ملخص وشرح لمادة الكيمياء الوحدة الثالثة

(سرعة التفاعل الكيميائي والعوامل المؤثرة فيها)

اعداد المعلم : أحمد الطويسي **هاتف : 0788278198**

- سرعة التفاعلات الكيميائية .

$$A \rightarrow B$$

- تنقص سرعة المواد المتفاعلة
- تزداد سرعة المواد الناتجة

معدل سرعة التفاعل = التغير في الكتلة / التغير في الزمن

معدل سرعة التفاعل = الكتلة عند الزمن الثاني – الكتلة عند الزمن الأول/ الزمن الثاني – الزمن الأول

وفي المثال السابق فأن سرعة التفاعل بدلالة تراكيز المادة A والمادة B هو :

سرعة التفاعل بدلالة A = -Δ [A] / Δ ز والأشارة السالبة تعني نقصان الكتلة

سرعة التفاعل بدلالة B = +Δ [B] / Δ ز والأشارة الموجبة تعني زيادة الكتلة

- اذا كانت وحدة كتلة المادة مقيسة بالغرام والزمن في الثانية فأن وحدة سرعة التفاعل تقاس بـــالغرام/ثانية
- اذا قيست بالتغير في تركيز المادة بالمول/لتر مع الزمن بالثانية

مثال : لديك التفاعل التالي .

$$A + 2B \rightarrow 3C$$

معدل سرعة التفاعل بدلالة كل من المواد المتفاعلة والناتجة

$$-\Delta [A] / \Delta ز = -\Delta [B] / \Delta ز)1/2 = -\Delta [C] / \Delta ز)1/3 = +\Delta$$

مثال: لديك التفاعل التالي

$$CO + NO_2 \rightarrow NO + CO_2$$

الزمن	[CO]	[NO]
0	0.1	0
10	0.067	0.033

سرعة التفاعل بدلالة [CO] = -Δ [CO] / Δ ز = 0.067-0.1 / 10-0 = 3.3*10^-3 مول/لتر.ث

سرعة التفاعل بدلالة [NO] = +Δ [NO] / Δ ز = 0.033-0/10-0 = 3.3*10^-3 مول /لتر.ث

ملاحظة هامة : اذا اعطى سرعة أحد المواد وطلب سرعة مادة أخرى نستخدم العلاقة التالية لأيجاد الناتج بشكل مباشر .

(معامل المجهول / معامل المعلوم) * السرعة المعلومة أو المعطاه

س : لديك التفاعل التالي

$$2NO_2 + F_2 \rightarrow 2NO_2F$$

اذا كانت سرعة استهلاك F_2 = 0.2 ، فما معدل سرعة انتاج $2NO_2F$ ؟

الحل : (معامل المجهول / معامل المعلوم) * السرعة المعطاه

= 0.2 * 2/1 = 0.4

س : لديك التفاعل التالي

$$2NO_2 + F_2 \rightarrow 2NO_2F$$

اذا كانت سرعة انتاج $2NO_2F$ = 0.1 ، فما معدل سرعة استهلاك F_2 ؟

الحل : (معامل المجهول / معامل المعلوم) * السرعة المعطاه

1/2* 0.1 = 0.05

الأستاذ أحمد الطويسي

س: في التفاعل الآتي

$$CO + NO_2 \rightarrow CO_2 + NO$$

اذا كان تركيز NO يساوي 0.40 مول/لتر بعد مرور 45 ثانية على بدء التفاعل ، ويساوي 0.85 مول/لتر بعد مرور 80 ثانية على بدئه .

- أحسب معدل سرعة التفاعل

- أحسب معدل سرعة استهلاك CO

- تغير سرعة التفاعل مع الزمن

$$CO + NO_2 \rightarrow CO_2 + NO$$

الزمن	السرعة	$[NO_2]$	$[CO]$
0	4.9*10^-3	0.1	0.1
10	2.2*10^-3	0.067	0.067
20	1.2*10^-3	0.050	0.050

- سرعة التفاعل عند بداية التفاعل تكون أعلى مايمكم وتسمى سرعة أبتدائية
- تراكيز المواد المتفاعلة تكون في بداية التفاعل أعلى مايمكن لأنها لم تتفاعل بعد
- السرعة والتركيز يقل مع مرور الزمن الى أن يصل الى صفر
- السرعة عند الزمن 0 تسمى سرعة أبتدائية
- السرعة عند أي زمن آخر تسمى سرعة لحظة أي في لحظة معينة

الأستاذ أحمد الطويسي

س : أدرس بيانات الجدول أدناه والمتعلقة بالتفاعل الآتي ، واللذي يحدث عند 300 س ، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه :

$$2NO_2 \rightarrow 2NO + O_2$$

الزمن (ث)	[NO_2] مول/لتر
0	0.0100
50	0.0080
100	0.0065
150	0.0055

1- أكتب العلاقة بين معدل سرعة استهلاك NO_2 ومعدل سرعة انتاج O_2

2- أحسب معدل سرعة استهلاك NO_2 في الفترة (0- 50) .

