها))

مثال(١) ...

يتفاعل الصوديوم Na مع الماء H_2O بسرعة أكبر من تفاعل المغنيسيوم Mg مع الماء H_2O

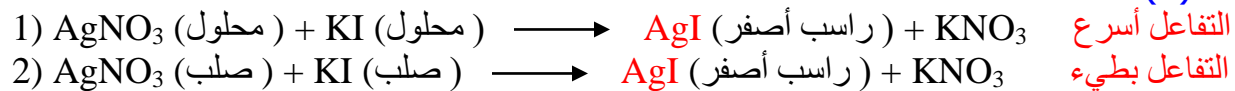
الدليل ...

مجرد وضع Na في الماء تبدأ عملية فوران شديدة في الوعاء بينما يحتاج Mg لوقت أطول بكثير لذلك .

التفسير ...

Na أنشط كيميائياً من Mg وذلك بسبب التركيب الكيميائي حيث يوجد e واحد في المدار الأخير عند Na مما يُسهّل فقده , بينما يوجد $2e$ في المدار الأخير عند Mg فيكون الفقد أصعب .

مثال(٢) ...



الدليل ...

في التفاعل الأول يظهر الراسب الأصفر بسرعة أكبر من التفاعل الثاني .

التفسير ...

لأن أيونات المواد المتفاعلة في حالة المحاليل تكون حرة الحركة فتزداد عدد التصادمات الكلية المحتملة , فتزداد عدد التصادمات الفعالة فتزداد سرعة التفاعل .
أما المواد المتفاعلة في الحالة الصلبة تكون مقيدة الحركة فيكون تفاعلها بطيء جداً .

(٣) مساحة سطح المواد المتفاعلة في الحالة الصلبة

((سرعة تفاعل المواد الصلبة وهي على شكل مسحوق أكبر منه في حالة القطع الصلبة الكبيرة))

مثال(١) ... طباشير (مسحوق) + خلّ : يتصاعد غاز CO_2 بشكل أسرع

طباشير (قطع كبيرة) + خلّ : يتصاعد غاز CO_2 بشكل بطيء

مثال(٢) ... يصدأ ٢٠ غم من برادة الحديد بشكل أسرع من سلك حديد كتلته ٢٠ غم .

التفسير ... مساحة السطح المعرض للتفاعل في حالة المسحوق والبرادة أكبر منه في حالة القطع الكبيرة والسلك

فتزداد عدد التصادمات الكلية المحتملة والفعالة فتزداد سرعة التفاعل .

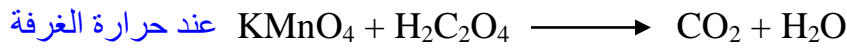
(٤) درجة الحرارة

((زيادة درجة الحرارة يزيد من متوسط الطاقة الحركية للجزيئات فتزداد عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط E_a فتزداد عدد التصادمات الفعالة فتزداد سرعة التفاعل)) .

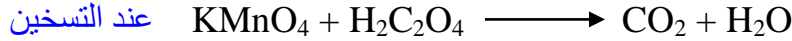
مثال (١) ... نرفع درجة الحرارة لإنضاج الطعام بسرعة أكبر .

مثال (٢) ... توضع الأطعمة وعبوات الأدوية في الثلاجة لمنع فسادها .

مثال (٣) ...



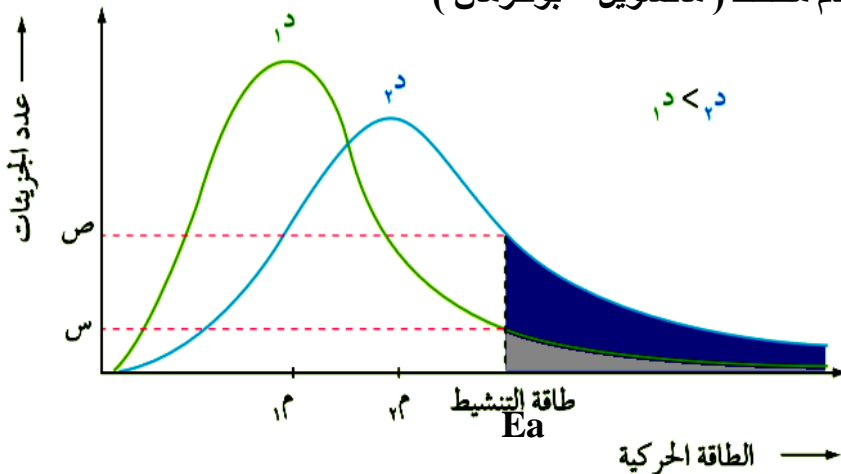
يبقى اللون بنفسجي بعد ١٠ دقائق



يختفي اللون البنفسجي بعد ١٠ دقائق

حمض الأوكساليك
بيرومغنات البوتاسيوم

ولتفسير أثر الحرارة على سرعة التفاعل نستخدم مخطط (ماكسويل - بولتزمان)



