

## الوحدة الرابعة الديناميكا الحرارية

### العمليات التلقائية:

تعريف: تغيرات فيزيائية وكيميائية تتم دون مؤثر خارجي

أمثلة عمليات يصاحبها تغير فيزيائي: 1- ذوبان السكر في ماء ساخن

2- انتشار الغاز من وعاء مغلوط إلى وعاء فارغ

3- انتشار نقطة من الحبر في الماء

4- جريان الماء من أعلى إلى أسفل من أعلى إلى أعلى غير تلقائي

5- انصهار مكعب الثلج في درجة حرارة الغرفة

أمثلة عمليات يصاحبها تغيرات كيميائية: 1- احتراق البنزين بوجود كمية من الأكسجين

2- صدأ الحديد الموجود في المكان الرطب

### العمليات غير التلقائية:

تعريف: تغيرات فيزيائية وكيميائية لا تتم إلا بوجود مؤثر خارجي

أمثلة عمليات يصاحبها تغير فيزيائي: 1- استعادة السكر في محوره الأولية

2- عودة جزئيات الغاز للوعاء الفارغ

3- فصل الحبر عن الماء

4- صعود الماء من أسفل لأعلى

5- انصهار مكعب الثلج عند درجة (-10°س)

أمثلة عمليات يصاحبها تغيرات كيميائية: 1- لا يمكن لنتائج الاحتراق ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ )

الاتحاد وتكوين البنزين

2- إزالة صدأ الحديد (أكسيد الحديد III)

**\*\* ينتج ما سبق \*\***

1- إذا كانت العملية تلقائية فإن العملية العكسية لها تكون غير تلقائية في الظروف العادية

2- العملية التلقائية قد تحدث بسرعة وقد تحدث ببطء

3- تستمر العملية التلقائية في النظام غير المتزن للوصول إلى الاتزان

**\*\* قد تخرج الكرة من أعلى التل لأسفله تلقائياً ويحرق الماء من المناطق المرتفعة إلى المنخفضة تلقائياً بسبب التوازن في طاقة الوضع**

\* يمكننا تحديد أي العمليات تلقائية وأبدا غير تلقائية من خلال أكثر من دالة تطبق إليها العلماء:

1- المحتوى الحراري H (الإنشائي)  $\Delta H$

2- العشوائية S (الانتروبي)  $\Delta S$

3- طاقة جيبس الحرة G  $\Delta G$

المحتوى الحراري H (الإنشائي) :

تعبّر عن الطاقة الداخلية E والتي تقبل مجموع طاقة الوضع وطاقة الحركة في الجزيئات

أقربها الطمان توصون ويبرثلوت الآتي:

\* عندما يكون التفاعل طارد للحرارة ( $\Delta H < 0$ ) أي سالبة يكون التفاعل تلقائي

\* عندما يكون التفاعل ماصا للحرارة ( $\Delta H > 0$ ) أي موجبة يكون التفاعل غير تلقائي

$\Delta H = -$  تلقائي طارد

$\Delta H = +$  غير تلقائي ماص

\* قطاع خزة \*

العشوائية S (الانتروبي) :

هي الدالة التي تقسم حالة عدم الترتيب وعدم النظام للجزيئات داخل أي نظام

حالة صلبة  $\rightarrow$  الجزيئات مرتبة بنظام بلوري تتحرك حركة اهتزازية بسيطة

حالة سائلة  $\rightarrow$  الجزيئات أقل ترتيباً تتحرك بحرية أكبر

حالة غازية  $\rightarrow$  الجزيئات تملأ الحيز تتحرك بحرية أكبر بكثير (الأكثر عشوائية)

رتب حالات المادة حسب تزايد العشوائية

الحالة الصلبة  $>$  الحالة السائلة  $>$  الحالة الغازية

\* تؤدي عملية الانصهار إلى زيادة في العشوائية ؟

لأنها تتحول من الحالة الصلبة المنتظمة إلى الحالة السائلة الأقل انتظاماً وترتيباً وتتحرك

بحرية أكبر وبالتالي تزداد العشوائية

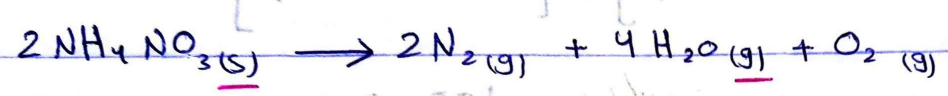
\* عندما يكون ( $\Delta S > 0$ ) أي موجبة ، يكون زيادة في العشوائية (تلقائي)

( $\Delta S < 0$ ) أي سالبة ، يكون هناك نقص في العشوائية (غير تلقائي)

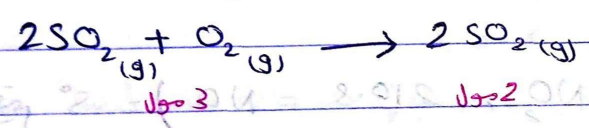


- الحالات الآتية تساعد في التنبؤ بزيادة أو نقصان العشوائية :
- 1- انصهار المواد الصلبة .
  - 2- إنتاج الغازات من المواد الصلبة أو السائلة .
  - 3- زيادة عدد الكلي لمولات الغاز من التفاعلات الكيميائية .
  - 4- ارتفاع درجة حرارة المادة يزيد من حركة المكونات .
- } زيادة في العشوائية

أي العمليات الآتية تزداد فيها العشوائية وأبها تقل فيها وفي أي العمليات لا نستطيع الحكم مع التفسير ؟



تزداد العشوائية ، إنتاج مواد غازية من مواد صلبة



تقل العشوائية ، إنتاج 2 مول من 3 مولا

### العشوائية القياسية المولية (S°) (J/mol·K)

تعريف: عشوائية مولا واحد من المواد النقية المقاسة عند درجة حرارة 298 كلفن وفيها 1 جوي

وحدة القياس: جول / مولا ، كلفن \* \* \* مهم \* \* \*

العشوائية المطلقة: هي العشوائية المقاسة في الظروف غير القياسية

العشوائية S° حالة: أي تعتمد على الحالة الابتدائية والنهائية للنظام

قيم العشوائية لجميع المواد عند درجة حرارة أكبر من صفر كلفن تكون موجبة دائما

يمكن حساب S° من خلال العلاقة الرياضية الآتية:

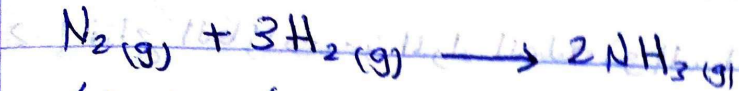
التغير في العشوائية للتفاعل = عشوائية النواتج - عشوائية المتفاعلات

$$\Delta S^\circ = \sum S^\circ_{\text{نواتج}} - \sum S^\circ_{\text{متفاعلات}}$$

وحدة قياس ΔS° = جول / كلفن ، بعبارة أخرى = جول / مولا ، كلفن

احسب التغير في المحتوى القياسي  $\Delta S^\circ$  لتكوين غاز الأمونيا من عناصره الأولية

حسب المعادلة الآتية :



قيم  $S^\circ$  (  $N_2 = 191.5$  ,  $H_2 = 130.6$  ,  $NH_3 = 192.5$  ) جول/مول.كلفن

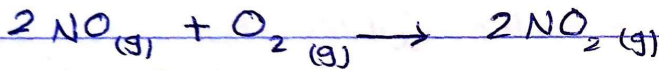
× أكيد الجواب سالب لأن المحتوى قلت 4 مول أنتج 2 مول

$\Delta S^\circ = \sum S^\circ \text{ نواتج} - \sum S^\circ \text{ متفاعلات}$

$$= [ (191.5) + (130.6 \times 3) ] - [ (192.5 \times 2) ] =$$

$$= -198.3 \text{ جول/كلفن}$$

احسب التغير في المحتوى القياسي  $\Delta S^\circ$  للتفاعل الآتي :



قيم  $S^\circ$  (  $NO = 210.8$  ,  $NO_2 = 240.1$  ,  $O_2 = 205$  ) جول/مول.كلفن

$\Delta S^\circ = \sum S^\circ \text{ النواتج} - \sum S^\circ \text{ المتفاعلات}$

$$= [ (210.8 \times 2) + (205) ] - [ (240.1 \times 2) ] =$$

$$= 626.6 - 480.2 =$$

$$= 146.4 \text{ جول/كلفن}$$

إذا علمت أن  $\Delta S^\circ$  المصاحب لتفكك غاز  $N_2O_3$  يساوي 138.5 جول/كلفن حسب



$\Delta S^\circ = \sum S^\circ \text{ نواتج} - \sum S^\circ \text{ متفاعلات}$

$$138.5 = NO + NO_2 - N_2O_3$$

$$N_2O_3 = 312.4 \text{ جول/مول.كلفن}$$



القانون الثاني للديناميكا الحرارية :

تعريف : ان العمليات في الكون تحدث تلقائياً وفي اتجاه واحد ، أي أن العشوائية تزداد

في الكون ، الى الزيادة المستمرة

الصفة العامة لهذا القانون :  $\Delta S_{univ} < 0$  (موجب دائماً) الكون : Univ

مثلاً ما سبق (الانثالي والانتروبي) يكون التفاعل تلقائياً عندما تكون :

$\Delta S < 0$  (موجب) ، زيادة في العشوائية و  $\Delta H > 0$  (موجب) تفاعل طارد

هناك عدداً من التغيرات التلقائية لا ينطبق عليها ما سبق فكان لابد من دالة جديدة !!

