

الوحدة الاولى:- سرعة التفاعل الكيميائي
الكيمياء المستوى الثالث
للصف الثاني ثانوي علمي

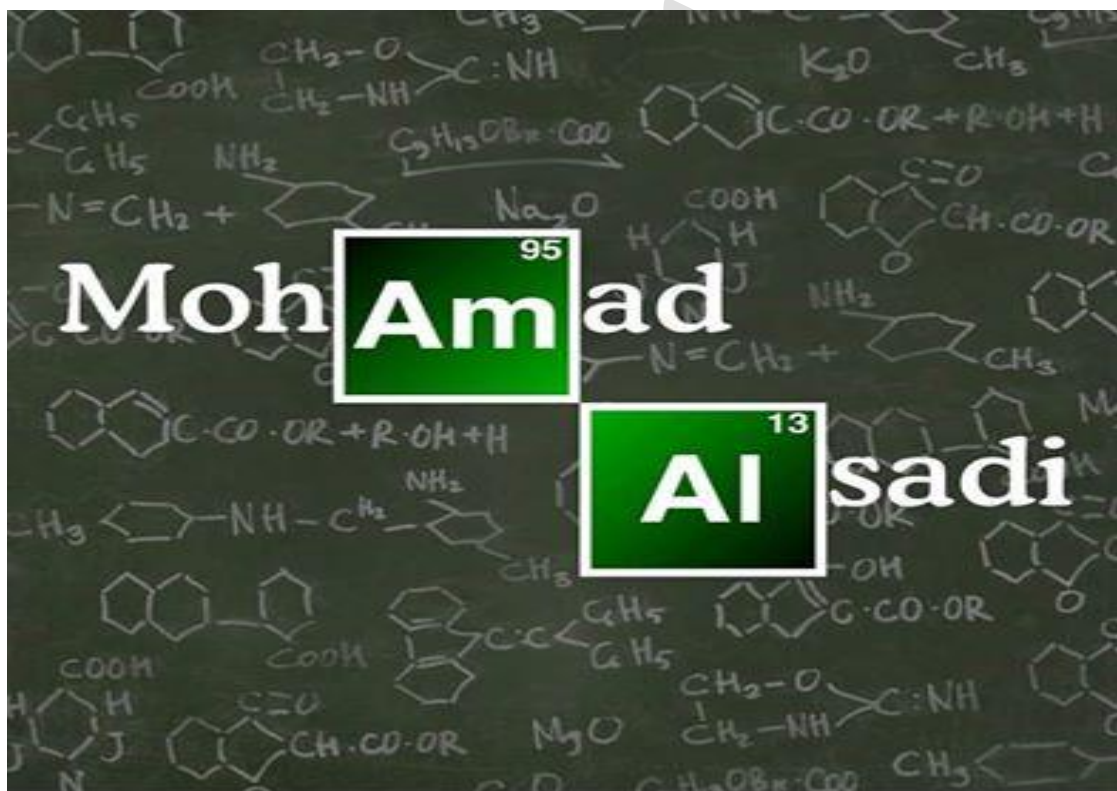
الوحدة الاولى سرعة التفاعل الكيميائي

مادة الكيمياء حسب المنهاج الجديد

اعداد الاستاذ محمد السعدي

0786778971

كيمياء- *ON facebook teacher mohammad alsadi*



الفصل الاول:- سرعة التفاعل الكيميائي

اولا :- مفهوم سرعة التفاعل الكيميائي

توصف بعض التفاعلات الكيميائية بأنها سريعة مثل حرق ورقة او حرق برادة خشب مثلا او ترسيب كلوريد الفضة

كما انه توصف بعض التفاعلات الاخرى ببطئها مثل تكون صدأ الحديد (اكسيد الحديد) او تكون اكسيد الالمنيوم الناتج من تفاعل الحديد والالمنيوم مع الاكسجين

ومن هنا نستنتج انه هناك سرعات مختلفة للتفاعلات الكيميائية

لنتذكر ما هي السرعة :

السرعة : هي مقياس لمقدار تغير المسافة في وحدة زمن . (كسرعة سيارة او سرعة شخص يمشي)

(اما بالنسبة لتفاعلات الكيميائية لا نستخدم وحدات قياس المسافات وانما نتعامل مع تغير في كميات المواد المتفاعلة والناتجة كالتركيز والكتلة و...)

ومن هنا فما مفهوم سرعة التفاعل الكيميائي

1-هي مقياس لمقدار التغير في احدى كميات المواد المتفاعلة أو المواد الناتجة في وحدة زمن .

2-مقدار الزيادة في التركيز المولاري لنواتج التفاعل خلال وحدة الزمن

3-مقدار النقص في التركيز المولاري للمواد المتفاعلة خلال وحدة الزمن

مثلا كإنتاج او استهلاك لتر من الماء في دقيقه لإحدى التفاعلات .

هنالك عوامل تتحكم بزيادة او نقصان سرعة استهلاك المواد المتفاعلة او انتاج مواد جديدة وكمياتها فما هي تلك العوامل

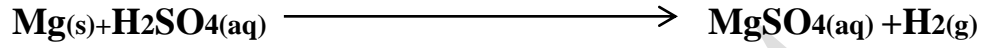
العوامل المؤثرة على سرعة التفاعل

- 1) تركيز المواد المتفاعلة
- 2) مساحة السطح المعرضة للتفاعل (طبيعة المادة)
- 3) درجة الحرارة
- 4) العوامل المساعدة

الوحدة الاولى:- سرعة التفاعل الكيميائي
الكيمياء المستوى الثالث
للصف الثاني ثانوي علمي

ومن الامثلة على تفاعلات سريعة جدا مثل تفاعل الصوديوم مع الماء
ومن الأمثلة على تفاعلات متوسطة السرعة مثل تفاعل حمض الهيدروكلوريك مع كربونات البوتاسيوم
ومن الامثلة على تفاعلات بطيئة السرعة تفاعل صدا الحديد

مثال توضيحي لمفهوم سرعة التفاعل لدينا التفاعل التالي



يمكن قياس معدل سرعة التفاعل السابق من خلال إحدى ما يلي:

- 1) مقدار التغير في كتلة المادة Mg (غم) ، في وحدة زمن
 - 2) مقدار التغير في تركيز المادة H_2SO_4 (مول/لتر) ، في وحدة زمن
 - 3) مقدار التغير في تركيز المادة MgSO_4 (مول/لتر) ، في وحدة زمن
 - 4) مقدار التغير في حجم الغاز H_2 في وحدة زمن
- وبالتالي فإن هو بشكل عام يمكن حساب معدل سرعة التفاعل اعتمادا على القانون التالي:
- سرعة التفاعل = $\frac{\text{مقدار التغير في كمية احدى المواد المتفاعلة او الناتجة}}{\text{التغير في الزمن}}$

إذا يمكن التعبير عن سرعة التفاعل من التفاعل السابق بانه

$$1) \text{ سرعة التفاعل} = \frac{\text{مقدار التغير في كتلة المادة Mg (غم)}}{\text{التغير في الزمن (ث)}}$$

$$\text{سرعة التفاعل} = \frac{\Delta \text{ك Mg}}{\Delta \text{ن}} = \text{غم/ث}$$

$$2) \text{ سرعة التفاعل} = \frac{\text{مقدار التغير في تركيز المادة } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (مول/لتر)}}{\text{التغير في الزمن (ث)}}$$

$$\text{سرعة التفاعل} = \frac{\Delta [\text{H}_2\text{SO}_4]}{\Delta \text{ن}} = \text{مول/لتر . ث}$$

$$3) \text{ سرعة التفاعل} = \frac{\text{مقدار التغير في تركيز المادة } \text{MgSO}_4 \text{ (مول/لتر)}}{\text{التغير في الزمن (ث)}}$$

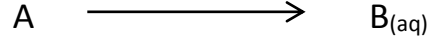
$$\text{سرعة التفاعل} = \frac{\Delta [\text{MgSO}_4]}{\Delta \text{ن}} = \text{مول/لتر . ث}$$

$$4) \text{ سرعة التفاعل} = \frac{\text{مقدار التغير في حجم المادة } \text{H}_2 \text{ (لتر)}}{\text{التغير في الزمن (ث)}}$$

الوحدة الاولى:- سرعة التفاعل الكيميائي
الكيمياء المستوى الثالث
للصف الثاني ثانوي علمي

** لكن في الغالب يتم استخدام تراكيز المواد في حساب سرعة التفاعل **

مثال لدينا التفاعل الافتراضي التالي



يعبر عن سرعة التفاعل بطريقتين

اولا سرعة التفاعل = - التغير في تركيز المادة A
التغير في الزمن

سرعة التفاعل = - $\frac{[A]}{\Delta t}$

حيث ان [A] هو تركيز المادة A

و الرمز Δt هو الزمن

** نلاحظ ان من القانون السابق - $\frac{[A]}{\Delta t}$ فما سبب ظهور هذه الاشارة السالبة ؟

لان المواد المتفاعلة تتناقص مع الزمن ولا يوجد سرعة سالبة وناتج التغير في تركيز المادة A سالب
فنتخلص من هذا الاشارة السالبة بوضع اشارة سالبة لمقدار التغير حتى يصبح الناتج موجب

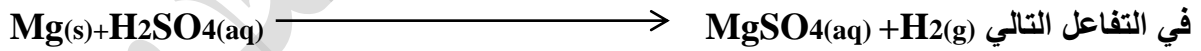
أو ثانيا سرعة التفاعل = التغير في تركيز المادة B $\frac{[B]}{\Delta t}$ التغير في الزمن

سرعة التفاعل = $\frac{[B]}{\Delta t}$

من التفاعل السابق يمكن ملاحظة ما يلي

تركيز النواتج مادة B يكون ببداية التفاعل يساوي صفر ومع مرور الوقت يبدأ بالزيادة تدريجيا.
اما تركيز المتفاعلات وهي المادة A فيكون اعلى ما يمكن بداية التفاعل ويتناقص تدريجيا مع مرور
الوقت.