مخطط ماكسويل - بولتزمان

هو مخطط يبين توزيع الطاقة الحركية على جزيئات مادة ما عند درجات حرارة مختلفة .

من المخطط نلاحظ الآتي :

- (١) تغير درجة الحرارة لا يؤثر على قيمة طاقة التنشيط E_a للتفاعل .
- (٢) عند (د) فإن عدد الجزيئات التي تمتلك E_a أكبر من عدد الجزيئات التي تمتلك E_a عند (د٢) وكلما زادت عدد الجزيئات التي تمتلك E_a تزداد سرعة التفاعل .
- (٣) م: هي متوسط الطاقة الحركية للجزيئات عند د٢
٢م: هي متوسط الطاقة الحركية للجزيئات عند د١
- (٤) س: هي عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط E_a عند د١
ص: هي عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط E_a عند د٢

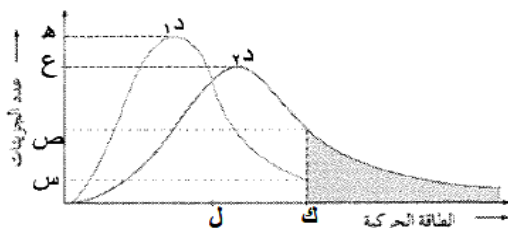
ونلاحظ أن $١م < ٢م$

ونلاحظ أن $ص < س$

الخلاصة ...

(بما أن متوسط الطاقة الحركية يزداد عند زيادة درجة الحرارة مع بقاء E_a ثابتة إذاً تزداد عدد الجزيئات التي تمتلك E_a فتزداد عدد التصادمات الفعالة فتزداد سرعة التفاعل) .

سؤال: الشكل المجاور يُمثل توزيع الطاقة الحركية على جزيئات غاز ما عند درجتين مختلفتين (د١، د٢)، ادرسه ثم أجب عن الفقرتين



١ - الرمز الذي يُمثل عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط عند درجة الحرارة الأعلى هو:

(أ) س (ب) ص (ج) ع (د) هـ

٢ - زيادة درجة حرارة التفاعل لا تؤثر في:

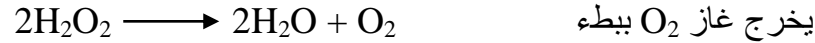
(أ) عدد التصادمات الفعالة (ب) سرعة التفاعل الكيميائي

(ج) طاقة التنشيط للتفاعل (د) متوسط الطاقة الحركية للجزيئات

(٥) العامل المساعد

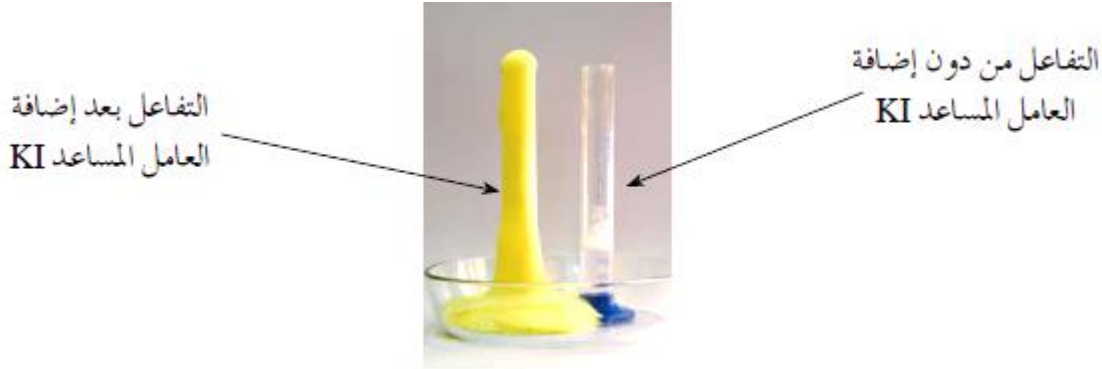
❖ العوامل المساعدة : هي مواد تعمل على زيادة سرعة التفاعلات الكيميائية دون أن تُستهلك أثناء التفاعل .