دالة جيبس الحرة "G"

\* يمكن العالم جيبس من صياغة علاقة تجمع بين H و S لعملية ما عند درجة حرارة ومهبط ثابتين

\* الطاقة الحرة = المحتوى الحراري - درجة الحرارة (كلفن) \* العشوائية

$$G = H - (S \times T)$$

\* تعتمد الطاقة الحرة G على دالتي حالة (S, H) بالتالي فإنها تعد دالة حالة أيضاً

\* التغير في الطاقة الحرة مرتبط بالتغير بالمحتوى الحراري لهذا نستخدم التغير في الطاقة الحرة

$$\Delta G = \Delta H - (T \times \Delta S)$$

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - (T \times \Delta S^\circ)$$

ملخص مهم :

\* تكون العملية تلقائية إذا كانت  $\Delta G =$  سالب ( $\Delta G < 0$ )

\* تكون العملية غير تلقائية إذا كانت  $\Delta G =$  موجبة ( $\Delta G > 0$ )

\* إذا كانت  $\Delta G = 0$  فيكون التوازن

يمكن حساب  $\Delta G^\circ$  من العلاقة :  $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \Delta S^\circ$

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \Delta S^\circ$$

$$0 = 4.01 - 298 \times \Delta S^\circ$$

$$\Delta S^\circ = \frac{4.01}{298}$$

$$\Delta S^\circ = 13.46 \text{ J/K}^\circ\text{C}$$

1. تعاطفة جيبس الكره مؤشراً صفيحاً لتلقائية التفاعلات من عدمها لأن طاقة جيبس تجمع بين المحتوى الحراري والعنوائية للعلة ما يعا عند درجة حرارة وضغط ثابتين

هـ- لماذا لا يتحلل الماء الى عناصره الأولية في الظروف العادية في الظروف العادية تكون  $\Delta G$  موجبة أي أن العلة غير تلقائية ولكني يتحلل الماء يجب أن تكون  $\Delta H$  موجبة وتكون  $\Delta S$  موجبة

التفاعل طارد (-) وازارة في العنوائية (+) يكون التفاعل تلقائياً دائماً  
التفاعل ماص (+) ونقص في العنوائية (-) يكون التفاعل غير تلقائياً دائماً

$$\Delta H = \Delta G + (T \times \Delta S)$$

$$\Delta S = \frac{\Delta H - \Delta G}{T}$$

عند متقابه الإشارات (-, -) يكون التفاعل تلقائياً دائماً  
عند متقابه الإشارات (+, +) يكون التفاعل غير تلقائياً دائماً  
عند اختلاف الإشارات (+, -) يكون التفاعل تلقائياً دائماً  
عند اختلاف الإشارات (-, +) يكون التفاعل غير تلقائياً دائماً

ما قيمة العن في العنوائية  $\Delta S$  (بوحدة جول / مول كلفن) حيث الاتزان عندما يتبخر ا حول ماء سائل علماً أن حرارة التبخر للماء = 40.7 كيلو جول / مول ودرجة عليان الماء 100 °C

الاتزان  $\Delta G = 0$

$$\Delta S T - \Delta H = \Delta G$$

$$\Delta S \times 373 - 40.7 = 0$$

$$\frac{40.7}{373} = \frac{373 \times \Delta S}{373}$$

$\Delta S = 0.109 = \Delta S$  اعطون بوحدة الجول  $\Delta S = 109$



ت 2019 يحتاج صول واحد من الإيثانول إلى 38.6 كيلوجول لكي يتبخر عند درجة الغليان  
احسب درجة غليان الإيثانول عند جوي ، علماً بأن مقدار التغير في العشوائية عند الاتزان  
109.97 جول / مول كلفن .

$$\Delta H = 38.6 \text{ KJ} \quad \underline{\underline{\text{مول}}}$$

$$T \text{ ??}$$

$$\Delta G = 0$$

$$\Delta S = 109.97 \text{ جول / مول كلفن} \Rightarrow 0.10997$$

$$\Delta S T - \Delta H = \Delta G$$

$$0.10997 T - 38.6 = 0$$

$$38.6 = 0.10997 \times T$$

$$351 \text{ كلفن} = T$$

## سرعة التفاعل الكيميائي

قانون سرعة التفاعل الكيميائي في:

تتناسب سرعة معظم التفاعلات تناسباً طردياً مع تركيز المواد المتفاعلة



يكتب قانون سرعة التفاعل لهذا التفاعل على النحو التالي:

$$\text{سرعة التفاعل} = K [A]^m [B]^n$$

حيث  $K$ : ثابت سرعة التفاعل (يعتمد على درجة الحرارة) وتختلف وحدته باختلاف رتبة التفاعل

رتبة التفاعل: مجموع رتب المواد المتفاعلة في قانون سرعة التفاعل

س:	رتبة التفاعل بالنسبة للمادة A	40.0	50.0
د:	رتبة التفاعل بالنسبة للمادة B	20.0	10.0

قيم  $m, n$  قد تساوي صفراً أو عدداً صحيحاً أو كسراً

$m + n$ : تساوي الرتبة الكلية للتفاعل (مجموع رتب المواد المتفاعلة)

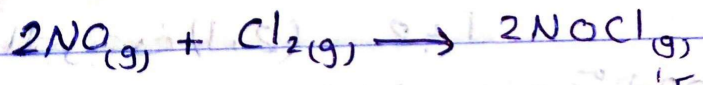
يتم تحديد رتبة التفاعل فقط عملياً (عن طريق التجربة) أي لا يتم استخدام المعاملات التي في المعادلة

في حالة التفاعلات الأولية والتي تتم في خطوة واحدة تحسب الرتبة من المعاملات في المعادلة

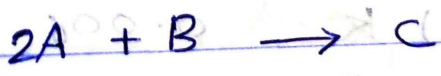
تحتسب وحدة قياس  $K$  من العلاقة: لتر<sup>-1</sup>·ثانية<sup>-1</sup> حسب الرتبة الكلية

تفاعلات تتم في خطوة واحدة:  $K (10.0)^2 (10.0) = 100.0$   
 $K (50.0)^2 (50.0) = 500.0$

لذلك التفاعلات الأولية الآتية، اكتب قانون سرعة التفاعل



$$\text{سرعة التفاعل} = K [Cl_2]^2 [NO]$$



$$\text{سرعة التفاعل} = K [A]^2 [B]$$

حل: تتألف سرعة التفاعل الكيميائي مع مرور الزمن

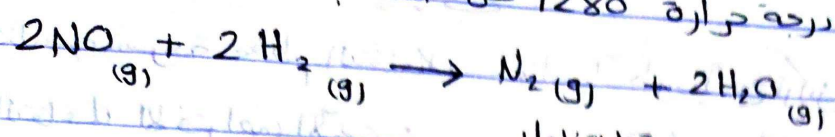
لأن السرعة تعتمد على تركيز المواد المتفاعلة والذي يقل مع الزمن



طرق إيجاد رتبة التفاعل وقانون سرعة التفاعل تجريبياً

أولاً: طريقة الجداول

يفاعل غاز NO مع H<sub>2</sub> عند درجة حرارة 1280 °C حسب المعادلة الآتية



من البيانات في الجدول أدناه، أكتب قانون سرعة التفاعل

رقم التجربة	[NO] <sub>0</sub> مول/لتر	[H <sub>2</sub> ] مول/لتر	سرعة التفاعل الابتدائية مول/لتر.ث
1	0.01	0.01	0.006
2	0.02	0.03	0.144
3	0.01	0.02	0.012

سرعة التفاعل =  $k [\text{H}_2]^m [\text{NO}]^n$

(من التجريبتين 1، 3)

$$\frac{[\text{H}_2]^m [\text{NO}]^n}{[\text{H}_2]^m [\text{NO}]^n} = \frac{\text{سرعة التفاعل (3)}}{\text{سرعة التفاعل (1)}}$$

$$\frac{(0.02)^m (0.01)^n}{(0.01)^m (0.01)^n} = \frac{0.012}{0.006}$$

$$\boxed{1 = 0.5^m} \leftarrow 2^m = 2$$

من التجريبتين (2، 1)

$$\frac{(0.03)^m (0.02)^n}{(0.01)^m (0.01)^n} = \frac{0.144}{0.006}$$

$$\frac{3^m \times 2^n}{1} = \frac{24}{1}$$

$$\boxed{\frac{3 = 8}{2}} \leftarrow \begin{matrix} 2^m = 8 \\ 2^n = \frac{3}{2} \end{matrix}$$

$$\boxed{3 = n}$$

$$K = \text{سرعة التفاعل} [H_2]^3 [NO]$$

$$\text{الرتبة الكلية} = 3 + 1 = 4$$

$$1 + 3 = 4$$

$$4 = 4$$

هذا التفاعل لا يتم في خطوة واحدة لأن رتبة التفاعلان  $\neq$  معاملات المتعادلة

$$K = \text{سرعة التفاعل} = \frac{10 \times 6}{(0.01)^3 (0.01)} = 0.006$$

$$K = \frac{10 \times 6}{[H_2]^3 [NO]}$$

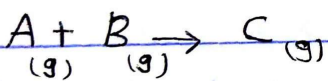
$$K = 10 \times 6 \text{ لتر}^3 / \text{مول}^3 \cdot \text{ث}$$

$$K = \frac{10 \times 6}{[H_2]^3 [NO]}$$

$$= \frac{\text{مول}^3 / \text{لتر} \cdot \text{ث}}{\text{مول}^3 / \text{لتر}^3 \times \text{مول} / \text{لتر}} = \frac{1}{\text{ث}}$$

$$= \frac{1}{\text{ث}} \times \frac{\text{لتر}^3}{\text{مول}^3} = \frac{\text{لتر}^3}{\text{مول}^3 \cdot \text{ث}}$$

$$= \text{لتر}^3 / \text{مول}^3 \cdot \text{ث}$$



تم الحصول على البيانات المبينة في الجدول الآتي للتفاعل:

التجربة	[A] مول/لتر	[B] مول/لتر	السرعة الابتدائية (مول/لتر · ث)
1	0.5	0.2	$10 \times 3^{-3}$
2	0.25	0.4	$10 \times 1.5^{-3}$
3	0.25	0.8	$10 \times 3^{-3}$

1- ما رتبة التفاعل بالنسبة لكل من A و B ؟ 2- اكتب قانون سرعة التفاعل

3- ما قيمة ثابت سرعة التفاعل K؟ وما وحدته

4- احسب قيمة سرعة التفاعل إذا كان تركيز A = 0.7 مول/لتر وتركيز B = 0.9 مول/لتر



من التجربتين (2,3)  $2 \div 3$

$$\frac{[B]^2 [A] K}{[B]^2 [A] K} = \frac{\text{سرعة التفاعل (3)}}{\text{سرعة التفاعل (2)}}$$

$$\frac{(0.8)^2 (0.25) K}{(0.4)^2 (0.25) K} = \frac{10 \times 3}{10 \times 1.5}$$

$$2 = 2$$

$$\boxed{1 = n}$$

من التجربتين (1,3)  $1 \div 3$

$$\frac{(0.8)^2 (0.25) K}{(0.2)^2 (0.5) K} = \frac{10 \times 3}{10 \times 3}$$

$$\frac{4 \times \frac{1}{2}}{4} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{1}{4}$$

$$\boxed{2 = n}$$

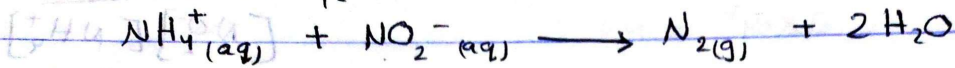
② سرعة التفاعل  $[B]^2 [A] K$

③  $K = \text{سرعة التفاعل} = \frac{10 \times 3}{(0.2)^2 (0.5)} = \frac{10 \times 6}{\text{لتر}^2 / \text{مول} \cdot \text{ث}^2}$

④ سرعة التفاعل  $= 10 \times 6 = (0.9)^2 (0.7)$

تجربة	[A]	[B]	سرعة التفاعل
1	2.0	0.5	$10 \times 6$
2	25.0	0.5	$10 \times 3$
3	25.0	8.0	$10 \times 6$

تم جمع البيانات المدرجة في الجدول أدناه للتفاعل الذي يتم وفق المعادلة الآتية:



ادرس البيانات في الجدول وأجب عن الأسئلة التي تليها:

السرعة الابتدائية مول/لتر. ث	$[\text{NO}_2^-]$ مول/لتر	$[\text{NH}_4^+]$ مول/لتر	التجربة	1- اكتب قانون سرعة التفاعل 2- احسب قيمة K وما وحدته 3- احسب قيمة سرعة التفاعل
$10 \times 1.35$	0.005	0.1	1	إذا كان تركيز $\text{NH}_4^+ = 0.5$ مول/لتر وتركيز $\text{NO}_2^- = 0.009$ مول/لتر
$10 \times 2.7$	0.01	0.1	2	
$10 \times 5.4$	0.01	0.2	3	

سرعة التفاعل A (مول/لتر. ث)

$$\textcircled{1} \text{ سرعة التفاعل} = K [\text{NO}_2^-]^x [\text{NH}_4^+]^y$$

(ت) (ب) (أ) (مول/لتر. ث)

$$200.0$$

$$800.0$$

$$x=2 \quad y=1$$

$$\text{سرعة التفاعل (2)} = K [\text{NO}_2^-]^x [\text{NH}_4^+]^y$$

$$\text{سرعة التفاعل (1)} = K [\text{NO}_2^-]^x [\text{NH}_4^+]^y$$

$$K = \frac{10 \times 2.7}{(0.01)^x (0.1)^y}$$

$$K = \frac{10 \times 1.35}{(0.005)^x (0.1)^y}$$

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

سرعة التفاعل (2,3)

$$K = \frac{10 \times 5.4}{(0.01)^x (0.2)^y}$$

$$K = \frac{10 \times 2.7}{(0.01)^x (0.1)^y}$$

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

$$\text{سرعة التفاعل} = K [\text{NO}_2^-]^x [\text{NH}_4^+]^y$$



$$k = \frac{\text{سرعة التفاعل}}{[NO_2][NH_4^+]}$$

$$10 \times 2.7 \times 10^{-4} \text{ لتر/مول.ث} = \frac{10 \times 1.35 \times 10^{-7}}{(0.005)(0.1)}$$

$$k = \frac{\text{سرعة التفاعل}}{[NO_2][NH_4^+]}$$

$$10 \times 2.7 \times 10^{-4} = \frac{0.009 \times 0.5}{k}$$

$$10 \times 1.21 \times 10^{-7} = \frac{0.009 \times 0.5}{k}$$

تم الحصول على البيانات الواردة في الجدول أدناه للتفاعل



0.04	0.06	0.08	تركيز A (مول/لتر)
0.002	0.003	0.004	سرعة التفاعل (مول/لتر.ث)

1- طرقة التفاعل 2- احسب قيمة K

3- ما مقدار سرعة التفاعل عندما يكون تركيز A = 0.24 مول/لتر

$$k[A]^n = \text{سرعة التفاعل}$$

من التجربتين (1, 3)

$$\frac{[A]^n}{[A]^n} = \frac{\text{سرعة التفاعل (1)}}{\text{سرعة التفاعل (3)}}$$

$$\frac{(0.08)^n}{(0.04)^n} = \frac{0.004}{0.002}$$

$$2 = 2 \Rightarrow n = 1$$

$$k = \frac{\text{سرعة التفاعل}}{[A]}$$

$$10 \times 5 \times 10^{-2} = \frac{0.004}{(0.08)}$$

$$10 \times 5 \times 10^{-1} = \frac{0.004}{(0.08)}$$

③ سرعة التفاعل =  $[A] K$

$$0.24 \times 10^{-2} =$$

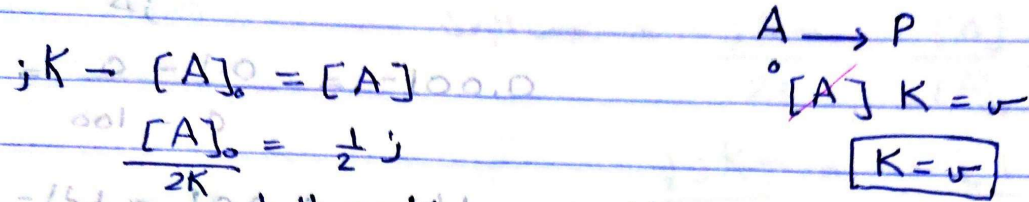
$$= 0.012 \text{ مول / لتر \cdot ث}$$



ثانياً : طريقة الرسم البياني :

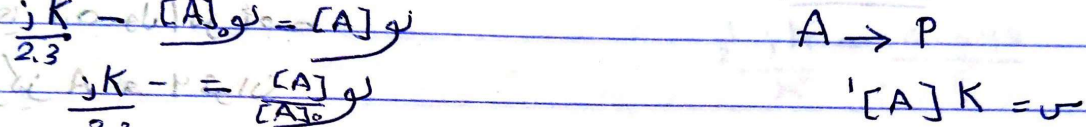
(التركيز مع الزمن)

لا تعتمد هذه العلاقة على رتبة التفاعل للمادة المتفاعلة [رتبة مفردة أو أولى]  $k = \frac{1}{2t} \ln \frac{[A]_0}{[A]}$   
 الرتبة المفردة :



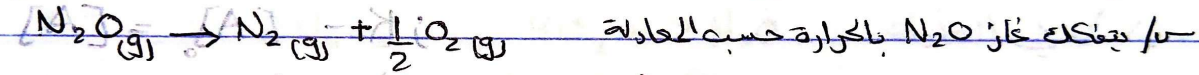
نفس وحدة القياس مول/لتر.ثانية  $k = -\frac{1}{t} \ln \frac{[A]}{[A]_0}$   
 [منظال وحدة قياس k تعرف أنه رتبة مفردة فيسكون له نفس وحدة السرعة]

الرتبة الأولى :



وحدة القياس  $k = \text{ل.ث}^{-1}$  ، دقيقة<sup>-1</sup> ، ثانية<sup>-1</sup> ،  $k = \frac{1}{t} \ln \frac{[A]_0}{[A]}$