سؤال



إذا علمت ان تركيز المادة H_2SO_4 عند تفاعله مع Mg قد تغير من 1.2 مول/لتر إلى 0.8 مول/لتر
خلال 4 دقائق احسب

(1) سرعة التفاعل بالدقائق (2) سرعة التفاعل بالثواني

الحل :

(1) سرعة التفاعل = - $\frac{[H_2SO_4]}{\Delta t} = - \frac{1.2 - 0.8}{4} = -0.1$ مول/لتر . ث

(2) سرعة التفاعل = - $\frac{[H_2SO_4]}{\Delta t}$

سرعة التفاعل = - $\frac{1.2 - 0.8}{(4 * 60)} = -0.167 * 10^{-2}$ مول/لتر . دقيقة

الوحدة الاولى:- سرعة التفاعل الكيميائي
الكيمياء المستوى الثالث
للصف الثاني ثانوي علمي

سؤال

بإحدى التجارب قام احد الاشخاص بتحضير التفاعل التالي



كان تركيز المادة HNO_3 يساوي 0.1 مول\التر في بداية التفاعل وبعد مرور 2 دقائق وجد انه تركيزها اصبح 0.2 مول\التر
احسب سرعة انتاج HNO_3 ؟

سرعة انتاج HNO_3 = التغير في تركيز المادة HNO_3 \ التغير بالزمن

سرعة انتاج HNO_3 = (0.1-0.2) (مول\التر) \ 2 دقائق

سرعة انتاج HNO_3 = $2 \setminus 0.1 = 5 \setminus 10^{-2}$ مول \ لتر . د

ملاحظة لتذكير

• التركيز = عدد المولات \ حجم المحلول (وتقاس بوحدة مول / لتر)

المعادلة الكيميائية الموزونة وعلاقتها بسرعة التفاعل

يتم الاستفادة من المعادلة الكيميائية الموزونة في إيجاد العلاقة بين سرعات استهلاك وتكوين المواد في التفاعلات الكيميائية كما في المثال التالي
مثال : في التفاعل التالي:



نلاحظ من المعادلة الموزونة ان عند استهلاك 1 مول من N_2 و 3 مول من H_2 بنفس الوقت فإنه ينتج 2 مول من الامونيا NH_3 فهذا يدل على انه

• سرعة استهلاك المادة N_2 = (1/3) سرعة استهلاك المادة H_2 = (1/2) سرعة انتاج المادة NH_3

مثال : لدينا التفاعل الافتراضي التالي $4\text{A} + 2\text{B} \longrightarrow 3\text{C} + 2\text{D}$

اذا كان معدل انتاج المادة $\text{D} = 0.4$ مول \ لتر . ث احسب ما يلي

(1) سرعة انتاج المادة C (2) سرعة استهلاك المادة A

(3) سرعة استهلاك المادة B (4) معدل سرعة التفاعل

الحل

(1) معدل انتاج المادة $\text{C} \setminus 3 =$ معدل انتاج المادة $\text{D} \setminus 2$

معدل انتاج المادة $\text{C} = 3 \setminus 0.4 \setminus 2 = 0.6$ مول \ لتر . ث

الوحدة الاولى:- سرعة التفاعل الكيميائي
الكيمياء المستوى الثالث
للصف الثاني ثانوي علمي

(2) معدل استهلاك المادة A \ 4 = معدل انتاج المادة D \ 2
معدل استهلاك المادة A = 4 * 0.4 \ 2 = 0.8 مول\ لتر . ث

(3) معدل استهلاك المادة B \ 2 = معدل انتاج المادة D \ 2
معدل استهلاك المادة B = 2 * 0.4 \ 2 = 0.4 مول\ لتر . ث

(4) معدل سرعة التفاعل = معدل انتاج المادة D \ 2
معدل سرعة التفاعل = 0.4 \ 2 = 0.2 مول\ لتر . ث

يمكن تلخيص العلاقات السابقة باستخدام العلاقتان العامتان الآتيتان

$$\text{معدل سرعة التفاعل} = (1 \text{ عامل المادة}) \text{ معدل سرعة تلك المادة}$$

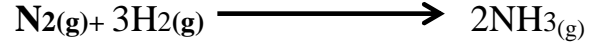
ولمعرفة معدل السرعة لمادة مجهولة السرعة

$$\text{معدل سرعة التفاعل للمادة المجهولة} = \frac{\text{معدل سرعة المادة المعروفة}}{\text{(معامل المادة المعروفة)}}$$
$$\text{(معامل المادة المجهولة)}$$

الوحدة الاولى:- سرعة التفاعل الكيميائي
الكيمياء المستوى الثالث
للصف الثاني ثانوي علمي

سؤال 1

إذا كانت معدل سرعة استهلاك المادة $N_2 = 0.45$ مول/لتر.ث في التفاعل السابق



(1) احسب معدل سرعة استهلاك المادة H_2 (2) احسب معدل سرعة انتاج المادة NH_3

الحل :

(1) معدل سرعة استهلاك المادة H_2 \ 3 = معدل سرعة استهلاك المادة N_2 \ 1

معدل سرعة استهلاك المادة $H_2 = 0.45 * 3 = 1.35$ مول/لتر.ث

(2) معدل سرعة انتاج المادة NH_3 \ 2 = معدل سرعة استهلاك المادة N_2 \ 1

معدل سرعة انتاج المادة $NH_3 = 0.45 * 2 = 0.9$ مول/لتر.ث

** ملاحظة :

اي مادتين معاملهما متساوي في نفس التفاعل فلهم نفس السرعة
واي مادة معاملها يساوي 1 لها معدل سرعة يساوي معدل سرعة التفاعل

سؤال 2 اختر رمز الاجابة الصحيحة لكل من الفقرات التالية :

في التفاعل التالي $A + B \longrightarrow C + 3D$ إذا كان معدل سرعة التفاعل يساوي 0.3 مول/لتر.ث فإن
معدل سرعة انتاج المادة D بوحدة مول /لتر.ث يساوي

0.3(1) 0.1 (2) 0.9 (3) 0.6(4)

سؤال 3 : في التفاعل التالي $C_2H_4 + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 2H_2O$

إذا كانت سرعة انتاج الماء = 0.6 مول / لتر . ث
احسب

(3) سرعة انتاج CO_2

(2) سرعة استهلاك O_2

(1) سرعة استهلاك C_2H_4

الوحدة الاولى:- سرعة التفاعل الكيميائي
الكيمياء المستوى الثالث
للصف الثاني ثانوي علمي

سؤال 4 : في التفاعل التالي $A + B \longrightarrow 4C + 2D$ إذا كان معدل سرعة استهلاك المادة A يساوي 0.15 مول/لتر.ث احسب

(1) معدل سرعة انتاج المادة D (2) معدل استهلاك المادة B (3) معدل سرعة انتاج المادة C

سؤال 5: في التفاعل التالي

$H_2(g) + I_2(g) \longrightarrow 2HI(g)$ بالاعتماد على البيانات الواردة في الجدول التالي اجب عن الاسئلة التي تلية :

الزمن (ث)	[H ₂] (مول/لتر.ث)
0	0.8
2	0.6
4	0.4

(1) معدل سرعة استهلاك المادة H₂ (2) معدل سرعة استهلاك المادة I₂

(3) معدل سرعة انتاج المادة HI

سؤال 6 : في التفاعل التالي $2N_2O_5 \longrightarrow 4NO_2 + O_2$ اذا كان معدل سرعة

تكون NO₂ (0.04) مول /لتر. ث

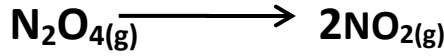
(1) احسب معدل سرعة اختفاء N₂O₅

(2) ما العلاقة بين سرعة تكون O₂ و سرعة اختفاء N₂O₅ ومعدل سرعة انتاج NO₂ بدلالة التغير في

تراكيز كل منهم مع الزمن

الوحدة الاولى:- سرعة التفاعل الكيميائي
الكيمياء المستوى الثالث
للفص الثاني ثانوي علمي

سؤال 7 يتحلل N_2O_4 الى NO_2 كما في المعادلة التالية



ادرس الجدول الذي يبين تغير تركيز المواد المتفاعلة والنتيجة مع الزمن ثم اجب عن الاسئلة التي تليه

الزمن (ث)	$[N_2O_4]$ مول/لتر	$[NO_2]$ مول/لتر
0	0.1	0
20	0.07	0.06
40	0.05	0.1
60	0.04	0.12

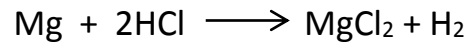
1- احسب معدل سرعة استهلاك N_2O_4 في الفترة الزمنية (20-40) ث

2- احسب معدل سرعة تكون NO_2 في الفترة الزمنية (20 – 40) ث

3- ما العلاقة بين معدل سرعة استهلاك N_2O_4 ومعدل سرعة تكون NO_2

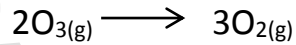
4 - اي الفترات الاتية يكون معدل سرعة استهلاك N_2O_4 اعلى ؟ (0 – 20) او (20 - 40) او (40 - 60) ولماذا ؟

سؤال 8 في تفاعل المغنيسيوم مع محلول حمض الهيدروكلوريك حسب التفاعل التالي



اختفت قطعة من Mg كتلتها 2غ عند وضعها في محلول HCl بعد مرور 5 دقائق احسب معدل سرعة التفاعل ؟

