

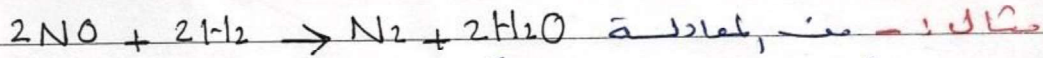
* رتبة التفاعل *

وهي مجموع أسس تراكيز المواد الفاعلة في قانون سرعة التفاعل.
 أو تعرف مع الأس الذي ترفع له تراكيز المواد المتفاعلة في التفاعل عند فترة زمنية معينة.

$$\text{rate} = k [A]^x [B]^y$$

$$n = x + y \text{ رتبة التفاعل}$$

حيث يجب الحصول من رتبة التفاعل عملياً ولا يمكن الحصول عليها بسهولة النظرية معادلة التفاعل للتصاير حيث ليس لها علاقة بمعاملات المواد (بدمولاتها) في معادلة التفاعل المتوازنة.



أم ب رتبة التفاعل لكل مادة في المعادلة أعلاه ثم الرتبة الكلية للتفاعل بالاعتماد على التفاعل والاسية:

التجربة	1	2	3
[H ₂]	0.2	0.2	0.4
[NO]	0.2	0.4	0.2
rate mol.l ⁻¹ .s ⁻¹	3.2 × 10 ⁻³	1.28 × 10 ⁻²	6.4 × 10 ⁻³

الكل - معرفة رتبة المادة فأننا نغير في التجربة من تركيزها ونسبة تركيز المادة الأخرى.

1- ابرتيق لبقامل لكارة (NO)

$$\text{rate} = k [\text{NO}]^x \cdot [\text{H}_2]^y$$

بقأخذ رعي لبقامل للتجربين (1, 2) دالي بتغير فيها تركيز [NO] من (0.2 ← 0.4) مع ثبوت تركيز (H₂) عند (0.2).

$$\text{rate} = k [\text{NO}]^x \cdot [\text{H}_2]^y$$

$$1.28 \times 10^{-2} = k \times (0.4)^x \times (0.2)^y \dots (1)$$

$$3.2 \times 10^{-3} = k \times (0.2)^x \times (0.2)^y \dots (2)$$

$$\frac{1.28 \times 10^{-2}}{3.2 \times 10^{-3}} = \frac{k (0.4)^x \times (0.2)^y}{k (0.2)^x \times (0.2)^y}$$

$$\frac{0.0128}{0.0032} = \left(\frac{0.4}{0.2} \right)^x$$

$$\left[4 = 2^x \right] \times 10$$

$$2^2 = 2^x$$

$$2^2 = 2^x \Rightarrow x = 2$$

عند أخذ التجربين (1, 3) نلاحظ بأن تركيز [H₂] تغير من [0.2 ← 0.4] مع بقا تركيز [NO] ثابت

$$6.4 \times 10^{-3} = k (0.4)^y \times (0.2)^x \dots (1)$$

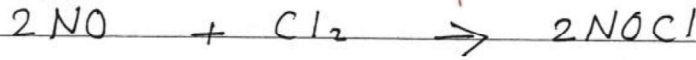
$$3.2 \times 10^{-3} = k (0.2)^y \times (0.2)^x \dots (2)$$

$$\frac{6.4 \times 10^{-3}}{3.2 \times 10^{-3}} = \frac{k (0.4)^y \times (0.2)^x}{k (0.2)^y \times (0.2)^x}$$

$$2 = 2^y \Rightarrow y = 1$$

$$n = 2 + 1 = 3 \quad \text{rate} = k [\text{NO}]^2 [\text{H}_2]$$

مثال واجب : أصب رتبة لتفاعل للمادة في معادله لتفاعل للمادة
الموزونة ثم أصب رتبة لتفاعل للتفاعل ~~الموزونة~~ كتابة
ماتحت لدرجة للتفاعل أدناه : من البيانات الآتية :