3- أحسب معدل سرعة انتاج NO في الفترة (100-150)

4- أي الفترات يكون معدل سرعة التفاعل فيها أعلى ؟ ولماذا ؟

- قانون سرعة التفاعل ورتبة التفاعل :

- الصيغة العامة لقانون السرعة

$$\mathbf{R = K [A]^X [B]^Y}$$

- يمثل الرمز R قانون السرعة
- تمثل الرموز A و B تراكيز المواد
- تمثل الرموز X و Y رتب التفاعل وتجب ان تكون عدد صحيح
- يمثل الرمز K ثابت السرعة ووحدته حسب رتبة التفاعل
- مجموع الرتب يمثل الرتبة الكلية

الأستاذ أحمد الطويسي

مثال :

$$A + 2B \rightarrow 3C$$

قانون السرعة لهذا التفاعل هو

$$\mathbf{R = K [A]^X [B]^Y}$$

مثال :

$$2N_2O_5 \rightarrow 4NO_2 + O_2$$

رقم التجربة	$[N_2O_5]$	السرعة
1	1.2	6*10^-6
2	0.6	3*10^-6

1- ما الصيغة العامة قانون سرعة التفاعل ؟

$$\mathbf{R = K [N_2O_5]^X}$$

2- ما رتبة التفاعل ؟

لمعرفة رتبة التفاعل نقوم باختيار تجربتين ونطبق العلاقة التالية

$$X = LnX / LnY$$

وفي هذا السؤال نقسم التجربة الأولى على الثانية

$$(1.2/0.6) = (6/3)^x$$

$$2 = (2)^x$$

$$X = 1$$

فأن قانون سرعة التفاعل يكون

$$\mathbf{R = K [N_2O_5]^1}$$

والرتبة الكلية للتفاعل = 1 أي ان التفاعل من الدرجة الأولى

الأستاذ أحمد الطوسي

- **كيف نجد وحدة K ؟**

- نستطيع ايجاد وحدة ثابت السرعة بالأعتماد على رتبة التفاعل ومن خلال العلاقة الرياضية التالية

لتر $^{R-1}$ / مول$^{R-1}$. ث

واذا كانت الرتبة الكلية للتفاعل تساوي 1 فأن وحدة ثابت السرعة = ث$^{-1}$

س : أدرس التفاعل التالي ثم أجب عما يليه من أسئلة

$$NH_4^+ + NO_2^- \rightarrow N_2 + 2H_2O$$

رقم التجربة	$[NH_4^+]$	$[NO_2^-]$	السرعة (مول/لتر.ث)
1	0.100	0.0050	1.35*10^-7
2	0.100	0.0100	2.70*10^-7
3	0.200	0.0100	5.40*10^-7

1- ما الصيغة العامة لقانون السرعة ؟

2- جد رتبة المادة $[NO_2^-]$ و رتبة المادة $[NH_4^+]$.

3- أحسب قيمة ثابت السرعة (تختار أي سرعة في الجدول وتعوض قيمتها وقيمة التراكيز عندها) .

س : أدرس التفاعل التالي ثم أجب عما يليه من أسئلة

$$2NO + 2H_2 \rightarrow N_2 + 2H_2O$$

[NO]	$[H_2]$	السرعة مول/لتر.ث
0.10	0.20	0.0150
0.10	0.30	0.0225
0.20	0.20	0.0600

1- ما الصيغة العامة لقانون سرعة التفاعل ؟

2- جد رتب المواد [NO] و [H_2]

3- أحسب قيمة ثابت السرعة وماقياسه ؟

4- مارتبة التفاعل الكلية ؟

س :

$$2A + 2B \rightarrow 2C$$

$$R = K [A]^1 [B]^2$$

تم مضاعفة تركيز كل من A و B معاً ، فأن ذلك يؤدي الى مضاعفة سرعة التفاعل الى ؟

$$R = [A,B]^3$$

$$R = (2)^3 = 8$$

س : اذا كان قانون سرعة التفاعل

$$2NO + 2H_2 \rightarrow N_2 + 2N_2O$$

$R = K [NO]^2 [H_2]^1$ ، وانخفض حجم الوعاء الى النصف فأن سرعة التفاعل تزداد بمقدار ؟