[منظومة قياس k تعرف نوع الرتبة]  $k = -\frac{1}{t} \ln \frac{[A]}{[A]_0}$



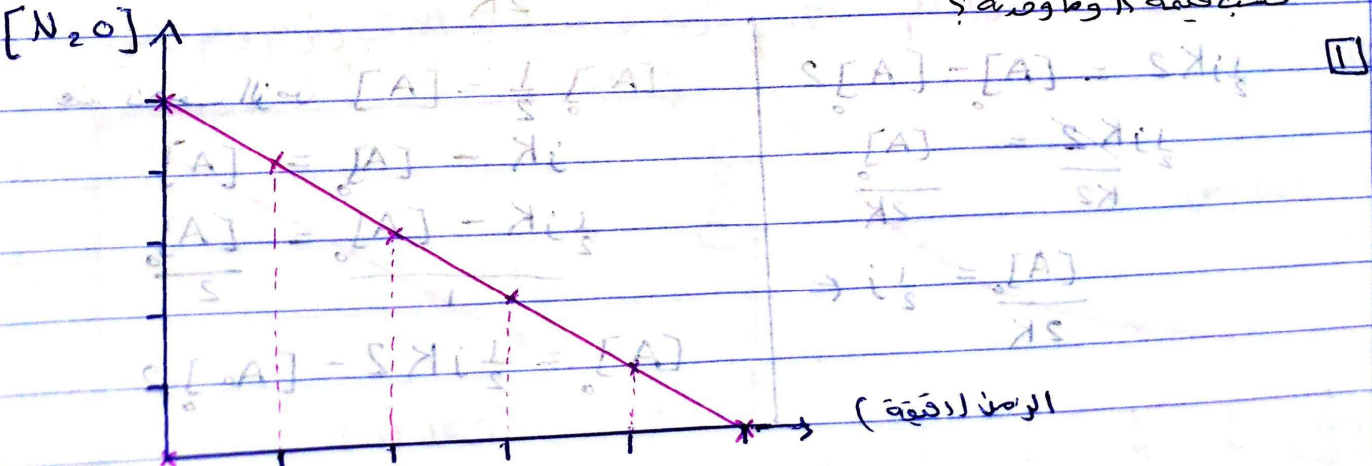
س/ يتفكك غاز  $N_2O$  بدرجة حرارة حسب المعادلة اعطاة على البيانات الواردة في الجدول الآتي أجب عن الأسئلة

0	0.03	0.06	0.075	0.09	0.1	تركيز $N_2O$ (مول/لتر)
100	70	40	25	10	0	الزمن (دقيقة)

1- بين بالرسم أن التفاعل من الرتبة المفردة

2- اكتب قانون سرعة التفاعل

3- احس قيمة k وطوره ؟



2] سرعة التفاعل = K

3] K = المعدل

$$\frac{[NO_2] \Delta}{\Delta z}$$

$$0.001 - 0 = \frac{0.1 - 0}{0 - 100}$$

A → 9  
 $-v = -K[A]^0$   
 $v = K$

K = المعدل = 0.001 مول/لتر. دقيقة

1/ إذا كان ثابت سرعة التفاعل المادة A يساوي 0.005 مول/لتر. وتركيز A الابتدائي



$-v = -K[A]^0$

2- مقدار الزمن اللازم لتفاعل نصف كمية A

$K = -\frac{d[A]}{dt}$

1]  $[A]_0 - Kz = [A]$

$(4 \times 10^{-5}) - 10 = 0.1$

$0.08 =$  مول/لتر

المدة (دقائق)	1.0	10.0	20.0	30.0	40.0
المعدل (مول/لتر)	0	0.1	0.2	0.3	0.4

$10 = \frac{0.1}{0.005 \times 2}$

1/ اشتق العلاقة  $[A]_0 = \frac{1}{2} z K$  لتفاعلات الرتبة الصفرية

<p>1] <math>\frac{1}{2} z K = [A]_0 - [A]</math>  <math>\frac{1}{2} z K = \frac{[A]_0}{2K}</math>  <math>[A]_0 = \frac{1}{2} z K</math></p>	<p>عند نصف الزمن <math>[A]_0 = \frac{1}{2} z K</math>  <math>z K - [A]_0 = [A]</math>  <math>\frac{1}{2} z K - [A]_0 = \frac{[A]}{2}</math>  <math>[A]_0 = \frac{1}{2} z K - [A]</math></p>
---	---



س/ اشتق العلاقة  $\frac{1}{2} = \frac{0.693}{K}$  لتفاعلات الرتبة الأولى  
 ← يمكن حفظه 0.7  
 $\frac{0.693}{K}$

عند نصف الزمن  $[A]_0 \frac{1}{2} = [A]$

لو  $\frac{K}{2.3} = \frac{[A]}{[A]_0}$  عند نصف الزمن

لو  $\frac{K}{2.3} = \frac{[A]_1}{[A]_2}$

$\frac{K}{2.3} = 0.301$

$\frac{K}{2.3} = \frac{0.693}{K}$

$\frac{0.693}{K} = \frac{1}{2} K$

الزمن (دقيقة)	0	0.5	0.7	1.0
$[N_2O_5]$ (مول/لتر)	1.0	0.705	0.497	0.349
لو $[N_2O_5]$ (مول/لتر)	-	-	-	-

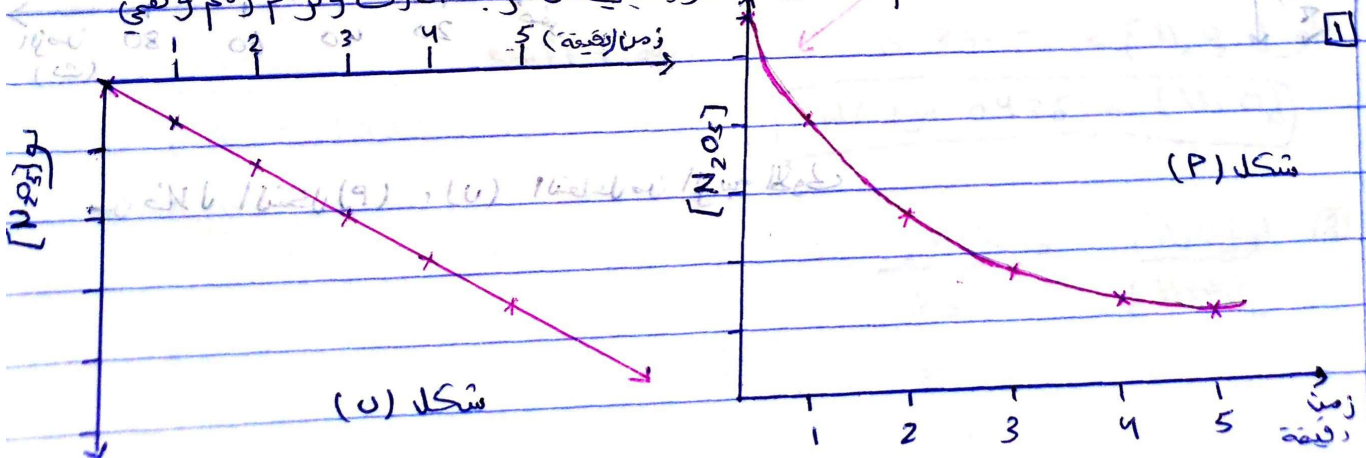
س/ كما في العادة  
 اعتماداً على البيانات أجب:

الزمن (دقيقة)	0	1	2	3	4	5
$[N_2O_5]$ (مول/لتر)	1.0	0.705	0.497	0.349	0.246	0.173
لو $[N_2O_5]$ (مول/لتر)	0	0.15	0.3	0.45	0.6	0.76

1- طرقة التفاعل 2- طريقة K وطاوصه

حسب  $\Delta [N_2O_5]$  إن كانت القيمة متساوية في الحالتين يعني رتبة صفرية

وإن لم تكن متساوية يعني من الرتبة الأولى ونرسم رسم وهي



من خلال الشكل (P)، (U) التفاعل من الرتبة الأولى

$$[2] \quad K = 2.3 \times \text{الزمن}$$

$$\frac{[N_2O_5]_0 - [N_2O_5]_t}{[N_2O_5]_0} = K \cdot t$$

$$0.15 - 0.015 = \frac{0.15 - 0.015}{0.1} = K \cdot 0.15$$

$$K = \frac{0.15 - 0.015}{0.15 \times 0.1}$$

$$K = 0.349 \text{ دقيقة}^{-1}$$

لأننا وصفت K في الرتبة الأولى س، د، ت، ؟

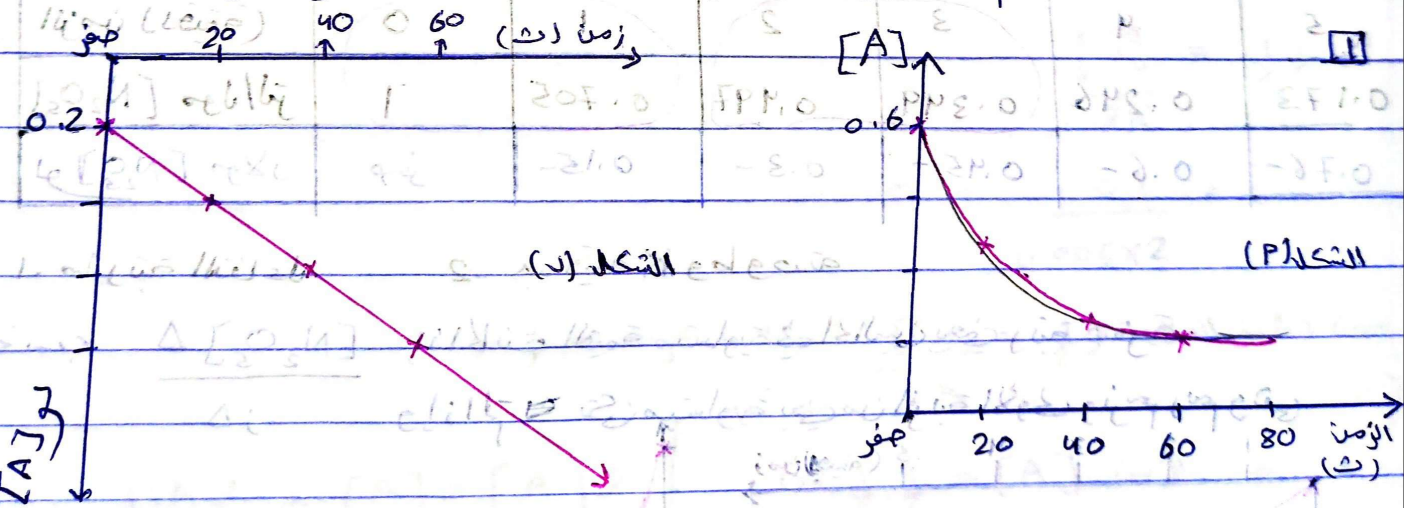
لأن وصفت K لتر<sup>-1</sup> / مول<sup>-1</sup> . ت ← لتر<sup>-1</sup> / مول<sup>-1</sup> . ت