سؤال 9 :- يتحلل الاوزون حسب المعادلة التالية



اذا تغير تركيز O_3 من 4,2 مول / لتر الى 3,6 مول /لتر خلال 100 دقيقة

1- احسب معدل سرعة انتاج O_2 خلال الفترة الزمنية نفسها بوحدة مول / لتر . ث

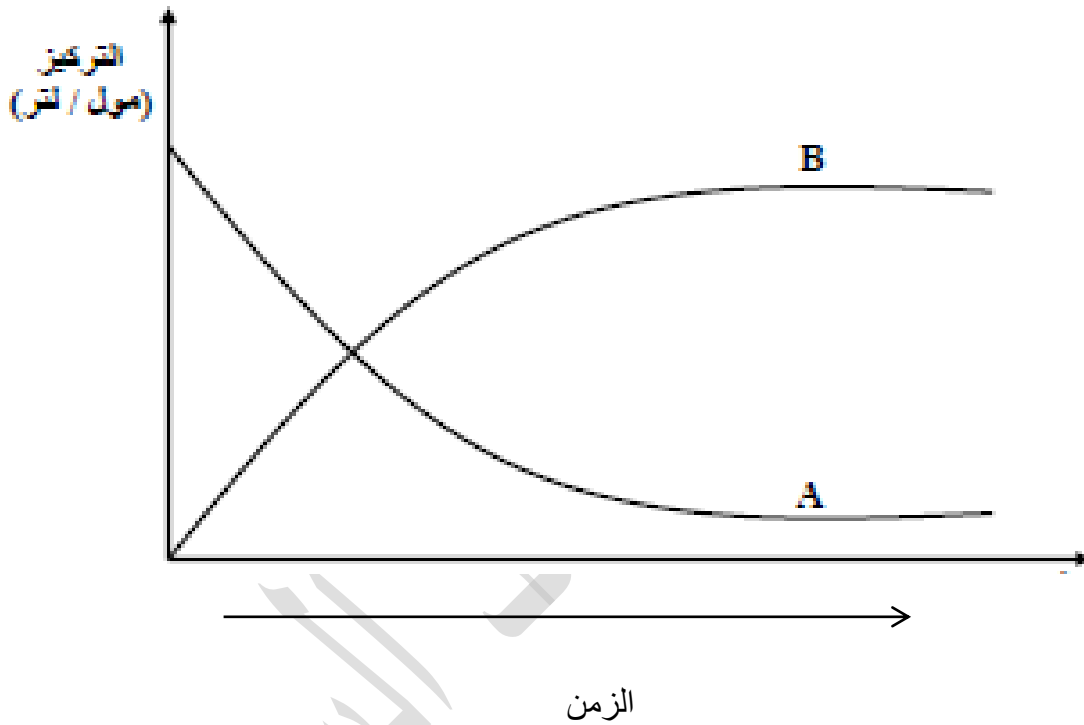
2- احسب معدل سرعة التفاعل

3- ما العلاقة بين معدل سرعة تحلل O_3 ومعدل تكون O_2 بدلالة التغير في التركيز والتغير في الزمن

الوحدة الاولى:- سرعة التفاعل الكيميائي
الكيمياء المستوى الثالث
للصف الثاني ثانوي علمي

ثانياً:- تغير سرعة التفاعل مع الزمن

- لدينا التفاعل الافتراضي $A \longrightarrow B$
في بداية التفاعل يكون تركيز المادة A اعلى ما يمكن ويكون تركيز المادة الناتجة B يساوي صفر.
مع مرور الزمن يبدأ التفاعل وبالتالي يقل تركيز المواد المتفاعلة ويزداد تراكيز المواد الناتجة وبسرعة ملحوظة وبنسب ثابتة
كما يبين الشكل التالي



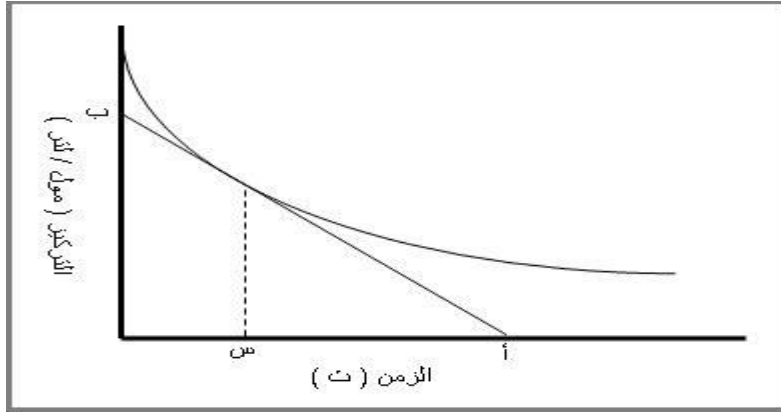
السرعة الابتدائية : هي السرعة عند زمن صفر حيث يكون تركيز المواد المتفاعلة اعلى ما يمكن وتركيز المواد الناتجة يساوي صفر. وهي اعلى سرعة بالتفاعل

الوحدة الاولى:- سرعة التفاعل الكيميائي
الكيمياء المستوى الثالث
للفص الثاني ثانوي علمي

السرعة اللحظية

يمكن قياس السرعة اللحظية برسم العلاقة بين تركيز احدى المواد المتفاعل او الناتج مع الزمن ثم قياس ميل مماس المنحنى عند زمن محدد

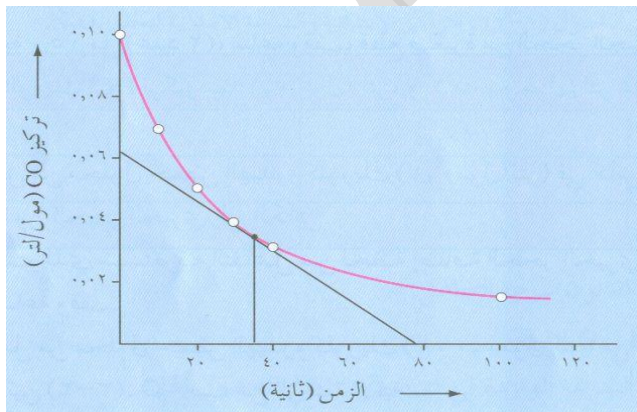
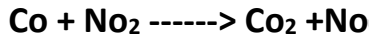
انظر الى المنحنى البياني التالي والذي يمثل العلاقة بين التركيز



والسرعة اللحظية عند الزمن ص = ميل المماس

$$\text{ميل المماس} = \frac{\Delta \text{ص}}{\Delta \text{س}} = \frac{\text{التغير في التركيز (مول / لتر)}}{\text{التغير في الزمن (ث)}} = \frac{\text{ب} - \text{صفر}}{\text{أ} - \text{صفر}}$$

سؤال :- مستخدما الشكل ادناه والخاصة بالتفاعل



كم تبلغ السرعة اللحظية عند الزمن 35 ثانية

سؤال:- في تفاعل ما اذا علمت ان تركيز مادة متفاعله يساوي 0.08 مول/لتر بعد مرور زمن 20 ثانية من بدء التفاعل. احسب السرعة اللحظية للتفاعل عند الزمن 20 ثانية

الوحدة الاولى:- سرعة التفاعل الكيميائي
الكيمياء المستوى الثالث
للفص الثاني ثانوي علمي

ثالثا:- اثر التركيز على سرعة التفاعل

ما اثر تركيز المواد المتفاعلة على سرعة التفاعل؟؟

كلما زاد تركيز احدى المواد المتفاعلة زادت سرعة التفاعل اي ان العلاقة طردية غالبا وذلك لأنه زيادة التركيز يزيد من فرصة تصادم المواد المتفاعلة وبالتالي زيادة فرصة حدوث تصادمات فعالة وبالتالي زيادة سرعة التفاعل

اي ان [المتفاعلات] \propto سرعة التفاعل

في التفاعل الافتراضي التالي نواتج $A \longrightarrow$ وجد انه تتناسب سرعة التفاعل طرديا مع تركيز المادة A مرفوع لقوى معينه وهي تمثل رتبة المادة A

سرعة التفاعل $\propto [A]^x$ حيث ان X هي رتبة التفاعل بالنسبة للمادة A

وبتحويل العلاقة السابقة الى معادلة رياضية يجب ان نضيف ثابت

سرعة التفاعل $= k * [A]^x$ حيث ان K: هو ثابت سرعة التفاعل

X: رتبة التفاعل بالنسبة للمادة A

وتأخذ رتبة التفاعل بالنسبة لأي مادة القيم، (0، 1، 2، 3.....) وقد تكون قيمة كسرية

في التفاعل التالي $A \longrightarrow B$

ادرس الجدول التالي ثم اجب عن الاسئلة التي تلية

رقم التجربة	تركيز المادة A مول / لتر	سرعة التفاعل مول / لتر ز ث
1	$10^{-3} * 4.8$	$10^{-6} * 12.6$
2	$10^{-3} * 3.2$	$10^{-6} * 8.4$
3	$10^{-3} * 1.6$	$10^{-6} * 4.2$

احسب ما يلي :

- ما رتبة التفاعل بالنسبة للمادة A؟؟

- احسب قيمة ثابت التفاعل مع ذكر وحدته؟؟

الوحدة الاولى:- سرعة التفاعل الكيميائي
الكيمياء المستوى الثالث
للصف الثاني ثانوي علمي

لحل مثل هذه الاسئلة نقوم بما يلي :

أ – نكتب القانون العام لسرعة التفاعل حيث سرعة التفاعل $K = [A]^x$

ب – نكون معادلتين من تجربتين من الجدول السابق ولتكن لمثالنا الاولى والثانية

ج – نقسم احدى المعادلتين على الاخرى ونقوم بهذه الخطوات للتخلص من قيمة الثابت K وندرس تأثير تركيز المادة A