مثال (١) يُستخدم أكسيد الفناديوم V_2O_5 لتسريع إنتاج حمض الكبريتيك H_2SO_4 المستخدم بكثرة في الصناعات .
مثال (٢) ...



- يوديد البوتاسيوم **KI** يساعد على تحلل فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 بسرعة
والدليل تصاعد غاز الأكسجين بسرعة أكبر .

- بما أن **KI** عامل مساعد , إذاً يدخل إلى التفاعل ويخرج دون أن يُستهلك (لا تتغير كتلته) .

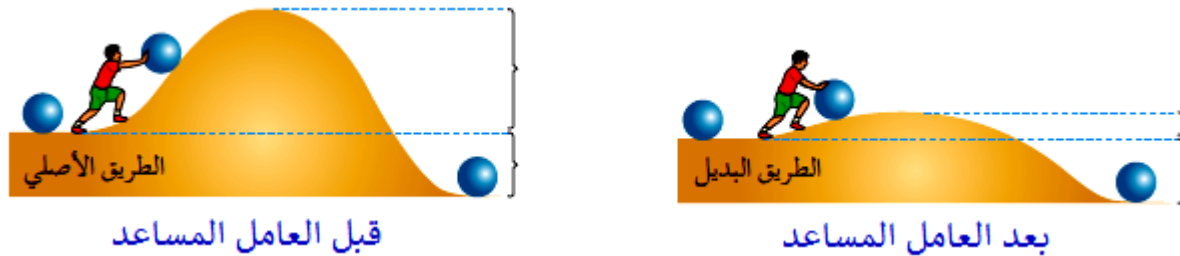


❖ الهدف من استخدام العامل المساعد : تقليل زمن حدوث التفاعل وبالتالي زيادة الإنتاج .

والآن يمكن توضيح أثر إضافة العامل المساعد على منحني تغير الطاقة للتفاعلات المختلفة , ولكن كيف؟

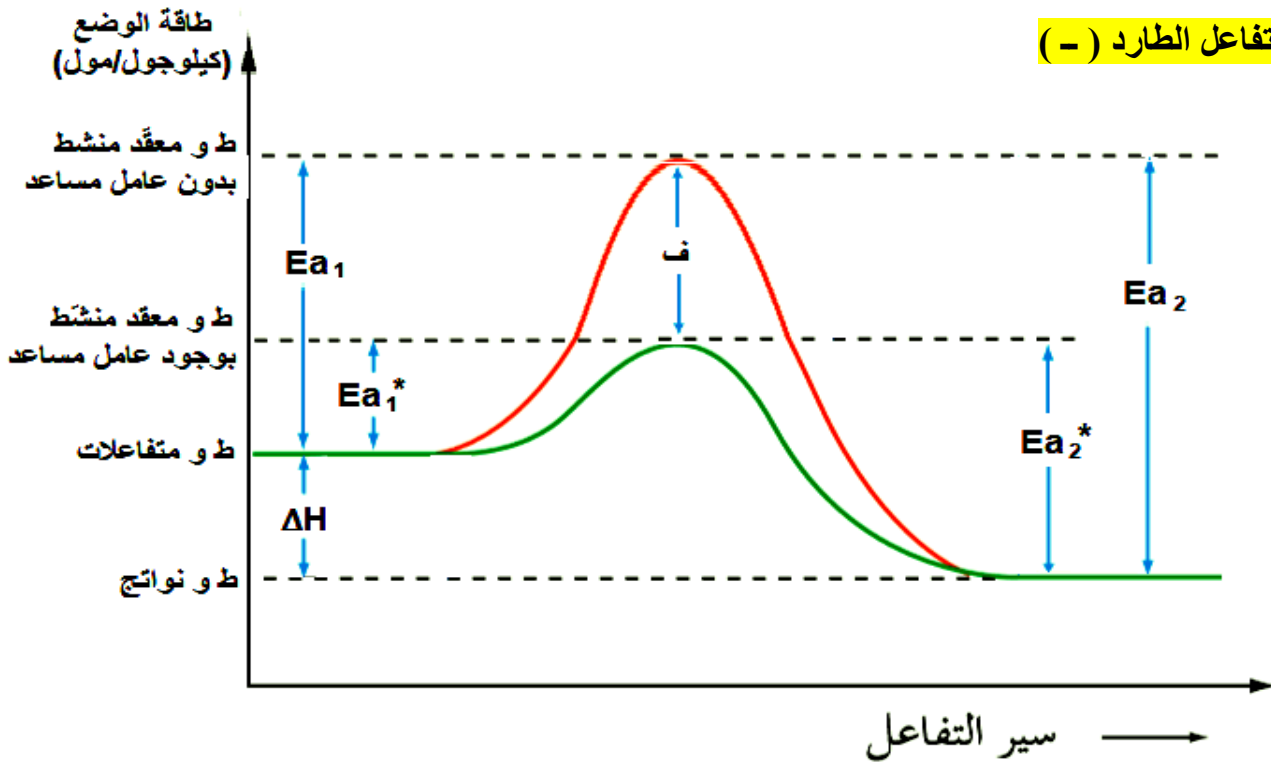
❖ آلية عمل العامل المساعد :