تقليل الحجم	تضاف التركيز
0.5	مرتان
0.3	3 مرات
0.4	4 مرات

$$R = K [NO]^2 [H_2]^1$$

الأستاذ أحمد الطويسي

$R= (2)^3 = 8$

س : في التفاعل العام الآتي

$2A \rightarrow Product$

- اذا علمت أن قيمة ثابت السرعة عند درجة حرارة معينة = 4-^10*1.5ث$^{-1}$

1- أكتب قانون سرعة التفاعل .

2- أحسب سرعة التفاعل عندما يكون [A] = 0.1 مول/لتر

س : مستخدماً البيانات الموجودة في الجدول والمتعلقة بالتفاعل العام :

$2D \rightarrow F + C$

الزمن بالثانية	[D] مول/لتر	سرعة التفاعل (مول/لتر.ث)
2	0.50	2-^10*15
4.2	0.25	2-^10*7.5
?	0.75	??

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

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

2- هل قيمة الزمن المجهول أكبر من 4.2 ث أم أقل من 2 ث ؟ وضح اجابتك ؟

س : في التفاعل الآتي : $A + 2B \rightarrow 3C + D$

اذا علمت أن ثابت سرعة التفاعل عند درجة حرارة معينة = 3-^10*2 لتر/مول.ث ، وقانون سرعة التفاعل هو : $R = K [A]^X$

1- مارتبة التفاعل لكل من A , B ؟

2- احسب سرعة التفاعل عندما يكون تركيز A = 0.1 مول /لتر ، تركيز 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 تركيز A مرتين وتركيز B ثلاث مرات؟

س : ادرس البيانات الواردة في الجدول أدناه واللذي يمثل تفاعل عند درجة حرارة 100س ، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه

$$A+2B \rightarrow C + 3D$$

رقم التجربة	[A]	[B]	سرعة استهلاكA مول/لتر.ث
1	0.2	0.1	3.4*10^-3
2	0.2	0.3	10.2*10^-3
3	0.4	0.3	40.8*10^-3

1- مارتبة التفاعل بالنسبة للمادة A ؟

2- مارتبة التفاعل بالنسبة للمادة B ؟

3- مارتبة التفاعل الكلية ؟

4- جد قانون سرعة التفاعل .

5- جد قيمة ثابت سرعة التفاعل

6- مامقدار سرعة التفاعل عندما يكون [A]=[B] = 0.5 مول/لتر.ث

7- كم تتضاعف سرعة التفاعل اذا ضاعفنا كلاً من تركيز A,B معاً ؟

8- كم تتضاعف سرعة التفاعل اذا ضاعفنا تركيز A 3 مرات مع بقاء تركيز Bثابت ؟

الأستاذ أحمد الطويسي

س : تخص البيانات الآتية التفاعل الأفتراضي التالي

$$2A + 3B \rightarrow 3C+2D$$

رقم التجربة	[A]	[B]	سرعة استهلاكA مول/لتر.ث
1	0.1	0.1	1.2*10^-2
2	0.2	0.1	1.2*10^-2
3	0.2	0.3	3.6*10^-2

1- جد قانون سرعة التفاعل ؟

2- جد قيمة ثابت السرعة .

3- ماوحدة ثابت سرعة التفاعل ؟

س : في التفاعل الأفتراضي $A+2B \rightarrow C$ ، اذا علمت أن سرعة التفاعل تتضاعف 4 مرات عند مضاعفة تركيز [A] مرتين وثبات [B] ، وأن الرتبة الكلية للتفاعل تساوي 2 ، أجب عما يأتي .

1- مارتبة التفاعل بالنسبة للمادة B ؟

2- أكتب قانون السرعة لهذا التفاعل .

3- اذا كانت سرعة التفاعل تساوي 2*10^-3 مول/لتر.ث عندما [A]=[B] = 0.2 مول/لتر ، أحسب قيمة ثابت السرعة .

4- اذا كان معدل سرعة استهلاك [B] = 0.4مول/لتر.ث ، فما معدل سرعة انتاج C ؟

الأستاذ أحمد الطوسي

- العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل .

- يُهتم بسرعة التفاعل لأجل الباحثين والكيميائيين لكي يدرسوا التفاعلات الكيميائية وسرعتها حتى يتحكم بعديد التطبيقات الكيميائية ، أو لصانعي الادوية يهتم بتقليل سرعة التفاعل لأنه يفسد الأغذية وألادوية .

- نظرية التصادم :

1- حتى يحدث تفاعل يجب حدوث تصادم وكلما كان التصادم أكبر يصبح احتمال الحصول على نواتج أكبر، لأنه ليس كل تصادم يعطي نتائج يجب أن يكون فعالاً

2- حتى يكون التصادم فعالاً يجب توفر الشروط التالية :

- أن يكون اتجاه التصادم مناسب
- أن تمتلك التصادمات حد أدنى من الطاقة الكافية لتكسير روابط المواد المتفاعلة وتكوين روابط جديدة وتسمى طاقة التنشيط
- تتناسب سرعة التفاعل الكيميائي طردياً مع عدد التصادمات الحاصلة في دقائق المواد المتفاعلة في وحدة الزمن

ملاحظة : عند حدوث التصادم الفعال ، تضعف روابط المواد المتفاعلة ، ويبدأ تكوين روابط جديدة ، فيؤدي ذلك الى تكوين بناء غير مستقر له طاقة وضع عالية ويسمى المعقد المنشط واللذي يتفكك مكوناً النواتج .

مثال : أرسم اتجاه التصادم الفعال في كل ممايلي :

$$H_2O + CO \rightarrow CO_2 + H_2$$

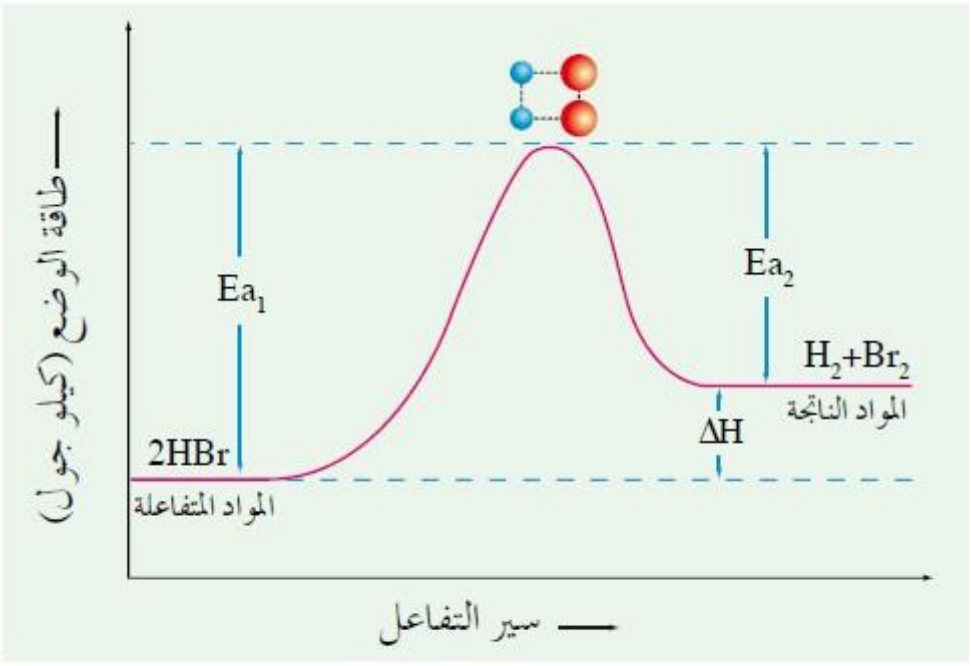
$$NO + Cl_2 \rightarrow ONCl + Cl$$

مثال : ارسم بناء المعقد المنشط في التفاعل الآتي :

$$H_2 + I_2 \rightarrow 2HI$$

- العلاقة بين طاقة التنشيط والتغير في المحتوى الحراري للتفاعل

- تُقسم التفاعلات الكيميائية الى قسمين ، تفاعلات تنتج طاقة وتسمى طاردة للطاقة وتفاعلات تحتاج لطاقة لكي تحدث وتسمى تفاعلات ماصة للطاقة
- يُرمز للتغير بالمحتوى الحراري للتفاعل بـ $H\Delta$ ، وهي عبارة عن الفرق بين المحتوى الحراري للمواد الناتجة – المحتوى الحراري للمواد المتفاعلة ، اذا كانت اشارة $H\Delta$ سالبة فأن التفاعل طارد للطاقة واذا كانت موجبة فأن التفاعل ماص للطاقة .
- الشكل التالي يمثل تغيرات الطاقة التي تحدث خلال التفاعل الكيميائي ، وهو يمثل تفكك $HBr \leftrightarrow H_2 + Br_2$



الشكل (٣–٥): منحنى طاقة الوضع أثناء سير التفاعل.