الحل

(1

تكوين معادلتين النقطة
ب

سرعة التفاعل $K = [A]^x$ (القانون العام لسرعة التفاعل) (أ)

سرعة التفاعل للتجربة 1 $K = [A]^x_1$ معادلة 1

سرعة التفاعل للتجربة 2 $K = [A]^x_2$ معادلة 2

حيث ان X هي رتبة المادة A

وبقسمة معادلة 2 / معادلة 1

للتخلص من قيمة الثابت K

سرعة التفاعل للتجربة 2 \ سرعة التفاعل للتجربة 1 $K \setminus K = [A]^x_2 \setminus [A]^x_1$

$$x ((10^{-3} * 4.8) / (10^{-3} * 3.2)) = (10^{-6} * 12.6) / (10^{-6} * 8.4)$$

إذا $X = 1$ وهي رتبة التفاعل بالنسبة للمادة A $(0.667) = (0.667)^x$

إذا كانت $X = 1$ هذا يعني انه اذا تضاعف تركيز المادة A بنسبة معينة فإن سرعة التفاعل ستزيد بتلك النسبة فمثلا اذا تضاعف تركيزها مره واحده فستضاعف السرعة بمره واحده

(2) احسب قيمة K لحل مثل هذه الاسئلة يشترط ان نكون قد عرفنا رتب المواد المتفاعلة

أ – نكتب قانون سرعة التفاعل بصيغة الصحيحة ومن الفرع السابق فإن سرعة التفاعل $K = [A]$

ب – نعوض قيمة تركيز المادة A وقيمة السرعة من احدى تجارب الموجودة بالجدول السابقة اما 1 او

2 او 3 ولتكن لحل مثالنا والتوضيح سنأخذ التجربة 1

الوحدة الاولى:- سرعة التفاعل الكيميائي
الكيمياء المستوى الثالث
للفصل الثاني ثانوي علمي

ج - بعد ذلك نلاحظ انه اصبح لدينا معادلة بمتغير واحد وهو K المطلوب حسابها كما يلي

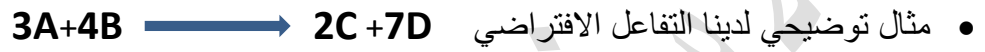
$$\text{من المعادلة 1 فإن سرعة التفاعل تجربة } 1 = K [A]_1$$

$$\text{اذا } K = \text{سرعة التفاعل تجربة } 1 / [A]_1$$

$$= 12.6 * 10^{-6} \text{ (مول/لتر.ث) } / (4.8 * 10^{-3} \text{ (مول/لتر)})$$

$$= 2.6 * 10^{-3} \text{ ث}^{-1}$$

في حال وجود اكثر من مادة متفاعلة كما في المثال التالي



ادرس الجدول ثم اجب عما يلي

رقم التجربة	تركيز المادة A مول / لتر	تركيز المادة B مول / لتر	سرعة التفاعل مول / لتر . ث
1	0.1	0.1	$10^{-2} * 1.2$
2	0.2	0.1	$10^{-2} * 1.2$
3	0.2	0.3	$10^{-2} * 3.6$

احسب رتبة المادة A و رتبة المادة B ؟؟ اكتب قانون سرعة التفاعل ؟؟

احسب رتبة التفاعل الكلية ؟؟ احسب قيمة K مع ذكر الوحدة ؟؟

في حال وجود اكثر من مادة متفاعلة كمثالنا هذا فنقوم بما يلي

الحل

اولا نثبت تركيز احدى المواد لندرس مدى تأثير المادة الاخرى على سرعة التفاعل فمن التجربة الاولى والثانية نجد ان تركيز المادة B يثبت وتركيز المادة A يتغير وهكذا فإننا ندرس تأثير المادة A على سرعة التفاعل وهذا يتحقق من الجدول السابق بالتجربتين 1 و 2 ونقوم بهذه الخطوة لنتجاهل تأثير المادة B

ونقوم باقى الخطوات كالسؤال السابق

$$\text{القانون العام لسرعة التفاعل } = k [A]^x [B]^y$$

حيث ان X هي رتبة المادة A وان Y هي رتبة المادة B

$$\text{سرعة التفاعل للتجربة 1 } = K [A]_1^x [B]_1^y \text{ معادلة 1}$$

$$\text{سرعة التفاعل للتجربة 2 } = K [A]_2^x [B]_2^y \text{ معادلة 2}$$

الوحدة الاولى:- سرعة التفاعل الكيميائي
الكيمياء المستوى الثالث
للفص الثاني ثانوي علمي

حيث ان X هي رتبة المادة A وان Y هي رتبة المادة B

وبقسمة معادلة 2 / معادلة 1 نلاحظ بقيامنا بهذه الخطوة انه اولا حذفنا قيمة الثابت K كما في المثال السابق وانه ايضا نحذف تركيز B لأنه ثابت في هاتين التجريبتين

$$\text{سرعة التفاعل للتجربة 2} \backslash \text{سرعة التفاعل للتجربة 1} = \frac{2^Y [B] * 2^X [A] * K}{1^Y [B] * 1^X [A] * K}$$

$$10^{-2} * 1.2 \backslash 10^{-2} * 1.2 = (0.1 \backslash 0.1)^X (0.1 \backslash 0.2)^Y$$

$$1 = 2^X \text{ وبالتالي فان } X = \text{صفر وهي رتبة المادة A}$$

ملاحظة

اذا كانت رتبة المادة = 0 كما بمثالنا فهذا يعني انه تركيز هذه المادة لا يؤثر ابدا بسرعة التفاعل ومهما تغير تركيزها نلاحظ انه تبقى السرعة كما هي

ومن التجربة الثانية والثالثة نجد ان تركيز المادة A يثبت وتركيز المادة B يتغير وبالتالي ندرس تأثير المادة B وبالتالي نهمل تركيز المادة A

$$\text{القانون العام لسرعة التفاعل} = K [A]^X [B]^Y$$

ملاحظة مهمة لان رتبة المادة A معلومة يمكن حل السؤال دون تثبيت تركيزها

$$\text{سرعة التفاعل للتجربة 2} = K_2 [A]^X [B]^Y \text{ معادلة 1}$$

$$\text{سرعة التفاعل للتجربة 3} = K_3 [A]^X [B]^Y \text{ معادلة 2}$$

حيث ان X هي رتبة المادة A وتساوي صفر

حيث ان Y هي رتبة المادة B

وبقسمة معادلة 3 / معادلة 2

$$\text{سرعة التفاعل للتجربة 3} \backslash \text{سرعة التفاعل للتجربة 2} = \frac{3^Y [B] * 3^X [A] * K}{2^Y [B] * 2^X [A] * K}$$

$$10^{-2} * 3.6 \backslash 10^{-2} * 1.2 = (0.1 \backslash 0.1)^X (0.1 \backslash 0.3)^Y$$

(3) = (3)^Y اذا Y تساوي 1 وهي رتبة المادة B هذا يعني كما تعلمنا سابقا تضاعف تركيز المادة B مرة واحدة فان السرعة ستتضاعف بمقدار واحد

(2) الرتبة الكلية هي مجموع الرتب للمواد المتفاعلة

$$\text{الرتبة الكلية للتفاعل في المثال السابق} = Y + X$$

الوحدة الاولى:- سرعة التفاعل الكيميائي
الكيمياء المستوى الثالث
للفص الثاني ثانوي علمي

$1 = 1 + 0 =$ وهي رتبة التفاعل الكلية

3) اكتب قانون سرعة التفاعل $[B]^m [A]^n = K$ ملاحظة هذا ليس قانون عام لسرعة التفاعل ولا يمكن كتابة قانون سرعة التفاعل بشكل صحيح دون معرفة رتب المواد المتفاعلة

4) احسب قيمة K مع ذكر الوحدة من اي تجربة من الجدول يمكن حساب قيمة K

من قانون سرعة التفاعل فإن $K = \text{سرعة التفاعل} / [B]^m$

من التجربة الاولى مثلا $K = 1.2 \times 10^{-2} \text{ (مول/لتر.ث)} / 0.1 \text{ (مول/لتر)}$

إذا $K = 12 \times 10^{-2} \text{ ث}^{-1}$

****يتضح مما سبق أن رتبة المادة في قانون سرعة التفاعل تبين مدى تأثير التغير في تركيز تلك المادة على سرعة التفاعل الكيميائي، حيث العلاقة طردية بين رتبة المادة ومدى تأثيرها في سرعة التفاعل

قانون لإيجاد قيمة وحدة K مباشرة بمعرفة رتبة التفاعل

رتبة التفاعل الكلية	التفاعل من رتبة اولى	التفاعل من الرتبة الثانية	التفاعل من الرتبة الثالثة
قانون السرعة	سرعة التفاعل = $[A]K$	سرعة التفاعل = $[A]^2K$	سرعة التفاعل = $[A]^3K$
قانون K	$K = \text{سرعة التفاعل} / [A]$	$K = \text{سرعة التفاعل} / [A]^2$	$K = \text{سرعة التفاعل} / [A]^3$
تعويض الوحدات	(مول/لتر.ث)/(مول/لتر)	(مول/لتر.ث)/(مول/لتر) ²	(مول/لتر.ث)/(مول/لتر) ³
وحدة $K =$	ث^{-1}	لتر/مول.ث	(لتر ² /مول ² .ث)

ويمكن حساب وحدة K دون تعويض بما يلي :

وحدة $k = (\text{لتر/مول})^{1-n} \times (\text{ث}^{-1})$ حيث ان (n) هي الرتبة الكلية للتفاعل