يدخل العامل المساعد إلى التفاعل فيكون مسار بديل لسير التفاعل حيث يقلل طاقة التنشيط E_a للتفاعل . فتزداد عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط فتزداد عدد التصادمات الكلية والفعالة فتزداد سرعة التفاعل .



ويمكن تمثيل ذلك على التفاعلات الطاردة والماصة كالآتي :

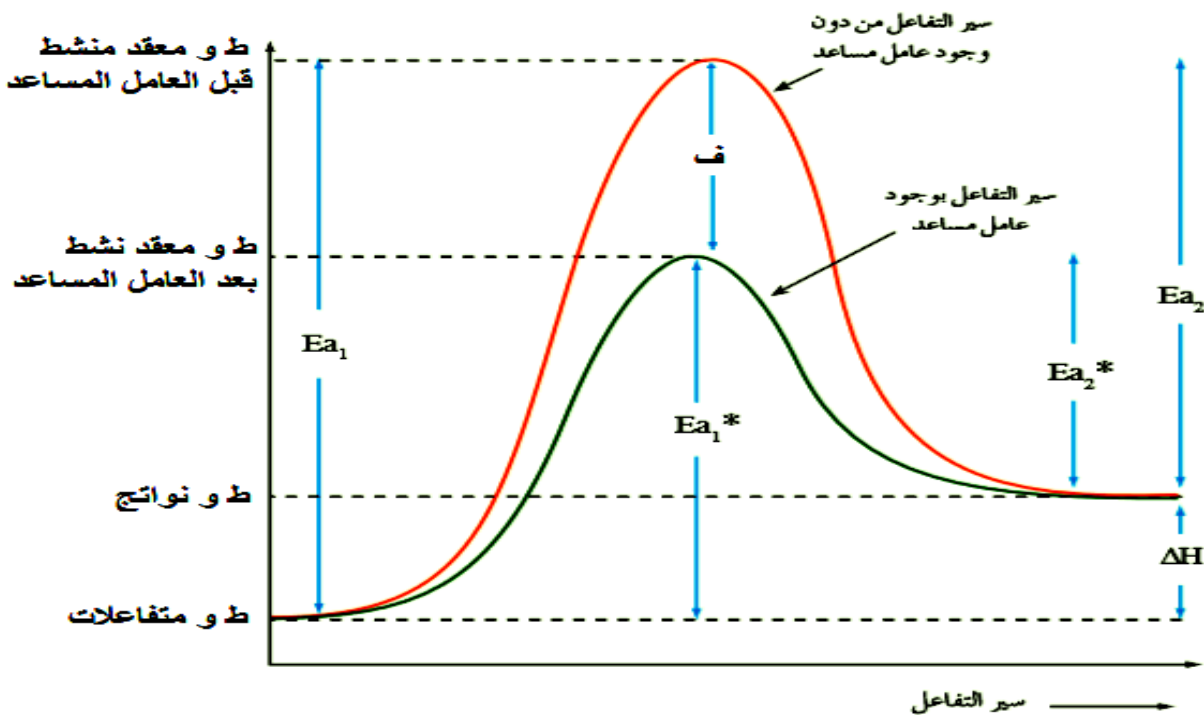
(١) في التفاعل الطارد (-)