- التفاعل السابق هو تفاعل ماص للطاقة (+)
- طاقة وضع المواد الناتجة أعلى من طاقة وضع المواد المتفاعلة
- طاقة وضع المواد المتفاعلة تزداد مع سير التفاعل حتى تصل لأعلى قيمة لها وتسمى طاقة وضع المعقد النشط
- طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي هي الطاقة التي تكتسبها المواد المتفاعلة للوصول لطاقة وضع المعقد النشط (Ea_1)
- نتيجة تكون روابط جديدة تنخفض طاقة وضع المواد المتصادمة حتى تصل لأدنى مستوى مبين في الشكل

- الفرق بين طاقة وضع المعقد النشط وطاقة المواد الناتجة يسمى طاقة التنشيط للتفاعل العكسي (Ea_2)
- الفرق بين طاقة وضع المعقد المنشط وطاقة وضع المواد المتفاعلة يسمى طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي (Ea_1)

س : اذا كانت قيم طاقات الوضع بالكيلوجول لتفاعل افتراضي هي :

- المواد المتفاعلة = 80 كيلو جول
- المواد الناتجة = 50 كيلو جول
- طاقة تنشيط التفاعل الأمامي = 75 كيلو جول

أحسب :

1- طاقة تنشيط التفاعل العكسي .

2- طاقة وضع المعقد المنشط .

3- ماقيمة $H\Delta$ للتفاعل ؟

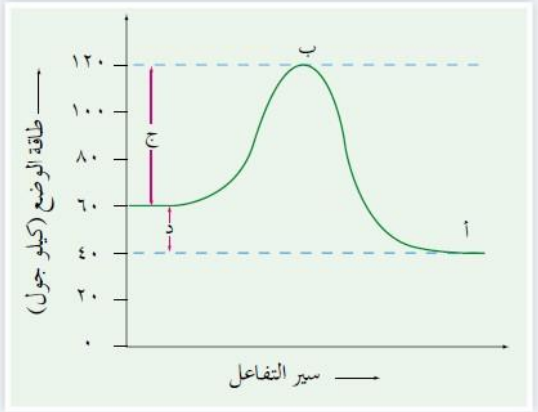
4- هل التفاعل طارد أم ماص للطاقة ؟

مثال :

ادرس الشكل (٣–٦) الذي يمثل سير التفاعل الافتراضي الآتي:

$$A + B \rightleftharpoons AB$$

ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



١) إلاَم تشير كل من الرموزالآتية: أ، ب، ج، د؟

٢) ما مقدار طاقة وضع المعقد المنشط؟

٣) ما مقدار طاقة وضع المواد المتفاعلة؟

٤) ما قيمة التغير في المحتوى الحراري (ΔH) للتفاعل؟

٥) هل التفاعل ماص للطاقة أم طارد لها؟

٦) ما مقدار طاقة التنشيط للتفاعل العكسي؟

الحل

١) الرمز(أ) يشير إلى المواد الناتجة.

الرمز(ب) يشير إلى حالة المعقد المنشط.

الرمز(ج) يشير إلى طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي (Ea_1).

الرمز(د) يشير إلى التغير في المحتوى الحراري للتفاعل (ΔH).

٢) طاقة وضع المعقد المنشط تساوي ١٢٠كيلوجول.

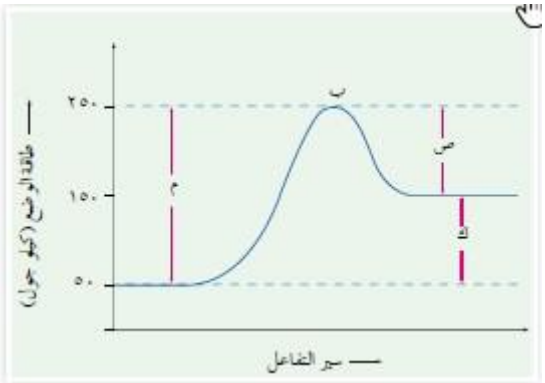
٣) طاقة وضع المواد المتفاعلة تساوي ٦٠ كيلوجول.

٤) التغير في المحتوى الحراري (ΔH) =٤٠ـ٦٠= ـ٢٠ كيلوجول.