توضيح عام عن رتب التفاعل يمكن التأكد من الحل بالنظر

إذا كانت رتبة المادة = 0 فهذا يعني انه مهما تغير تركيز هذه المادة لا يؤثر على سرعة التفاعل وتبقى ثابتة

إذا كانت رتبة المادة = 1 فهذا يعني انه كلما تغير تركيز هذه المادة بنسبة معينة فان السرعة تتغير بنفس النسبة

إذا كانت رتبة المادة = 2 فهذا يعني انه إذا تضاعف تركيز هذه المادة للضعف فان السرعة تتضاعف بمقدار 4 مرات

الوحدة الاولى:- سرعة التفاعل الكيميائي
الكيمياء المستوى الثالث
للفص الثاني ثانوي علمي

مثال: في التفاعل الافتراضي التالي ادرس الجدول جيدا ثم اجب عن الاسئلة التي تلية



رقم التجربة	[A] مول \ لتر	[B] مول \ لتر	سرعة انتاج المادة D مول \ لتر.ث
1	0.1	0.2	$6 \cdot 10^{-6} * 6.4$
2	0.2	0.2	$6 \cdot 10^{-6} * 6.4$
3	0.3	0.4	$5 \cdot 10^{-5} * 2.56$

احسب ما يلي :

- رتبة المادتين A و B
 - اكتب قانون سرعة التفاعل
 - ثابت سرعة التفاعل K مع ذكر وحدته
 - من دراستك للتجربة الثالثة احسب سرعة انتاج المادة C
- الحل :

(1) لحساب رتبة المادة A ورتبة المادة B

لحساب رتبة المادة A نثبت تركيز المادة B لدراسة مدى تأثير تركيز المادة A على سرعة التفاعل

من التجربة 1 و 2 القانون العام لسرعة التفاعل = $K * [A]^x * [B]^y$

حيث ان X رتبة التفاعل بالنسبة للمادة A وان Y رتبة التفاعل بالنسبة للمادة B من التجربة 1 وال تجربة 2 فإن

$$K * [A]^x * [B]^y = \text{معدل سرعة التفاعل في التجربة 1}$$

$$K * [A]^x * [B]^y = \text{معدل سرعة التفاعل في التجربة 2}$$

وبقسمة التجربة الثانية على الاولى نتخلص من قيمة الثابت K

$$\frac{K * [A]^x * [B]^y}{K * [A]^x * [B]^y} = \frac{\text{معدل سرعة التفاعل في التجربة 2}}{\text{معدل سرعة التفاعل في التجربة 1}}$$

$$\frac{K * [A]^x * [B]^y}{K * [A]^x * [B]^y} = \frac{\text{معدل سرعة التفاعل في التجربة 2}}{\text{معدل سرعة التفاعل في التجربة 1}}$$

$$(0.2)^y * (0.1)^x = (0.2)^y * (0.2)^x = (6 \cdot 10^{-6} * 6.4) \cdot (5 \cdot 10^{-5} * 2.56)$$

$$(0.2)^y * (0.1)^x = 1$$

$$0 = X \quad \text{إذا} \quad 0 = X \quad X(2) = 1$$

لحساب رتبة المادة B نثبت تركيز المادة A لدراسة مدى تأثير تركيز المادة B على سرعة التفاعل

وبما ان قيمة رتبة التفاعل بالنسبة للمادة A اصبحت معلومة فلا نحتاج ان نثبت تركيزها فنبحث عن تجربتين يتغير فيهما تركيز المادة B

الوحدة الاولى:- سرعة التفاعل الكيميائي
الكيمياء المستوى الثالث
للصف الثاني ثانوي علمي

$$K = [A]^0 [B]^Y$$

$$K = [B]^Y$$

حيث ان Y رتبة التفاعل بالنسبة للمادة B من التجربة 2 وال تجربة 3 فإن

$$K = 3 [B]^Y$$

$$K = 2 [B]^Y$$

وبقسمة التجربة الثالثة على الثانية لتخلص من قيمة الثابت K فإن

$$\frac{K}{K} = \frac{3 [B]^Y}{2 [B]^Y}$$

$$1 = \frac{3}{2}$$

$$1 = \frac{3}{2} \Rightarrow 2 = 3$$

$$2 = 3 \Rightarrow Y = 2 \text{ وهي رتبة التفاعل بالنسبة للمادة } B = 2$$

$$K = [B]^2 \text{ قانون سرعة التفاعل} \quad \text{اكتب قانون سرعة التفاعل} \quad \text{اكتب قانون سرعة التفاعل}$$

3) احسب قيمة الثابت K

$$K = [B]^2 \text{ سرعة التفاعل} \quad \text{فإن } K = \text{سرعة التفاعل} \quad [B]^2$$

وبتعويض باي تجربة سابقة من الجدول ولتكن لحل سؤالنا سنأخذ التجربة الاولى

$$K = [B]^2 \text{ سرعة التفاعل في التجربة الاولى}$$

$$K = (0.2)^2 = 6.4 \times 10^{-6} \text{ لترامول}^2$$

4) احسب سرعة إنتاج المادة C من التجربة الثالثة

باستخدام المعادلة الموزونة ومعرفة سرعة إنتاج المادة D في التجربة الثالثة فإن

$$\text{سرعة إنتاج المادة C في التجربة الثالثة} = 5 \times \text{معدل سرعة إنتاج المادة D في التجربة الثالثة} = 4$$

$$\text{سرعة إنتاج المادة C في التجربة الثالثة} = 5 \times (2.56 \times 10^{-5}) = 4$$

$$\text{سرعة إنتاج المادة C في التجربة الثالثة} = 3.2 \times 10^{-5} \text{ مول التريث}$$

الوحدة الاولى:- سرعة التفاعل الكيميائي
الكيمياء المستوى الثالث
للفص الثاني ثانوي علمي

اسئلة اضافية على حساب رتب التفاعل

سؤال 1 :

اجري احد التجارب لتفاعل التالي واعطيت النتائج كما في الجدول الذي يليه ادرسه جيدا ثم اجب عن الاسئلة التي تالية



رقم التجربة	[CO] مول \ لتر	[NO ₂] مول \ لتر	سرعة التفاعل مول \ لتر.ث
1	0.101	0.211	1.2×10^{-7}
2	0.202	0.211	4.8×10^{-7}
3	0.404	0.422	19.2×10^{-7}

احسب ما يلي :

- (1) رتبة المادة CO
- (2) رتبة المادة NO₂
- (3) ثابت سرعة التفاعل K مع ذكر وحدته
- (4) اكتب قانون سرعة التفاعل
- (5) من دراستك للتجربة الثالثة احسب سرعة انتاج المادة CO₂
- (6) ما اثر زيادة درجة الحرارة على قيمة ثابت السرعة

سؤال 2 :

اجري احد التجارب لتفاعل التالي واعطيت النتائج كما في الجدول الذي يليه ادرسه جيدا ثم اجب عن الاسئلة التي تالية



رقم التجربة	[O ₂] مول \ لتر	[NO] مول \ لتر	سرعة استهلاك المادة O ₂ مول \ لتر.ث
1	0.2	0.2	2.4×10^{-4}
2	0.2	0.4	4.8×10^{-4}
3	0.3	0.4	7.2×10^{-4}

احسب ما يلي :

- (1) رتبة المادة O₂
- (2) رتبة المادة NO
- (3) ثابت سرعة التفاعل K مع ذكر وحدته
- (4) اكتب قانون سرعة التفاعل
- (5) من دراستك للتجربة الاولى احسب سرعة انتاج المادة NO₂

الوحدة الاولى:- سرعة التفاعل الكيميائي
الكيمياء المستوى الثالث
للصف الثاني ثانوي علمي

سؤال 3: نواتج $F + E + D \longrightarrow$

رقم التجربة	Dمول/لتر	Eمول/لتر	Fمول/لتر	معدل السرعة
1	0.1	0.1	0.2	$4.4 \cdot 10^{-4}$
2	0.1	0.1	0.4	$8.8 \cdot 10^{-4}$
3	0.1	0.05	0.2	$4.4 \cdot 10^{-4}$
4	0.3	0.1	0.2	$1.32 \cdot 10^{-3}$
5	0.2	0.2	0.2	ص
6	س	0.1	0.1	$8.8 \cdot 10^{-4}$

(1) ما رتبة التفاعل بالنسبة لكل من المواد D ,E ,F

(2) اكتب قانون سرعة التفاعل (3) احسب معدل سرعة استهلاك مادة D في التجربة رقم (5)

(4) احسب تركيز المادة D في التجربة رقم (6) (5) اكتب وحدة K

سؤال 4: في تفاعل تحضير الهيدرازين N_2H_4



- تضاعفت سرعة التفاعل مرتين عند مضاعفة $[H_2]$ مرتين مع بقاء تركيز N_2 ثابتا

- تضاعفت سرعة التفاعل 8 مرات عند مضاعفة كل من تركيز H_2 و N_2 معا مرتين

(1) اكتب قانون سرعة التفاعل

(2) كم مرة تضاعفت سرعة التفاعل اذا تضاعفت $[H_2]$ $[N_2]$ معا 3 مرات

سؤال 5: في التفاعل التالي $F_2 + 2NO_2 \longrightarrow 2NO_2F$

وجد ان عند مضاعفة تركيز F_2 ثلاث مرات تضاعفت السرعة 9 مرات مع ثبات تركيز NO_2 ولكن عند

مضاعفة تركيز F_2 و NO_2 مرتين لكل منها تضاعفت السرعة 4 مرات

(1) ما رتبة F_2

(2) ما رتبة NO_2

(3) اكتب قانون سرعة التفاعل

(4) اذا كانت سرعة التفاعل $1 \cdot 10^{-4}$ مول/لتر. ث و $[F_2] = 0.1$ مول/لتر $[NO_2] = 0.2$ مول/لتر