وتبقى لك أورد أو غير

U / جبرية التفاعل ① وقيمة K ② وفترة نصف العمر للتفاعل ③

60	40	20	0	الزمن (ث)
0.178	0.267	0.4	0.6	[A] مول / لتر
0.749	0.573	0.397	0.221	لو [A]

← تأخذ الزمن من 3 منازلا ولا تختصر لأنه منطابق حسب الميل تحتاج لظهور أرقام صغيرة



من خلال الشكل (P)، (U) التفاعل من الرتبة الأولى



$$K = 2.3 \times \text{الميل} \quad [2]$$

$$\frac{[A] \Delta}{\Delta t} = \text{الميل}$$

$$= \frac{(0.221 - 0.397)}{20}$$

$$= -0.0088$$

$$K = -2.3 \times -0.0088 = 0.02036$$

$$= 0.02 \text{ ث}^{-1}$$

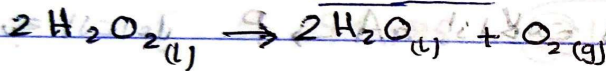
$$[3] \quad \frac{1}{2} = \frac{0.693}{K}$$

$$= \frac{0.693}{0.02} = 34.6 \text{ ثانية}$$

رتبة أولى

K

س / قيمة ثابت السرعة K للتفاعل أدناه يساوي 0.014 دقيقة



إذا كان تركيز  $\text{H}_2\text{O}_2$  الابتدائي يساوي 0.5 مول/لتر

1- احسب تركيز  $\text{H}_2\text{O}_2$  بعد 10 دقائق

2- ما مقدار الزمن اللازم حتى يصبح تركيز  $\text{H}_2\text{O}_2 = 0.1$  مول/لتر

3- ما مقدار الزمن اللازم حتى يتفكك نصف كمية  $\text{H}_2\text{O}_2$  ؟

$$[A]_t = [A]_0 e^{-kt}$$

$$[2] \quad \ln \frac{[A]_t}{[A]_0} = -kt \quad \ln \frac{0.1}{0.5} = -0.014 t$$

$$K = 0.014 \text{ دقيقة}^{-1}$$

2.3

$$[H_2O_2] = [H_2O_2]_0 e^{-kt}$$

$$[H_2O_2] = 0.35 \text{ مول/لتر}$$

$$[2] \quad \ln \frac{[H_2O_2]_t}{[H_2O_2]_0} = -kt$$

$$K = 0.0138 \text{ دقيقة}^{-1}$$

$$\frac{z \times 0.014}{2.3} = \frac{0.1}{0.5}$$

$$z \times 0.014 \neq \frac{0.69}{1}$$

$$\frac{2.3 \times 0.69}{0.014} = \frac{0.014}{0.014}$$

$$z = 114.8 \text{ دقيقة}$$

$$\frac{0.693}{K} = \frac{1}{2} z \quad [3]$$

$$\frac{0.693}{0.014} =$$

$$= 49.5 \text{ دقيقة}$$

u / اختر الإجابة الصحيحة :  
 1- ما رتبة التفاعل  $P \rightarrow aA$  إذا كانت قيمة  $z$  للتفاعل لا تعتمد على التركيز الابتدائي للمادة A ؟

- [ صفرية ، أولى ، ثانية ، ثالثة ]  
 تعتمد

2- عندما تكون سرعة التفاعل  $K[A]$  فإن العلاقة الخطية تنتج عند رسم  $\ln[A]$  في المصغرة الأولى لا يظهر الخط الأني اللوغاريتم في المصغرة سرعة التفاعل = K

- [ [A] مع الزمن ، K مع الزمن ، لو [A] مع الزمن ، [A] مع الزمن ]  
 x صفرية ، x ثالثة ، x ثانية ، x أولى

في الرتبة الأولى لا يظهر الخط الأني اللوغاريتم في المصغرة سرعة التفاعل = K

3- إذا كان ما تبقى من المتفاعل من الرتبة الأولى مساوي 87% من التركيز الابتدائي بعد عشر دقائق فإن قيمة K بوحدة دقيقة<sup>-1</sup> هي :

- [ 0.0138 ، 1.38 ، 0.138 ، 0.0138 ]

$$\frac{K \times 10}{2.3} = \frac{0.06}{1}$$

$$[A]_{0.87} = [A]$$

$$\frac{K}{2.3} = \frac{[A]}{[A]}$$

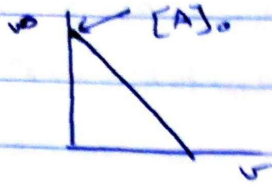
$$\frac{2.3 \times 0.06}{10} = \frac{K}{10}$$

$$\frac{10 \times K}{2.3} = \frac{[A]_{0.87}}{[A]}$$

$$K = 0.0138 \text{ دقيقة}^{-1}$$



4- إذا كان ثابت السرعة لتفاعل من الدرجة الصغرية يساوي  $0.005$  مول/لتر.د والتقاطع مع المحور الصادي يساوي  $0.1$  فإن عمر النصف يساوي ؟  $[A]_0$



$[100$  دقيقة ،  $10 \frac{د}{د}$  ،  $0.1$  ، لا شيء ]

$$\frac{[A]_0}{2k} = \frac{1}{2}$$

$$10 = \frac{0.1}{0.005 \times 2}$$

5- مارتبة التفاعل  $p \rightarrow q$  إذا كان عمر النصف يعطى بالعلاقة  $\frac{[A]_0}{2k} =$   $\rightarrow$  الاتي

أولى

6- احسب عمر النصف لتفاعل ثابت السرعة  $k$  لـ  $10 \times 6.76$   $\frac{د}{د}$  وتركيزه الابتدائي  $0.2$  مولار

$[147.9$  د ،  $512.5$  د ،  $1025$  د ،  $295.85$  د ]

$$\frac{0.693}{k} = \frac{1}{2}$$

$$1025 = \frac{0.693}{10 \times 6.76}$$

## أثر درجة الحرارة على سرعة التفاعل :

\* العلاقة بين درجة الحرارة وسرعة التفاعل (الحرية)

حيث كلما زادت درجة الحرارة يزداد ثابت السرعة  $K$  بالتالي تزداد سرعة التفاعل

\* يحدث التفاعل بين الجزيئات نتيجة التصادمات بين جزيئاتها ، ولكي يكون التصادم فعالاً

يجب توفر الشروط الآتية :

1- أن تمتلك الجزيئات المتصادمة حداً أدنى من الطاقة يسمى طاقة التنشيط

2- أن تكون الجزيئات المتصادمة ذات اتجاه مناسب لتكون الناتج

\* التصادم الفعال : هو التصادم الذي تتوفر فيه الحد الأدنى من  $E_a$  ويكون في اتجاه مناسب

لتكوين الناتج

\* طاقة التنشيط  $E_a$  : هي الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لبدء التفاعل

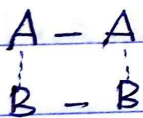
\* عند اقتراب مواد التفاعل من بعضها تتكون حالة انتقالية بين المواد تسمى "الحقبة المنتظمة"

\* الحقبة المنتظمة : بناء غير مستقر ذي حالة انتقالية بين المواد المتفاعلة والمواد الناتجة وله طاقة وضع عالية

حدس حدوث التصادم الفعال تتضاعف الروابط بين ذرات المواد المتفاعلة ويبدأ تكون روابط جديدة

بين هذه الذرات ، فيؤدي إلى تكوين بناء غير مستقر له طاقة وضع عالية يسمى الحقبة المنتظمة

والذي يتفكك ليكون الناتج



## نظرية التصادم وسرعة التفاعلات :

حسب نظرية الحركة الجزيئية والتي تخضع لتوزيع ماكسويل - بولتزمان للطاقة الحركية بمعين الشكلين