حيث أن :-

- (١) Ea_1 : طاقة التنشيط الأمامي قبل (بدون) استخدام العامل المساعد .
- (٢) Ea_1^* : طاقة التنشيط الأمامي بعد (مع) استخدام العامل المساعد .
- (٣) Ea_2 : طاقة التنشيط العكسي قبل (بدون) استخدام العامل المساعد .
- (٤) Ea_2^* : طاقة التنشيط العكسي بعد (مع) استخدام العامل المساعد .
- (٥) f : فرق الطاقة للمعقد المنشط نتيجة استخدام العامل المساعد .

(٢) في التفاعل الماص (+)



حيث أن :-

- (١) E_{a1} : طاقة التنشيط الأمامي قبل دخول العامل المساعد .
- (٢) E_{a1}^* : طاقة التنشيط الأمامي بعد دخول العامل المساعد .
- (٣) E_{a2} : طاقة التنشيط العكسي بدون العامل المساعد .
- (٤) E_{a2}^* : طاقة التنشيط العكسي بوجود عامل مساعد .

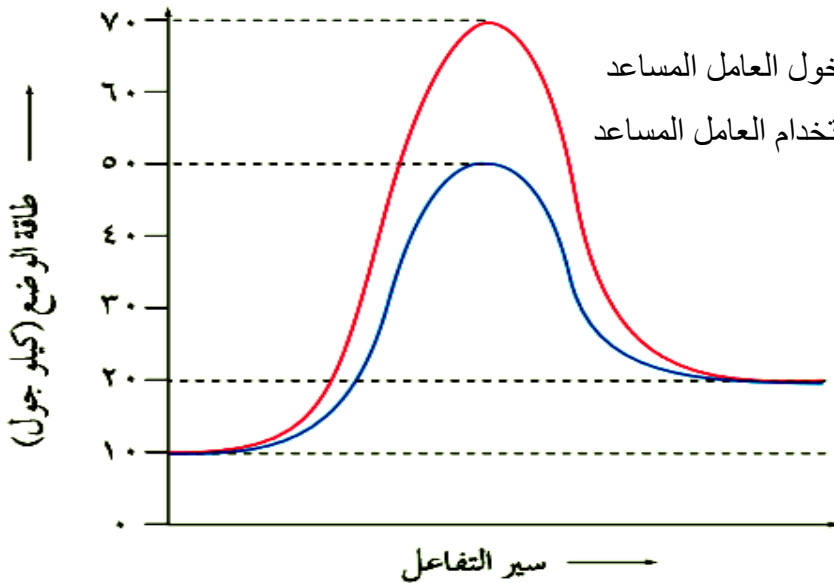
مما سبق نلاحظ أن :

العامل المساعد
يُغيّر مسار التفاعل
ليصبح التفاعل
أسرع

العامل المساعد لا يؤثر على قيمة كل من
١ - طاقة وضع المتفاعلات
٢ - طاقة وضع النواتج
٣ - المحتوى الحراري ΔH

بعد دخول العامل المساعد إلى التفاعل
فإن طاقة التنشيط الأمامي والعكسي
وطاقة المعقد المنشط جميعها تقل
بنفس المقدار (ف) .

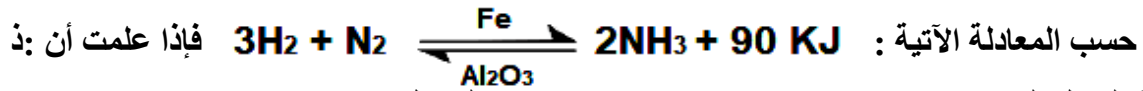
سؤال : أدرس منحنى تغير الطاقة الآتي والذي يمثل التفاعل $E + B \rightleftharpoons C + D$ ثم أجب عما يليه



- ١ - ما مقدار طاقة وضع النواتج
- ٢ - ما مقدار طاقة وضع المعقد المنشط بعد دخول العامل المساعد
- ٣ - ما مقدار التغير في طاقة الوضع نتيجة استخدام العامل المساعد
- ٤ - احسب المحتوى الحراري ΔH
- ٥ - هل التفاعل طارد أم ماص ؟
- ٦ - احسب E_{a1}
- ٧ - احسب E_{a2}^*
- ٨ - أيهما أسرع تكوّن C أم تكوّن B .