ما قيمة ثابت السرعة K

الوحدة الاولى:- سرعة التفاعل الكيميائي
الكيمياء المستوى الثالث
للصف الثاني ثانوي علمي

سؤال 6: ادرس البيانات الواردة في الجدول التالي ثم اجب عن الاسئلة التي تلية



رقم التجربة	[A] مول \ لتر	[B] مول \ لتر	سرعة استهلاك المادة A مول \ لتر.ث
1	0.2	0.1	3.4×10^{-4}
2	0.2	0.3	10.2×10^{-4}
3	0.4	0.3	40.8×10^{-4}

احسب ما يلي :

- (1) رتبة المادة A
 - (2) رتبة المادة B
 - (3) الرتبة الكلية للتفاعل
 - (4) اكتب قانون سرعة التفاعل
 - (5) ثابت سرعة التفاعل K مع ذكر وحدته
 - (6) من دراستك للتجربة الثانية احسب سرعة انتاج المادة C
 - (7) ما مقدار سرعة التفاعل عندما يكون $[A] = [B] = 0.5$ مول \ لتر
 - (8) كم تتضاعف سرعة التفاعل اذا تضاعف تركيز كل من المادة A والمادة B معا للضعف
 - (9) ماذا يحدث لسرعة التفاعل اذا ضاعفنا تركيز المادة A 3 مرات مع بقاء المادة B كما هي
- سؤال 7:- مستخدما البيانات الوارده في الجدول الاتي والمتعلقة بالتفاعل العام $2D \longrightarrow F + C$

الزمن	[D] مول/لتر	سرعة التفاعل
2	0.5	15×10^{-2}
4,2	0.25	7.5×10^{-2}
ن	0.75	س

اذا علمت ان قانون سرعة التفاعل هو : $K = [D]^1$

1- احسب سرعة التفاعل عندما يكون تركيز $D = 0.75$ مول/لتر

2- هل قيمة الزمن ن اكبر من 4.2 ثانية ام اقل من 2 ثانية ؟ وضح اجابتك

الوحدة الاولى:- سرعة التفاعل الكيميائي
الكيمياء المستوى الثالث
للفص الثاني ثانوي علمي

سؤال 8 :- في التفاعل الآتي $A + 2B \longrightarrow 3C + D$ اذا علمت ان قيمة ثابت السرعة K للتفاعل عند درجة حرارة معينة يساوي 2×10^{-3} لتر/مول. ث وان قانون سرعة التفاعل هو $K = [A]^x$

1- ما رتبة التفاعل بالنسبة لكل من A و B ؟

2- احسب سرعة التفاعل عندما يكون تركيز $A = 0.1$ مول/لتر وتركيز $B = 0.5$ مول/لتر؟

3- احسب سرعة انتاج C عندما تكون سرعة استهلاك B تساوي 0.6 مول/لتر.ث؟

4- كم مرة تتضاعف سرعة التفاعل عند مضاعفة [A] مرتين و [B] ثلاث مرات ؟

سؤال 9 :- اعتمادا على التفاعل الآتي والبيانات المرفقة



تركيز H_2	تركيز N_2	تركيز NH_3	الزمن (ثانية)
0.6	0.4		0
		0.2	20

اجب عما يلي

1- معدل سرع انتاج الامونيا

2- معدل سرعة استهلاك الهيدروجين

3- علل بزيادة درجة الحرارة تزداد سرعة التفاعل الكيميائي

سؤال 10 :- اذا كان قانون سرعة التفاعل $K = [A]^2 [B]^x [C]^y$ ولو حظ عند مضاعفة تركيز كل من A مرتين وتركيز C ثلاث مرات مع بقاء تركيز B ثابت تتضاعف سرعة التفاعل 36 مره . وعند مضاعفة تركيز كل من A و B و C ثلاث مرات تتضاعف السرعة 81 مرة

1- ما رتبة التفاعل بالنسبة للمادة C

2- ما رتبة التفاعل بالنسبة للمادة B

الفصل الثاني

نظرية التصادم و العوامل المؤثرة على سرعة التفاعل الكيميائي

اولا :- نظرية التصادم

وضع العلماء تفسيراً للظواهر المتعلقة بالتفاعلات الكيميائية وتأثير كل من تركيز المواد المتفاعلة ودرجة الحرارة ومساحة السطح المعرضة للتفاعل والعامل المساعد على سرعة التفاعل بنظرية التصادم فما هي

وتنص نظرية التصادم على افتراضات أهمها :

- الافتراض الأول:- التصادم بين دقائق المواد المتفاعلة شرط أساسي لحدوث التفاعل الكيميائي
- الافتراض الثاني :-سرعة التفاعل الكيميائي تتناسب طردياً مع عدد التصادمات الحاصلة بين دقائق المواد المتفاعلة في وحدة الزمن

- الافتراض الثالث:- يجب ان يكون التصادم فعال حتى ينتج مادة جديدة
ويطلق على التصادم الفعال اذا حقق شرطين اساسيين هما :

(1) اتجاه التصادم موجه (مناسب)

(2) ان يمتلك طاقة التنشيط

1 (ان يكون اتجاه التصادم مناسب

اي ان تتصادم الدقائق بالاتجاه الذي يؤدي الى تكوين النواتج



Cl₂

الوحدة الاولى:- سرعة التفاعل الكيميائي
الكيمياء المستوى الثالث
للصف الثاني ثانوي علمي

2) ان يملك طاقة تنشيط

فما هي طاقة التنشيط؟؟

طاقة التنشيط (Ea) : هي الحد الأدنى من الطاقة الحركية اللازمة لكسر الروابط الموجودة في المواد المتفاعلة عند تصادمها .. اي ان المواد المتفاعلة يجب ان تمتلك طاقة كافية لكسر الروابط فيما بينها لتقوم بعمل روابط جديدة وإلا فإن التفاعل لن يحدث

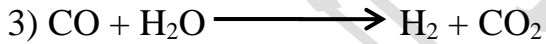
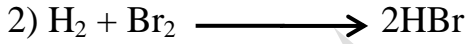
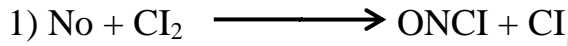
ملاحظات هامة

* إن زيادة درجة الحرارة لا تؤثر في قيمة طاقة التنشيط، بل تعمل على زيادة عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط.

* تعمل زيادة درجة الحرارة على زيادة عدد التصادمات الفعالة ، وزيادة سرعة التفاعل الكيميائي

*العلاقة بين طاقة التنشيط وسرعة التفاعل عكسية وذلك لأنه كل ما كانت طاقة التنشيط اقل كل ما زادت سرعة التفاعل

سؤال : ارسم التصادم الفعال لكل من :



ثانياً:- العوامل المؤثرة على سرعة التفاعل

سنتعرف في هذا الفصل على العوامل المؤثرة على سرعة التفاعل وكيف تتحكم هذه العوامل بزيادة سرعة التفاعل

وتكمن اهمية دراسة هذه العوامل الانتاج كميات كبيرة من ناتج معين باقل وقت واقل تكلفة اقتصادية او انها تدرس لتبطين من حدوث بعض التفاعلات للحفاظ على مواد معينة وتقادي تفاعلها قدر الامكان مثل تعفن الاكل وتلف الدواء وغيرها

س (فما هي العوامل المؤثرة على سرعة التفاعل؟؟

- 1) تركيز المواد المتفاعلة
- 2) مساحة سطح المواد المتفاعلة في الحالة الصلبة
- 3) طبيعة المادة المتفاعلة
- 4) درجة الحرارة
- 5) العوامل المساعدة

1) تركيز المواد المتفاعلة

تعلمنا سابقا إن زيادة تركيز احدى المواد المتفاعلة يؤدي الى زيادة سرعة التفاعل غالبا فلماذا؟؟

لأنه يعمل على زيادة عدد الدقائق وبالتالي زيادة عدد التصادمات الكلي بين جزيئات المواد المتفاعلة وبالتالي زيادة فرصة حدوث تصادمات فعالة وبالتالي زيادة سرعة التفاعل اما بالنسبة للمواد الغازية فان زيادة ضغط الغاز في المواد الغازية المتفاعلة يؤثر مثل التركيز فزيادة ضغط الغاز يزيد من سرعة التفاعل

2) مساحة السطح المعرضة للتفاعل (طبيعة المادة المتفاعلة)

كلما زادت مساحة السطح المعرضة للتفاعل زادت سرعة التفاعل فلماذا؟؟

لأن زيادة مساحة السطح المعرضة للتفاعل تعمل على زيادة عدد التصادمات الكلي بين جزيئات المواد المتفاعلة وبالتالي زيادة فرصة حدوث تصادمات فعالة وبالتالي زيادة سرعة التفاعل لذلك فإن وضع مسحوق من $AgNO_3$ إلى KI فإنه يتفاعل اسرع وافضل من وضعها على شكل بلورات تصدأ برادة الحديد اسرع من صدأ قطعه من الحديد (تكون سرعة احتراق نشارة الخشب أسرع من احتراق قطعة الخشب) لان مساحة سطح النشارة الكلي المعرضة للتفاعل تكون أعلى.