2020 ← المنظمة المظلمة : جزيئات لهاقتها الحركية تتساوي

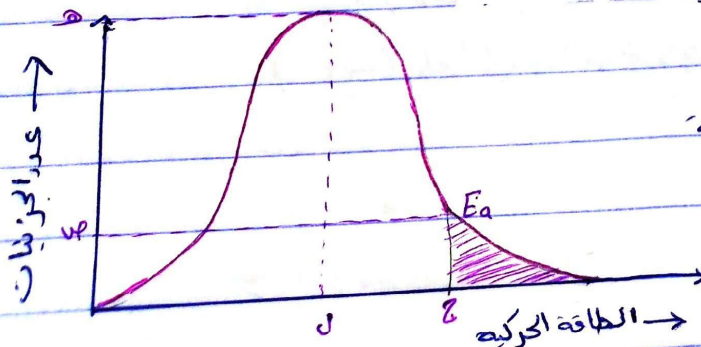
طاقة التنشيط أو أكبر منها

المنطقة الغير مظلمة : جزيئات من المواد المتفاعلة

لا تمتلك طاقة تنشيط فلا تدخل في التفاعل

$E_a$  : طاقة التنشيط

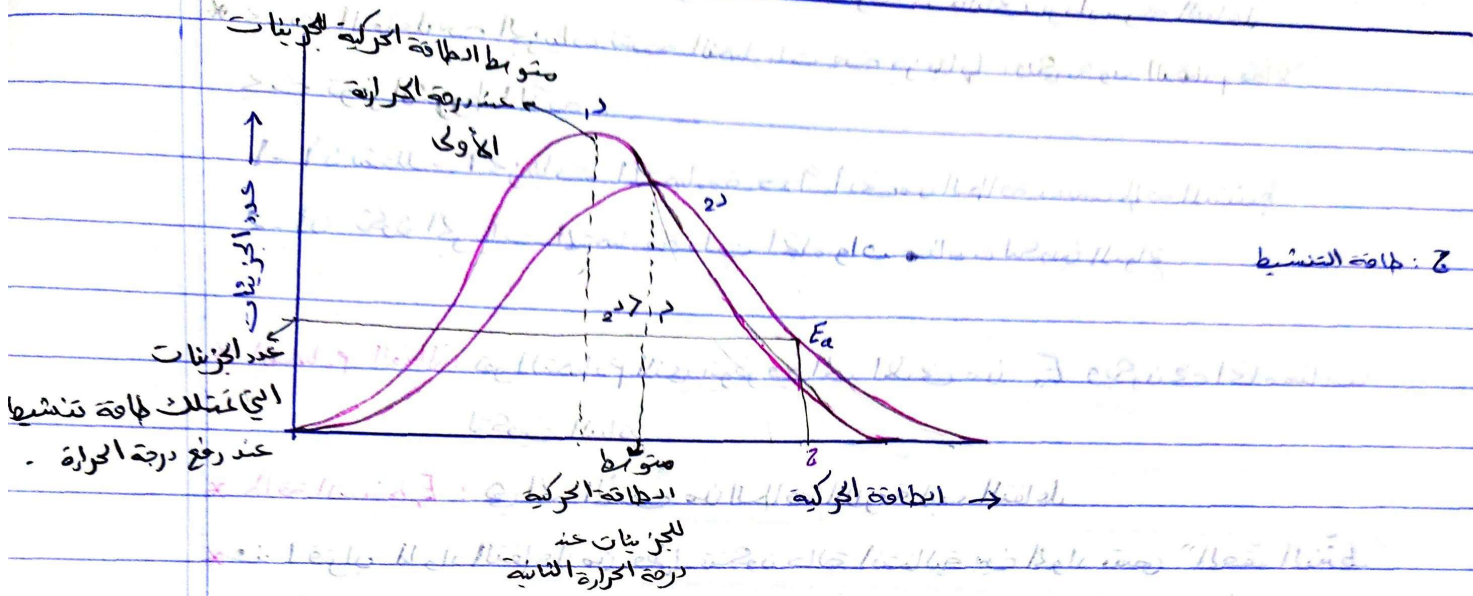
$v_p$  : عدد الجزيئات التي تمتلك  $E_a$





هـ : العتبة التنشيط

ل : متوسط الطاقة الحركية للجزيئات

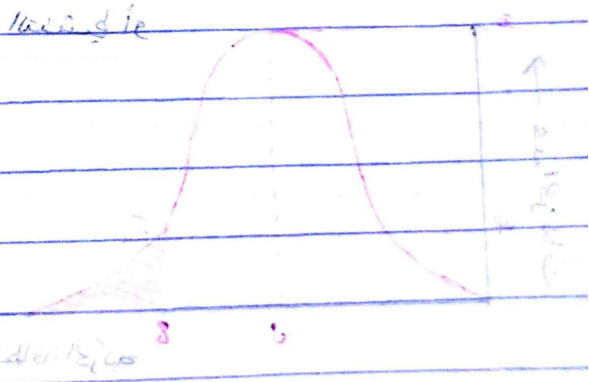
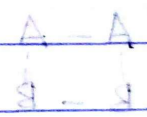


عند رفع درجة الحرارة : تزداد طاقة حركة الجزيئات وبالتالي يزداد الجزيئات التي تمتلك طاقة تنشيط مما يزيد عدد التصادمات الفعالة فتزداد سرعة التفاعل

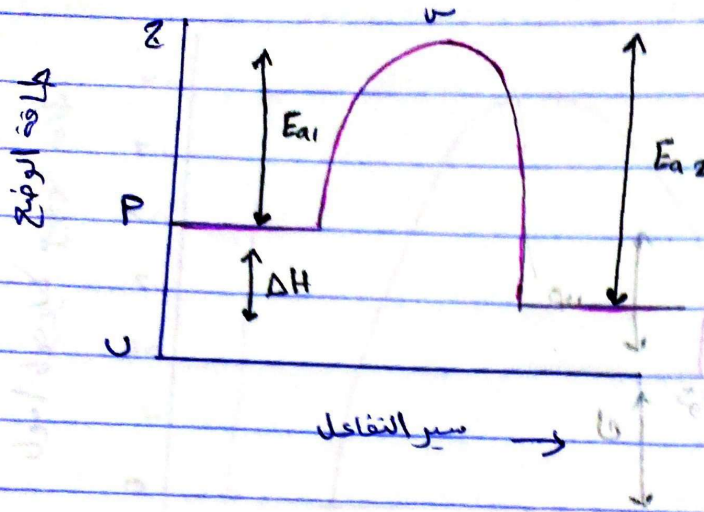
علل : تزداد سرعة التفاعل عند رفع درجة الحرارة ؟

لأنه عند رفع درجة الحرارة يزداد معدل الطاقة الحركية للجزيئات المتفاعلة فتزداد عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة تنشيط مما يزيد عدد التصادمات الفعالة فتزداد سرعة التفاعل

مثال : اللاعبين في مباراة كرة القدم



أدرس التفاعلات الآتية ثم أجب:



القريب دائماً متفاعلات  
والبعيد نواتج  
هذه التفاعلات تمتلك طاقة كبيرة  
طورت هذه الطاقة لتعطي النواتج  
∴ التفاعل طارد  
عند هذا المعنى التفاعلات الطاردة

ماذا تمثل كل من النور الآتي في التفسير: P طاقة وضع التفاعلات

ب: طاقة وضع النواتج

ز: طاقة وضع المعقد النشط

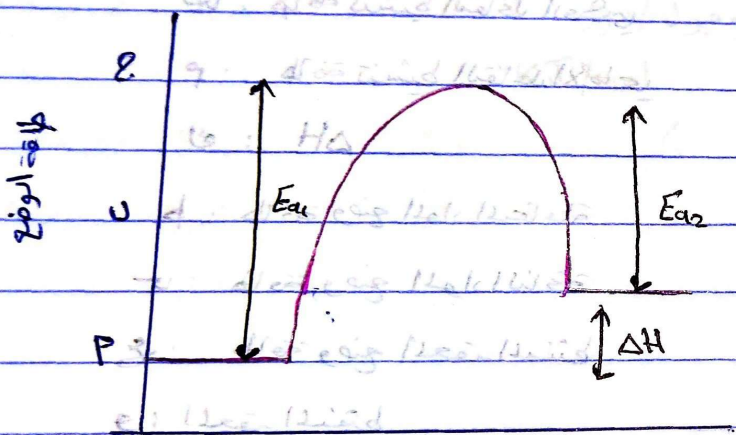
س: المعقد النشط

$E_{a1}$ : التفاعل الأمامي

$E_{a2}$ : التفاعل العكسي

$\Delta H$ : (-) التفاعل طارد

2- (+) تفاعل ماص



مسار التفاعل →

طاقة التفاعلات قليلة لذا هذه التفاعلات امتصت كل هذه الطاقة لتعطي هذه النواتج

∴ التفاعل ماص

عند هذا المعنى التفاعلات الماصة

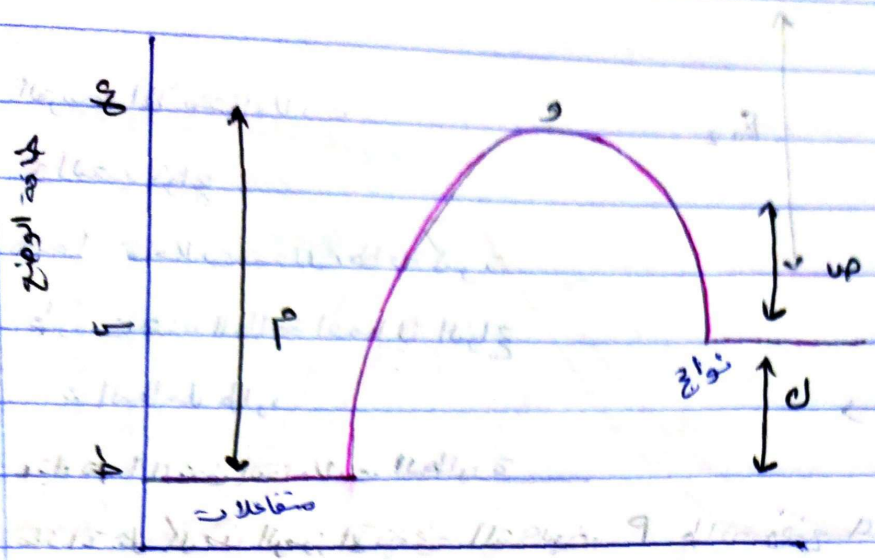
أي التفاعلات أسرع في كلا المنحنيين (التفاعل الأمامي أم العكسي)؟