الحل

سؤال : يتفاعل الهيدروجين مع النيتروجين لإنتاج الأمونيا بوجود خليط من الحديد وأكسيد الألومنيوم كعامل مساعد



١- كتلة العامل المساعد ($\text{Al}_2\text{O}_3 / \text{Fe}$) تساوي ٣ غم عند بدء التفاعل .

٢- E_{a2}^* تساوي ١٦٣ كيلو جول

فأوجد :-

(١) E_{a1}^*

(٢) ΔH

(٣) كتلة العامل المساعد في نهاية التفاعل

(٤) بيّن بالرسم أثر وجود وغياب العامل المساعد في التفاعل السابق .

الحل ...

سؤال : في التفاعل الافتراضي $2\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons 2\text{C}$ إذا علمت أن

❖ ط و المتفاعلات تساوي ٢٤٠ كيلو جول

❖ ط و نواتج تساوي ٢٠ كيلو جول

❖ طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي E_{a1} تساوي ١٠ كيلو جول

فأوجد :-

(١) E_{a2} (٢) ط و معقد منشط (٣) ما أثر زيادة درجة الحرارة على E_a للتفاعل ؟

(٤) عند إضافة عامل مساعد إلى التفاعل قلّت طاقة التنشيط الأمامي بمقدار ٢ كيلو جول , فأوجد :-

أ- E_{a1}^* ب- E_{a2}^* ج- ΔH د- ط و معقد منشط بوجود عامل مساعد

الحل ...

سؤال : ادرس المعلومات الآتية المتعلقة بتفاعل ما ثم أجب عن الأسئلة التي تليها

أ- $\Delta H = -30$ كيلو جول .

ب- ط و متفاعلات = 40 كيلو جول

ج- ط و معقد منشط بدون عامل مساعد = 60 كيلو جول .

د- مقدار الانخفاض في طاقة المعقد المنشط نتيجة استخدام العامل المساعد = 8 كيلو جول .

(1) ما مقدار ط و نواتج

(2) ما مقدار ط و معقد منشط بوجود عامل مساعد

(3) احسب E_{a1}

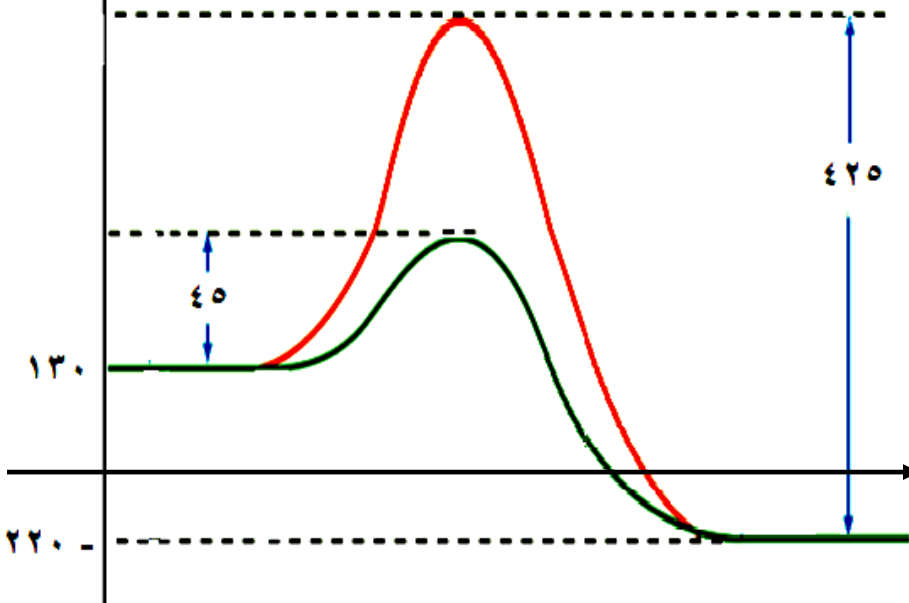
(4) احسب E_{a1}

(5) احسب E_{a2}

الحل

طاقة
الوضع

سؤال : يمثل الشكل المجاور منحنى طاقة الوضع (كيلو جول / مول) للتفاعل الآتي



1. ما قيمة كل مما يأتي :

(أ) ط و متفاعلات

(ب) ط و معقد منشط بدون عامل مساعد

(ج) ط و نواتج بدون عامل مساعد

(د) E_{a2}

(هـ) E_{a1}

(و) ΔH متضمناً الإشارة

2. هل التفاعل طارد أم ماص للطاقة ؟

3. أعد كتابة التفاعل متضمناً ΔH

الحل ...