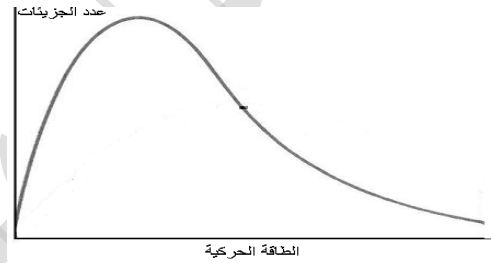
الوحدة الاولى:- سرعة التفاعل الكيميائي
الكيمياء المستوى الثالث
للصف الثاني ثانوي علمي

3) درجة الحرارة

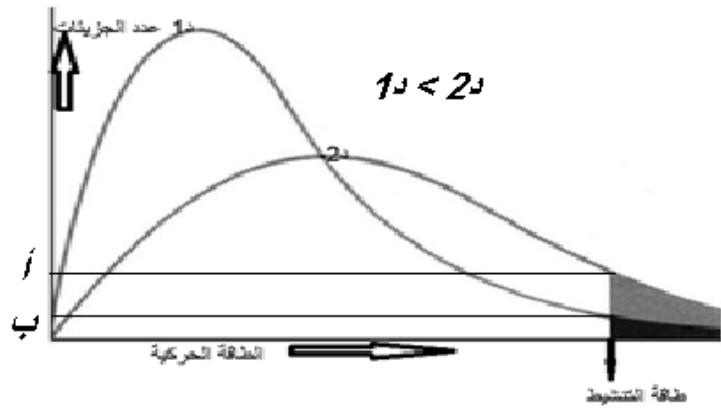
إن زيادة درجة الحرارة تزيد من سرعة التفاعل سواء كان التفاعل ماص ام طارد للطاقة حيث ان زيادة درجة الحرارة يزيد من حركة الجزيئات المتفاعلة فيزيد من فرصة تصادمها مع بعضها فيزيد عدد التصادمات وبالتالي تزداد سرعة التفاعل

- ومن التطبيقات العملية عليها :
أ) حفظ المواد الغذائية في الثلاجة
ب) طهي الطعام في اواني الضغط

توزيع الطاقة الحركية على جزيئات المادة ينسجم مع منحنى ماكسويل بولتزمان
منحنى ماكسويل بولتزمان : هو منحنى يبين العلاقة بين عدد الجزيئات وطاقتها الحركية.



الثانية معدل الطاقة الحركية للجزيئات يزداد بازدياد درجة الحرارة.



حيث ان : أ) تمثل عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة تنشيط في التفاعل الثاني الذي له T_2

ب) تمثل عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة تنشيط في التفاعل الاول الذي له T_1

ومن خلال النقطتين السابقتين فإن زيادة درجة الحرارة سوف تؤدي إلى زيادة عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة حركية مرتفعة ، وبالتالي زيادة احتمالية امتلاكها لطاقة التنشيط المطلوبة ، أي زيادة سرعة التفاعل الكيميائي .

الوحدة الاولى:- سرعة التفاعل الكيميائي
الكيمياء المستوى الثالث
للصف الثاني ثانوي علمي

4-طبيعة المادة المتفاعلة

تختلف المواد في سرعة تفاعلها تبعا لاختلاف تركيبها الكيميائي وخصائصها .
- فمثلا يتفاعل الصوديوم مع الماء بسرعة اكبر من المغنيسيوم لانه اكثر نشاطا
-وايضا سرعة التفاعل الكيميائي تكون اسرع عندما تكون المادة في حالة المحلول عن المادة التي تكون
في حالة المسحوق وذلك لانه في حالة المحلول تكون الايونات حرة الحركة وبالتالي تزداد عدد
التصادمات الفعالة وتزداد سرعة التفاعل

- علل كل مما يلي :

- أ) يتفاعل مسحوق من المغنيسيوم مع حمض مخفف اسرع من تفاعل شريط المغنيسيوم
ب) تتم عملية طهي الطعام بأواني الضغط
ت) يحفظ الدواء عند درجة الحرارة التي تنصح بها الشركة المصنعة
ث) تحفظ المواد الغذائية بالتلاجة

ثالثا :- طاقة التنشيط

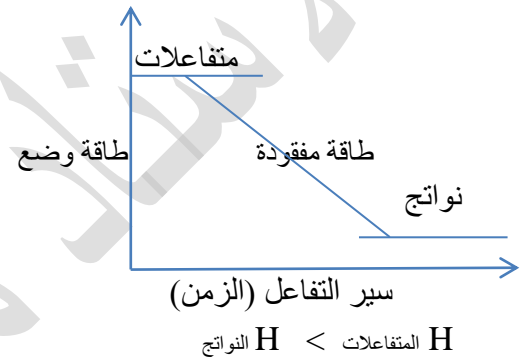
علاقة طاقة التنشيط بالتغير في المحتوى الحراري للتفاعل

تقسم التفاعلات الكيميائية من حيث تغيرات الطاقة المصاحبة لها إلى نوعين أساسيين , فمنها ما يحتاج الى طاقة ليحدث (ماص للطاقة) ومنها ما ينتج طاقة عند حدوثه (طارد للطاقة)

(1) التفاعلات الكيميائية الطاردة للطاقة :

وهي التفاعلات الكيميائية التي تنتج الطاقة أثناء حدوثها.

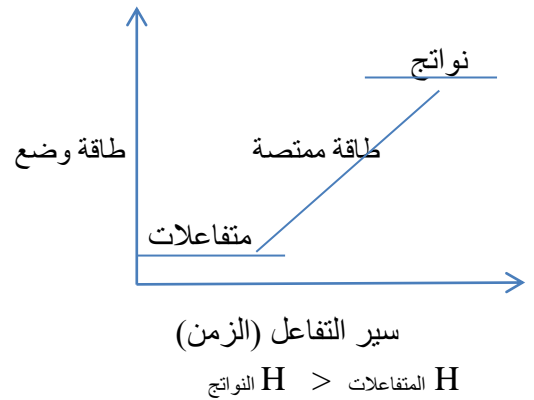
طاقة + نواتج \longrightarrow متفاعلات



(2) التفاعلات الكيميائية الماصة للطاقة:

وهي التفاعلات الكيميائية التي تحتاج الطاقة من أجل حدوثها

نواتج \longrightarrow طاقة + متفاعلات



يعتمد نوع التفاعل الكيميائي في ما إذا كان ماصا أم طاردا للطاقة على المحتوى الحراري ($H \Delta$) لكل من المواد المتفاعلة أو الناتجة، ويتم تحديد نوع التفاعل اعتمادا على (التغير في المحتوى الحراري) والذي يرمز له بالرمز ($H \Delta$)

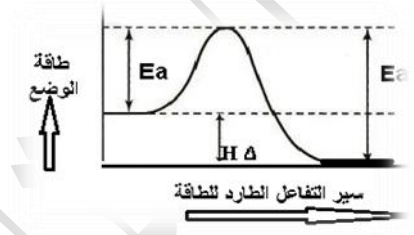
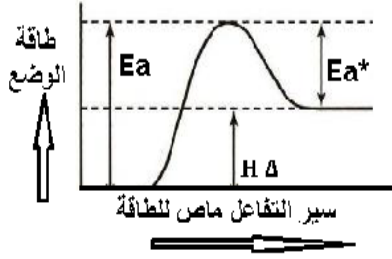
الوحدة الاولى:- سرعة التفاعل الكيميائي
الكيمياء المستوى الثالث
للف الثاني ثانوي علمي

حيث $H = H_{\Delta}$ للمواد الناتجة H_{-} للمواد المتفاعلة

وتعرف H متفاعلات بأنها كمية الطاقة التي تخزنها المواد المتفاعله

وتعرف H نواتج :- بأنها كمية الطاقة التي تخزنها المواد الناتجة

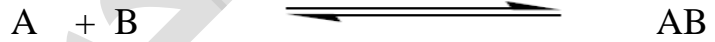
يمكن توضيح سير كل من التفاعلات الماصة والطاردة للطاقة كما يلي:-



حيث تمثل كل من

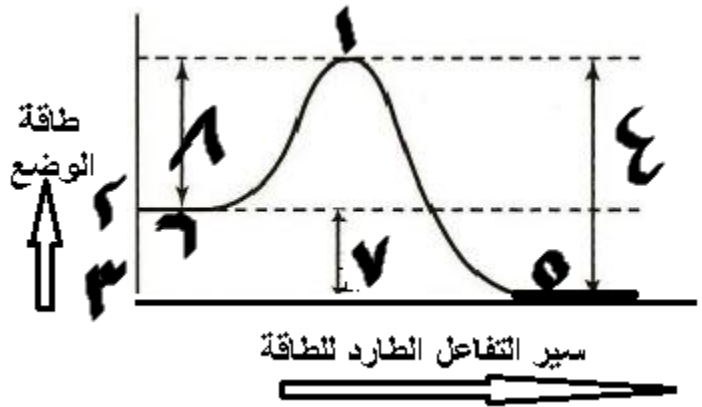
Ea^* طاقة التنشيط لتفاعل العكسي

Ea طاقة التنشيط لتفاعل الامامي



الطاقة اللازمة لتفاعل المادة A و المادة B لتكوين AB طاقة التنشيط للتفاعل الامامي

الطاقة اللازمة لتفكك AB وتكوين المادة A و المادة B طاقة التنشيط للتفاعل العكسي



تمثل كل من النقاط التالية ما يلي :

(1) المعقد المنشط :- وهي الفترة من الصفر الى اعلى المنحنى

(2) طاقة وضع المتفاعلات

الوحدة الاولى:- سرعة التفاعل الكيميائي
الكيمياء المستوى الثالث
للصف الثاني ثانوي علمي

(3) طاقة وضع النواتج

(4) طاقة التنشيط لتفاعل العكسي Ea^* :- وهي الفترة من المواد الناتجة الى المعقد المنشط

(5) نواتج

(6) متفاعلات

(7) التغير في المحتوى الحراري

(8) طاقة التنشيط لتفاعل الامامي Ea :- وهي الفترة من ضاقة وضع التفاعلات الى المعقد المنشط