الطارد: الأمامي أسرع من العكسي (الذي يملك طاقة تنشيط أقل أسرع)

الماص: العكسي أسرع من الأمامي



تعبّر الشكل التالي في كتب المصطلحات العلمية الدالة عليها الرموز الموضحة من الشكل :



→ مسار التفاعل

ص : طاقة تنشيط التفاعل العكسي

م : طاقة تنشيط التفاعل الأمامي

ن :  $\Delta H$

ط : طاقة وضع المواد المتفاعلة

س : طاقة وضع المواد الناتجة

ع : طاقة وضع المعقد المنشط

و : المعقد المنشط

تعبّر الشكل التالي في كتب المصطلحات العلمية :

هل التفاعل طارد أم ماص ؟

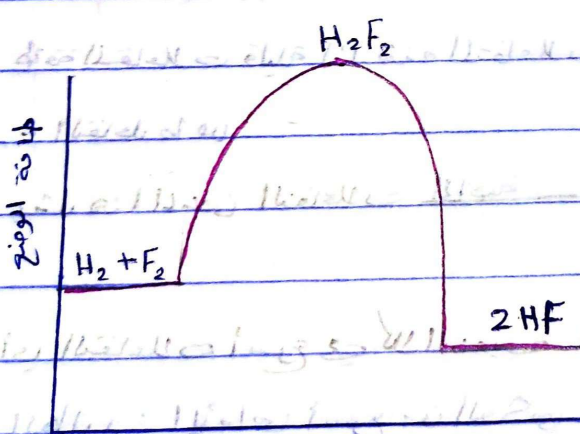
طارد

ما صيغة المعقد المنشط ؟

$H_2F_2$

لماذا أسهل حدوثاً : تكون HF أم تفككه ؟ مع ذكر السبب

تكون HF



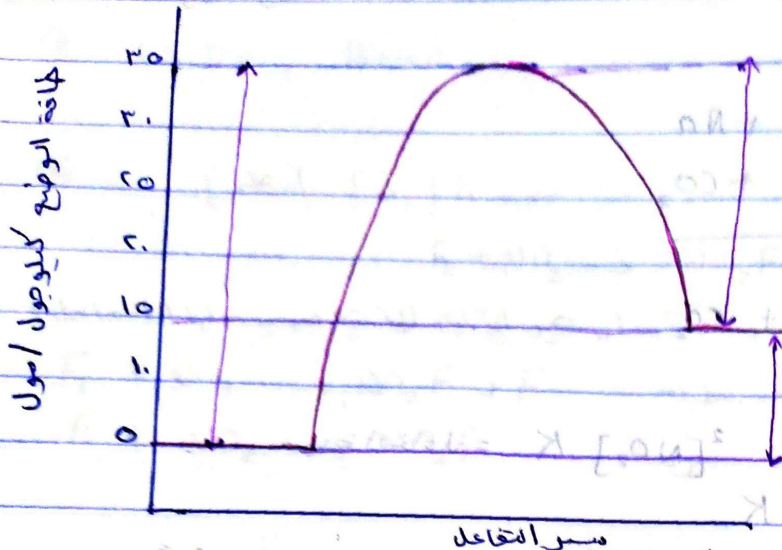
مسار التفاعل

لأن طاقة التنشيط للمواد المتفاعلة أقل

بقي التفاعل الأمامي أسرع من العكسي

$E_a$  للأمامي أقل من العكسي لذلك أسرع

المخطط الجاور يمثل التفاعل  $A + B \rightarrow C$  حدد من خلال المخطط قيمة كل من:



مسار التفاعل

- 1- طاقة وضع المواد المتفاعلة: 35 كيلوجول / مول
- 2- طاقة وضع المواد الناتجة: 5 كيلوجول / مول
- 3-  $\Delta H$  للتفاعل:  $5 - 15 = -10$  كيلوجول / مول
- 4- طاقة العتبة النشط: 35 كيلوجول / مول
- 5- طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي والعكسي:
  - الأمامي:  $35 - 5 = 30$
  - العكسي:  $15 - 35 = -20$

### آلية التفاعل:

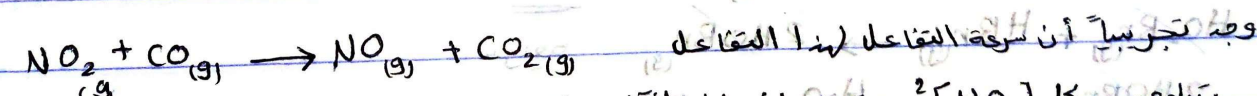
**تعريف:** مجموع الخطوات الأولية التي تمثل تتابع حدوث التفاعل

الخطوات التي تصف كيفية حدوث التفاعل تسمى كل خطوة فيها بالخطوة الأولية.

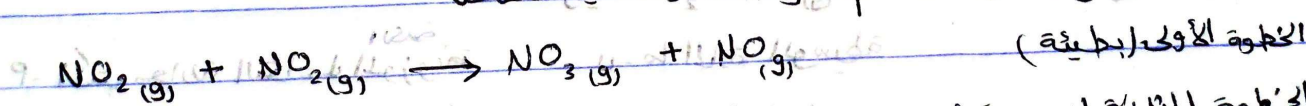
المادة الوسيطة: هي المادة التي تظهر في الخطوة الأولى وتستهلكها في الخطوة الثانية

اختر: المادة الوسيطة غير مستقرة ويستدل عليها عن طريق قياس إحدى خواصها الفيزيائية.

اختر: الخطوات الأولية متفاوتة في السرعة، والخطوة الأبطأ هي التي تحدد قانون سرعة التفاعل.

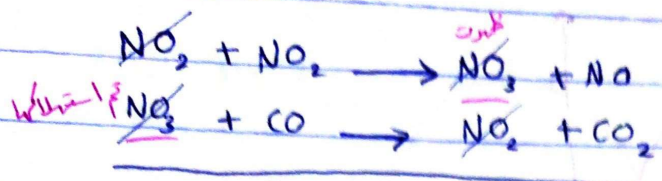


تساوي  $k[NO_2]^2$  وقد تم اقتراض الآلية الآتية للتفاعل





1. اكتب معادلة التفاعل الموزونة
2. ما المادة الوسيطة في خطوات التفاعل؟
3. اكتب قانون سرعة التفاعل
4. ما وحدة ثابت السرعة K لهذا التفاعل؟



③

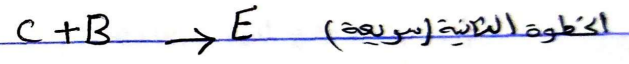
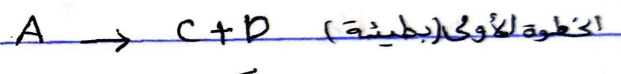
سرعة التفاعل =  $k [\text{NO}_2]^2$

④  $K = \text{لتر/مول.د} \cdot \text{د}^{-1} = \text{د}^{-1}$

وجد عملياً أن التفاعل بين المادتين A و B من الرتبة الأولى لكلا من المتفاعلين

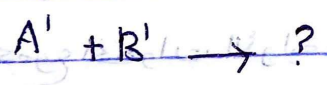
أي الآليتين الآتيتين هي الصحيحة؟

الآلية (P) الآلية (N)



$[B][A]K = v$

$[A]K = v$

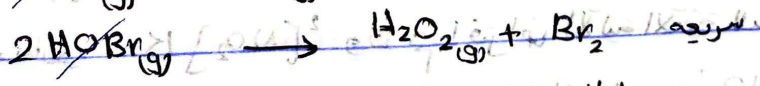


$[B][A]K = v$

الآلية (N) هي الصحيحة

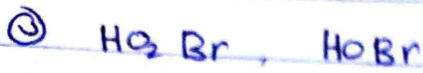
لأن قانون سرعة التفاعل متوافق مع التفاعل أعلاه

يتفاعل HBr مع O<sub>2</sub> وفق خطوات الآلية الآتية:



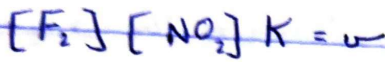
P- اكتب معادلة التفاعل الموزونة  
 N- ما المادة الوسيطة

اكتب قانون سرعة التفاعل



إذا وجد أن قانون السرعة للتفاعل  $\text{F}_2 + \text{NO}_2 \rightarrow 2 \text{NO}_2\text{F}$

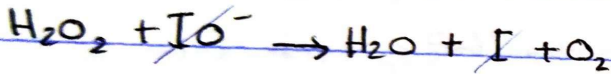
يساوي  $K [\text{NO}_2] [\text{F}_2]$  هل من الممكن أن تكون الآلية الآتية صحيحة لهذا التفاعل؟



الآلية صحيحة

يتفكك  $\text{H}_2\text{O}_2$  إلى  $\text{H}_2\text{O}$  و  $\text{O}_2$  بوجود جزيئين كيميائيين:  $\text{I}^-$  و  $\text{IO}^-$

2019



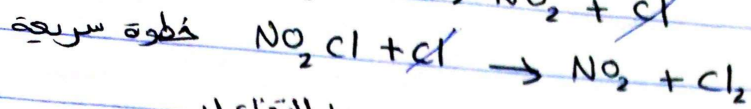
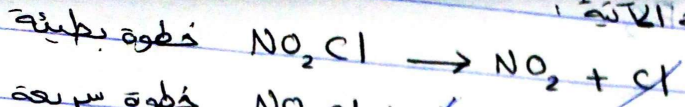
2 ما المادة (المواد) الوسيطة في خطوات التفاعل؟  
 اكتب معادلة التفاعل الكلية



ماذا يمثل الفرق بين طاقة الحفّز المنشط وطاقة التنشيط على مستوى سير التفاعل للتفاعل؟  
 طاقة المواد المتفاعلة



إذا علمت أن تفاعل ما يحدث وفقاً الآلية الآتية



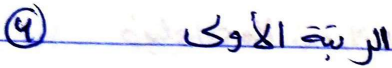
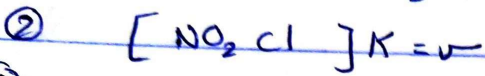
2- أوجد قانون سرعة هذا التفاعل

1- اكتب معادلة هذا التفاعل

4- طارئة هذا التفاعل

3- ط المادة الوسيطة

5- إذا علمت أن عمر النصف لهذا التفاعل 34.65 ث. أوجد قيمة  $k$  ووحدة ثابت سرعة



5)  $\frac{0.693}{k} = \frac{1}{2}$

$$k = \frac{0.693}{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{34.65} = 0.02$$

سنة الورود من اختر رمز الإجابة الصحيحة.