٥) التفاعل طارد للطاقة.

٦) طاقة التنشيط للتفاعل العكسي (Ea_2) = ١٢٠ – ٤٠ =٨٠ كيلوجول.

س : أدرس الشكل الآتي ثم أجب عن الأسئلة التي تليه .



1- مارمز طاقة تنشيط التفاعل الأمامي ؟

2- مارمز طاقة التنشيط للتفاعل العكسي ؟

3- مارمز التغير في المحتوى الحراري للتفاعل ؟

4- هل التفاعل ماص أم طارد للطاقة ؟

- **العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل الكيميائي**

1- تركيز المواد المتفاعلة

- عند زيادة تركيز المواد المتفاعلة تزداد عدد التصادمات الفعالة وبالتالي تزداد سرعة التفاعل

س : يزداد تصاعد غاز H_2 من تفاعل Zn مع HCl بزيادة تركيز الحمض ، فسر ذلك .

$$Zn + 2\,HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$$

ج : زيادة تركيز أحد المواد المتفاعلة يؤدي الى زيادة عدد الدقائق في وحدة الحكم مما يعني زيادة في عدد التصادمات وازدياد عدد التصادمات الفعالة يزيد من سرعة التفاعل الكيميائي

2- طبيعة المواد المتفاعلة

- تؤدي زيادة مساحة سطح المواد المتفاعلة الى زيادة سرعة التفاعل

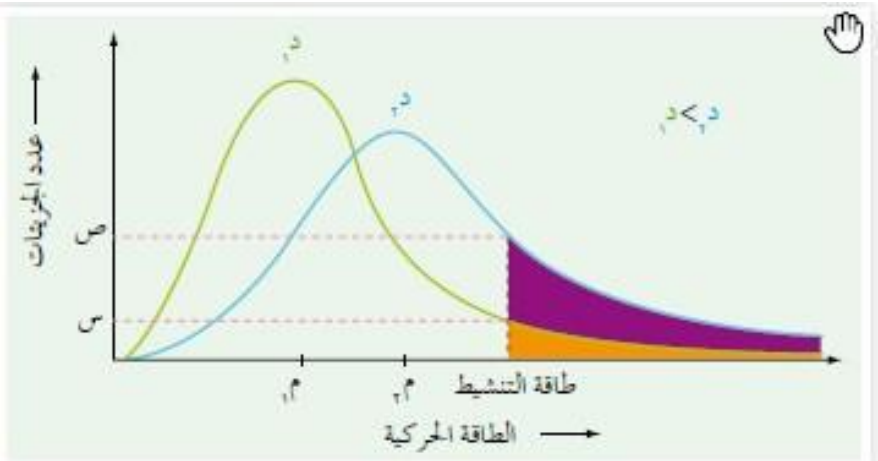
مثال : يحترق الخشب ببطيء بينما تحترق نشارة الخشب بشكل أسرع وذلك يعود الى سطح المواد المتفاعلة أكبر في نشارة الخشب وبالتالي تزداد عدد التصادمات الفعالة وذلك يؤدي الى زيادة سرعة التفاعل

3- درجة الحرارة

- رفع درجة الحرارة يؤدي لزيادة سرعة التفاعل لأنه يؤدي الى زيادة سرعة الدقائق وزيادة في عدد التصادمات الفعالة مما يعني زيادة في سرعة التفاعل

الأستاذ أحمد الطويسي

- منحنى ماكسويل – بولتزمان : واللذي يمثل توزيع الطاقة الحركية على جزيئات غاز ما عند درجتي حرارة مختلفتين



- زيادة درجة الحرارة يزيد من متوسط الطاقة الحركة للجزيئات وتبقى طاقة التنشيط ثابتة ، وهذا يؤدي الى زيادة عدد التصادمات الفعالة فتزداد سرعة التفاعل الكيميائي
- م2 أكبر من م1
- عدد الجزيئات (ص) التي تمتلك طاقة التنشيط عند درجة حرارة (د2) أكبر من عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة تنشيط عند (د1)

- ملخص ماسبق

زيادة درجة الحرارة ← زيادة متوسط الطاقة الحركية للجزيئات ← زيادة عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط ← زيادة عدد التصادمات الفعالة ← زيادة سرعة التفاعل الكيميائي.

اعداد المعلم : أحمد الطويسي / بكالوريوس كيمياء – الجامعة الأردنية

هاتف : 0788278198

أحمد الطويسي