ملاحظات هامه***

- التفاعل الكيميائي الماص للطاقة $Ea^* < Ea$.
- في التفاعل الكيميائي الماص للطاقة $H \Delta$ موجبة
- في التفاعل الكيميائي الطارد للطاقة $Ea < Ea^*$
- في التفاعل الكيميائي الطارد للطاقة $H \Delta$ سالبة
- $Ea^* - Ea = H \Delta$
- العلاقة عكسية بين طاقة التنشيط وسرعة التفاعل الكيميائي

ما هو المعقد المنشط؟؟

المعقد المنشط هو بناء غير مستقر (غير ثابت التركيب) يكون بحالة انتقالية بين المواد المتفاعلة والمواد الناتجة يمتلك اعلى طاقة ويمكن ان يعود لأصله كمادة متفاعلة

سؤال : في التفاعل الكيميائي $A \rightarrow B$ إذا علمت ان طاقة التنشيط للتفاعل الامامي تساوي 110 كيلو جول / مول والتغير في المحتوى الحراري 40 كيلو جول / مول احسب طاقة التنشيط للتفاعل العكسي؟؟

$$Ea^* - Ea = H \Delta$$

$$Ea^* - 110 = 40 = Ea^* - 110 = 40 = Ea^* \dots\dots\dots Ea^* = 150 = 40 + 110 = 150 \text{ كيلو جول / مول}$$

يمكن حل السؤال بالرسم

الوحدة الاولى:- سرعة التفاعل الكيميائي
الكيمياء المستوى الثالث
للصف الثاني ثانوي علمي

رابعاً العوامل المساعدة

تعلمنا مما سبق مدى تأثير طاقة التنشيط على سرعة التفاعل ولكن هل لنا ان نقلل تلك الطاقة لزيادة سرعة التفاعل وكمية المواد الناتجة باقل زمن وتكلفة؟؟

هذا ما سنعرفه بدور العامل المساعد

العوامل المساعدة: مواد تزيد من سرعة التفاعلات الكيميائية، دون أن تستهلك أثناء التفاعل.

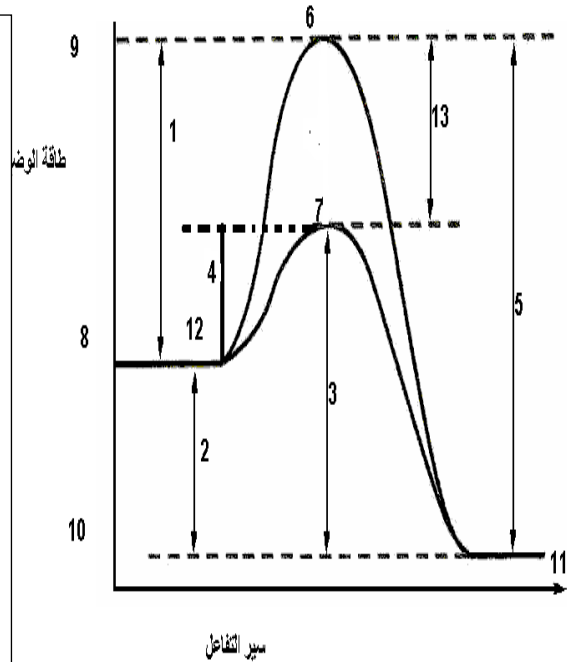
- تستخدم العوامل المساعدة من أجل زيادة سرعة التفاعلات الكيميائية، عن طريق خفض طاقة تنشيط التفاعل، وبالتالي تقليل الفترة الزمنية اللازمة لحدوث التفاعل
 - يعمل العامل المساعد على إيجاد طريق بديل بين المواد المتفاعلة والناتجة بحيث تصبح طاقة التنشيط أقل. (مرشد سياحي)
 - من الأمثلة على استخدام العوامل المساعدة ما يلي :
- (1) استخدام يوديد البوتاسيوم KI كعامل مساعد في تفاعل تحلل فوق أكسيد الهيدروجين



- (3) استخدام النيكل كعامل مساعد في تفاعلات الهدرجة ، عند تحويل الزيوت النباتية إلى دهون صلبة (السمن النباتي)
- (4) حدوث الكثير من العمليات الحيوية داخل جسم الكائنات الحية بوجود عوامل مساعدة طبيعية تعرف باسم (الإنزيمات)

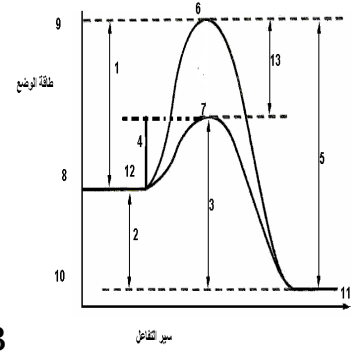
يمكن توضيح تأثير العامل المساعد على سرعة التفاعل الكيميائي من خلال الشكل التالي

- (1) طاقة الوضع للتفاعل الامامي بدون وجود عامل مساعد E_a
- (2) التغير في المحتوى الحراري $H \Delta$
- (3) طاقة الوضع للتفاعل العكسي بوجود عامل مساعد E_a^*
- (4) طاقة الوضع للتفاعل الامامي بوجود عامل مساعد E_a
- (5) طاقة الوضع للتفاعل العكسي بدون وجود عامل مساعد E_a^*
- (6) المعقد المنشط بدون عامل مساعد
- (7) المعقد المنشط بوجود عامل مساعد
- (8) طاقة وضع المواد المتفاعلة
- (9) طاقة وضع المعقد المنشط بدون عامل مساعد
- (10) طاقة وضع المواد الناتجة
- (11) المواد الناتجة
- (12) المواد المتفاعلة
- (13) مقدار النقص في طاقة التنشيط للمعقد المنشط بعد استخدام العامل المساعد



الوحدة الاولى:- سرعة التفاعل الكيميائي
الكيمياء المستوى الثالث
للصف الثاني ثانوي علمي

سؤال الشكل السابق يمثل منحنى طاقة للتفاعل التالي



إذا علمت ان التغير في المحتوى الحراري = - 70 كيلو جول/مول وان طاقة التنشيط للتفاعل الامامي بوجود عامل مساعد = 40 كيلو جول/مول طاقة التنشيط للتفاعل الامامي بدون عامل مساعد = 60 كيلو جول/مول وطاقة وضع المتفاعلات = 20 كيلو جول/مول

1) احسب مقدار كل من الارقام التالي 3 - 5 - 9 - 10 - 13

2) ايهما اسهل تكون AB ام تفككه وضح اجابتك؟؟

3) ما اثر العامل المساعد على K؟؟

سؤال كيف يؤثر العامل المساعد بسرعة التفاعل الامامي والعكسي؟؟

نلاحظ

من الرسم السابق ان طاقة وضع المعقد المنشط بوجود العامل المساعد قد قلت وهذا يدل على ان طاقة التنشيط لكلا التفاعلين الامامي والعكسي بوجود العامل المساعد تقل وهو ما يؤدي لزيادة سرعة التفاعل الكيميائي الامامي والعكسي

ملاحظة *** التغير في المحتوى الحراري لا يتأثر بوجود العامل المساعد

سؤال : في التفاعل متزن كانت $\Delta H = -80$ كيلو جول/مول وطاقة وضع المعقد المنشط =

150 كيلو جول/مول وطاقة التنشيط للتفاعل الامامي 50 كيلو جول/مول

1) ما قيمة طاقة تنشيط التفاعل العكسي

2) ما قيمة طاقة وضع المواد المتفاعلة

3) ما اثر العامل المساعد على طاقة وضع المعقد المنشط

الوحدة الاولى:- سرعة التفاعل الكيميائي
الكيمياء المستوى الثالث
للفص الثاني ثانوي علمي

سؤال : يبين الجدول المجاور بعض قيم الطاقة (كيلو جول /مول) لسير تفاعل ما ، ادرسه ثم اجب عن الاسئلة الاتية :

طاقة التنشيط للتفاعل الامامي	طاقة المعقد المنشط	طاقة وضع المواد		الحالة
		المتفاعلة	النااتجة	
؟	170	130	50	دون وجود عامل مساعد
65	؟	130	50	بوجود عامل مساعد

(1) ما قيمة طاقة التنشيط للتفاعل العكسي دون وجود عامل مساعد ؟

(2) ما قيمة طاقة المعقد المنشط بوجود عامل مساعد ؟

(3) ما قيمة ΔH ؟

(4) ما قيمة التغير في طاقة التنشيط في التفاعل الامامي نتيجة استخدام عامل مساعد ؟

(5) هل التفاعل طارد ام ماص للطاقة ؟

سؤال :- في تفاعل طارد للطاقة اذا علمت ان ΔH للتفاعل تساوي - 200 كيلو جول وان طاقة وضع المواد الناتجة 80 كيلو جول وهدت استخدام عامل مساعد انخفضت طاقة التنشيط للتفاعل الامامي بمقدار 20 كيلو جول واصبحت طاقة وضع المعقد المنشط 350 كيلو جول احسب:

1-طاقة وضع المواد المتفاعلة بوجود عامل مساعد

2-طاقة وضع المعقد المنشط من دون وجود عامل مساعد

3-طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بوجود عامل مساعد

4- طاقة التنشيط للتفاعل العكسي من دون وجود عامل مساعد

سؤال :- في التفاعل الافتراضي $A + B \rightleftharpoons AB + 90KJ$

اذا علمت ان كتلة العامل المساعد تساوي 3 غ عند بدء التفاعل وان طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بوجود عامل مساعد تساوي 163 كيلو جول

1-ما كتلة العامل المساعد عند نهاية التفاعل

2-احسب طاقة التنشيط للتفاعل الامامي بوجود عامل مساعد

الوحدة الاولى:- سرعة التفاعل الكيميائي
الكيمياء المستوى الثالث
للف الثاني ثانوي علمي

الأستاذ محمد السعدي