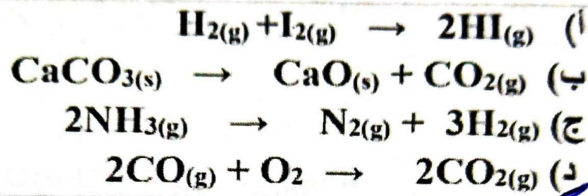
2019 (1) ما الصيغة الرياضية لقانون الديناميكا الحرارية الثاني

(أ)  $\Delta S_{univ} = \text{صفر}$  (ب)  $\Delta G_{univ} = \text{صفر}$  (ج)  $\Delta S_{univ} < \text{صفر}$  (د)  $\Delta G_{univ} < \text{صفر}$ 

2020 1. ماذا يحدث للعشوائية عندما ينصهر الجليد ؟

(أ) تزداد (ب) تقل (ج) تبقى ثابتة (د) تصبح صفراً

2019 2. أي التالية يصاحبه نقصان بالعشوائية ؟

(1) أي من الآتية صحيح فيما يتعلق بنظام المتزن  $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$  ؟(أ)  $T \Delta S > \Delta H$ (ب)  $T \Delta S < \Delta H$ (ج)  $T \Delta S = \Delta H$ (د)  $\Delta H = \Delta S$ 

$$\Delta S T - \Delta H = \Delta G$$

$$\Delta S T - \Delta H = 0$$

$$\Delta H = \Delta S T$$

2020 (2) أي التغييرات الآتية يكون سالباً دائماً عند حدوث التفاعل التلقائي ؟

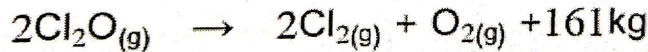
(أ) الطاقة الداخلية

(ب) المحتوى الحراري

(ج) الطاقة الحرة

(د) العشوائية

(3) أي العبارات الآتية صحيحة فيما يتعلق بالتفاعل الآتي

(أ)  $\Delta G < \text{صفر}$  عند جميع درجات الحرارة(ب)  $\Delta G > \text{صفر}$  عند جميع درجات الحرارة تلقائياً(ج)  $\Delta G > \text{صفر}$  عند درجات الحرارة المرتفعة،  $\Delta G < \text{صفر}$  عند درجات الحرارة المنخفضة(د)  $\Delta G > \text{صفر}$  عند درجات الحرارة المنخفضة،  $\Delta G < \text{صفر}$  عند درجات الحرارة المرتفعةتفاعل طارد  $\Delta H - \Delta H > 0$ زاد عدد الجزيئات  $\Delta S + \Delta S < 0$  $\Delta G > 0$  تلقائياً عند جميع درجات الحرارة



4) أي الشروط الآتية تجعل عملية ما تلقائية عند جميع درجات الحرارة؟

ب)  $\Delta H > 0$  ,  $\Delta S < 0$

أ)  $\Delta S > 0$  ,  $\Delta H > 0$

د)  $\Delta S < 0$  ,  $\Delta H < 0$

ج)  $\Delta S > 0$  ,  $\Delta H < 0$

5) أي العبارات الآتية صحيحة فيما يتعلق بالتفاعل الآتي  $F_2(g) \rightarrow 2F(g)$  ؟  $\Delta H^+$   $\Delta S^+$

ب) تلقائي عند درجات الحرارة المرتفعة

أ) غير تلقائي عند جميع درجات الحرارة

د) تلقائي عند جميع درجات الحرارة

ج) تلقائي عند درجات الحرارة المنخفضة

6) إذا كانت قيم  $\Delta S$  ,  $\Delta H$  موجبة لتفاعل ما كيف يكون هذا التفاعل؟

ب) تلقائي عند جميع درجات الحرارة

أ) غير تلقائي عند درجات الحرارة المنخفضة

د) غير تلقائي عند جميع درجات الحرارة

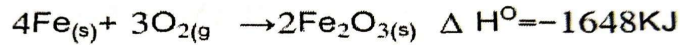
ج) تلقائي عند درجات الحرارة المرتفعة

7) ما وحدة طاقة جيبس الحرة

أ) كيلو جول / مول ب) كيلو جول ج) مول/جول.كلفن د) جول/مول.كلفن

تفاعل ما ماركس  
الطاقة  $\Delta H < 0$   
زاد عند بوقت التفاعل  
2019

1. احسب  $\Delta G^\circ$  عند درجة حرارة 298 كلفن للتفاعل

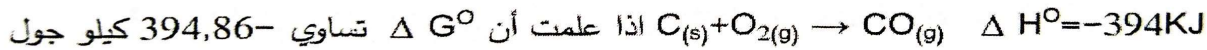


علماً بأن  $S^\circ$  لـ  $Fe(s) = 27,8$  جول/مول. كلفن و  $S^\circ$  لـ  $O_2(g) = 205$  جول/مول. كلفن و  $S^\circ$  لـ

$Fe_2O_3(s) = 87,4$  جول/مول. كلفن

2020

2. يتم تحضير غاز ثاني اكسيد الكربون 298 كلفن حسب المعادلة الآتية



و  $S$  لـ  $C(s) = 5,7$  جول/مول و  $S$  لـ  $O_2(g) = 205$  جول/مول. أجب عما يأتي:

أ. هل يحدث هذا التفاعل بشكل تلقائي؟. فسر اجابتك.

ب. احسب قيمة  $S$  للغاز  $CO_2$ .

2020

3. احسب  $\Delta G$  عند 298 كلفن للتفاعل الآتي



إذا علمت ان  $S$  لـ  $N_2H_4 = 121,5$  ,  $NH_3 = 192,5$  ,  $H_2 = 130,6$  جول/مول كلفن

4. يتأكسد الايثانول حسب المعادلة الآتية



إذا كانت قيمة التغيير في العشوائية  $(\Delta S)$  = 114,2 جول/مول. كلفن احسب قيمة التغيير

في الطاقة الحرة  $(\Delta G)$  عند  $(25^\circ \text{ C})$

2019

س١:  $\Delta S = 3 S^\circ \text{ نواتج} - 3 S^\circ \text{ متفاعلات}$

$$(Fe S^\circ \times 4 + O_2 S^\circ \times 3) - (Fe_2O_3 S^\circ \times 2) =$$

$$(27.8 \times 4 + 205 \times 3) - (87.4 \times 2) =$$

$$(-111.2 + 615) - 174.8 =$$

$$30.80 - (87.4 \times 2) - 174.8 =$$

$$27.8 \times 4 + 205 \times 3 - 174.8 =$$

جول / كلفن 551.4 - =

كيلو جول / كلفن 0.5514 - =

$$\Delta S T - \Delta H = \Delta G$$

$$(0.5514 \times 298) - 1648 =$$

$$164.3 + 1648 =$$

$$-1483.6 \text{ KJ} =$$

س٢: P- نعم لأن  $\Delta G$  سالبة

$$\Delta S T - \Delta H = \Delta G$$

$$(0.86 \times 298) - 394 = 394.86 -$$

$$0.86 = \Delta S$$

$$\Delta S = 2.88 \times 10^{-3} \text{ كيلو جول / كلفن}$$

$$2.88 \text{ جول / كلفن} =$$

س٣:  $\Delta S = 3 S^\circ \text{ نواتج} - 3 S^\circ \text{ متفاعلات}$

$$(N_2 H_4 S^\circ + H_2 S^\circ) - (NH_3 S^\circ \times 2) =$$

$$(121.5 + 130.6) - (192.5 \times 2) =$$

$$252.1 - 385 =$$

$$132.9 \text{ جول / كلفن} = 0.1329 \text{ كيلو جول / كلفن}$$

$$\Delta S T - \Delta H = \Delta G$$

$$(0.1329 \times 298) - 18 =$$

$$39.6 - 18 =$$

$$-57.6 \text{ كيلو جول} =$$



$$KJ \quad 68.95 = \Delta H \quad \text{كلفن} \quad 114.2 = \Delta S$$

$$298 \text{ كلفن} = 273 + 25 = T$$

$$\Delta H = \Delta G$$

$$- (10 \times 114.2 \times 298) - 68.95 =$$

$$- 342.97 - 68.95 =$$

$$= -411.92$$

$$\Delta A = \Delta H - T \Delta S$$

$$= -411.92 - (298 \times -114.2)$$

$$= -411.92 + 34031.6$$

$$= 33619.68$$

$$\Delta A = 46 = T \Delta S$$

$$-25.1 \text{ KPS} = -1 \text{ KPS} - (2 \text{ KPS} \times \Delta S)$$

$$2 \text{ KPS} = 22.0$$