1- (أ) 130 كيلو جول (ب) 205 كيلو جول (ج) 220 كيلو جول

(د) 395 كيلو جول (هـ) 75 كيلو جول (و) 350 كيلو جول

2- طارد



سؤال : ادرس معلومات الجدول الآتي لتفاعل ماء، ثم أجب عن الفقرات التي تليه

طاقة وضع المتفاعلات كيلو جول	طاقة وضع النواتج كيلو جول	طاقة التنشيط للتفاعل العكسي كيلو جول
٢٠	٢٤٠	١٠

١- قيمة طاقة وضع المعقد المنشط (كيلوجول) يساوي:

(أ) ٢٥٠ (ب) ٢٦٠ (ج) ٢٢٠ (د) ٢٠٠

٢- قيمة طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي (كيلوجول) يساوي:

(أ) ٢١٠ (ب) ٢٢٠ (ج) ٢٣٠ (د) ٢٥٠

٣- قيمة ΔH التفاعل (كيلوجول) يساوي:

(أ) ٢٢٠+ (ب) ٢٢٠- (ج) ٢٤٠+ (د) ٢٤٠-

٤- ارتفاع درجة حرارة التفاعل تؤدي إلى:

- (أ) زيادة طاقة التنشيط
(ب) نقصان طاقة التنشيط
(ج) زيادة ΔH
(د) زيادة عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط

سؤال : ادرس المعلومات الواردة في الجدول، وأجب عن الفقرات التي تليه

طاقة وضع المتفاعلات (كيلو جول)	طاقة وضع النواتج (كيلو جول)	طاقة معقد منشط بدون عامل مساعد (كيلو جول)	طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي بوجود عامل مساعد (كيلو جول)
٨٠	١٦٠	٢٠٠	٩٥

١- قيمة المحتوى الحراري ΔH (كيلو جول) تساوي:

(أ) ٨٠- (ب) ٨٠+ (ج) ٢٤٠- (د) ٢٤٠

٢- قيمة طاقة المعقد المنشط (كيلو جول) بوجود عامل مساعد تساوي:

(أ) ٤٠ (ب) ١٥٥ (ج) ١٧٥ (د) ٢٠٠

٣- قيمة طاقة التنشيط للتفاعل العكسي (كيلو جول) بدون عامل مساعد تساوي:

(أ) ٤٠ (ب) ٦٠ (ج) ٩٥ (د) ١٢٠

قائمة المصطلحات

المصطلح باللغة العربية	المصطلح باللغة الإنجليزية	المدلول
التصادم الفعال	Effective Collision	التصادم الذي يؤدي الى تكوين نواتج.
رتبة التفاعل للمادة	Reaction Order	قيمة عددية صحيحة أو كسرية، تبين أثر التركيز في سرعة التفاعل وتعتمد على طريقة سير التفاعل، ويمكن حسابها من التجربة العملية.
سرعة ابتدائية	Initial Rate	سرعة التفاعل لحظة خلط المواد المتفاعلة في بداية التفاعل أي عند الزمن صفر.
سرعة لحظية	Instantaneous Rate	سرعة التفاعل عند زمن معين خلال سير التفاعل.
طاقة التنشيط	Activation Energy (Ea)	هي الحد الأدنى من الطاقة الذي يجب توافره، لكسر الروابط بين ذرات المواد المتفاعلة كي تتفاعل وتكوّن نواتج.
عوامل مساعدة	Catalysts	هي مواد تزيد من سرعة التفاعلات الكيميائية من دون أن تستهلك أثناء التفاعل.
قانون سرعة التفاعل	Rate Law	علاقة رياضية تبين العلاقة بين سرعة التفاعل وتراكيز المواد المتفاعلة.
معدل سرعة التفاعل	Rate of Chemical Reaction	التغير في كميات إحدى المواد المتفاعلة أو الناتجة في وحدة زمن.
معقد منشط	Activated Complex	بناء غير مستقر بين المواد المتفاعلة والمواد الناتجة له طاقة وضع عالية.