التجربة	1	2	3
$[NO] \text{ mol. L}^{-1}$	0.38	0.38	0.76
$[Cl_2] \text{ mol. L}^{-1}$	0.38	0.76	0.76
rate $(\text{mol. L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1})$	5×10^{-3}	1×10^{-2}	4×10^{-2}

$$\text{rate} = k [NO]^x [Cl_2]^y \quad \text{الكل : -}$$

أخذ التجريبتين (2 و 3) بحذ أن تتركز $[Cl_2]$ ثابتة وتتركز $[NO]$
متغير من (0.38 ← 0.76)

$$4 \times 10^{-2} = k [0.76]^x \cdot [0.76]^y \quad \dots (1)$$

$$1 \times 10^{-2} = k [0.38]^x \cdot [0.76]^y \quad \dots (2)$$

بقسمة معادلة (1) على (2) نحصل :

$$\frac{4 \times 10^{-2}}{1 \times 10^{-2}} = \frac{k [0.76]^x \cdot [0.76]^y}{k [0.38]^x \cdot [0.76]^y}$$

$$4 = 2^x \Rightarrow 2^2 = 2^x \Rightarrow x = 2$$

أخذ التجريبتين (1 و 2) فإن تتركز $[NO]$ ثابتة وتتركز $[Cl_2]$ متغيرة
(0.38 ← 0.76)

$$1 \times 10^{-2} = k [0.38]^x \cdot [0.76]^y$$

$$5 \times 10^{-3} = k [0.38]^x \cdot [0.38]^y$$

$$\frac{1 \times 10^{-2}}{5 \times 10^{-3}} = \frac{k [0.38]^x \cdot [0.76]^y}{k [0.38]^x \cdot [0.38]^y}$$

$$2 = 2^y \Rightarrow y = 1$$

$$\therefore n = 2 + 1 = 3 \quad \text{rate} = k [NO]^2 [Cl_2]$$

مثال ١: من المعطيات التجريبية للتفاعل الآتي:



Exp.	1	2	3
[NO]	5×10^{-3}	15×10^{-3}	15×10^{-3}
[H ₂]	2.5×10^{-3}	2.5×10^{-3}	10×10^{-3}
rate (mol.l ⁻¹ .s ⁻¹)	3×10^{-5}	9×10^{-5}	3.6×10^{-4}

أصب (١) سرعة التفاعل لكل مادة تم التجربة الآتية:

(٢) ثابت سرعة التفاعل

(٣) قانون سرعة التفاعل

ملاحظة: لحساب ثابت السرعة نأخذ قانون السرعة العام ثم نعوض القيم من أحد التجارب بحسابنا K

الحل: - نأخذ التجريبتين (١, ٢) حيث يكون [H₂] ثابتة ونترك [NO] متغير.

$$\text{rate} = k [\text{NO}]^x \cdot [\text{H}_2]^y$$

$$9 \times 10^{-5} = k [15 \times 10^{-3}]^x \cdot [2.5 \times 10^{-3}]^y \quad (1)$$

$$3 \times 10^{-5} = k [5 \times 10^{-3}]^x \cdot [2.5 \times 10^{-3}]^y \quad (2)$$

$$\frac{9 \times 10^{-5}}{3 \times 10^{-5}} = \frac{k [15 \times 10^{-3}]^x \cdot [2.5 \times 10^{-3}]^y}{k [5 \times 10^{-3}]^x \cdot [2.5 \times 10^{-3}]^y}$$

$$3 = 3 \Rightarrow x = 1$$

نأخذ التجريبتين (٢, ٣) حيث يكون [NO] ثابتة ونترك [H₂] متغير.

$$3.6 \times 10^{-4} = k [15 \times 10^{-3}]^x \cdot [10 \times 10^{-3}]^y \quad (1)$$

$$9 \times 10^{-5} = k [15 \times 10^{-3}]^x \cdot [2.5 \times 10^{-3}]^y \quad (2)$$

$$\frac{3.6 \times 10^{-4}}{9 \times 10^{-5}} = \frac{k [15 \times 10^{-3}]^x \cdot [10 \times 10^{-3}]^y}{k [15 \times 10^{-3}]^x \cdot [2.5 \times 10^{-3}]^y}$$

$$4 = 4^y \Rightarrow y = 1$$

$$n = x + y$$

$$= 1 + 1 = 2 \quad \therefore n = 2$$

$$\text{rate} = k [\text{NO}] [\text{H}_2]$$

ملاحظة: - كتاب قيمة ثابت سرعة (k) نعوض بقيم أحد المتغيرات
وذلك لتجربة (1).

$$\text{rate} = k [\text{NO}] [\text{H}_2]$$

$$3 \times 10^{-5} = k [5 \times 10^{-3}] [2.5 \times 10^{-3}]$$

$$\therefore k = \frac{3 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}}{5 \times 10^{-3} \times 2.5 \times 10^{-3} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^2} = \frac{3 \times 10^{-5}}{12.5 \times 10^{-6}}$$

$$\therefore k = 2.4 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{s}$$

مثال: - إذا كان لدينا التفاعل الآتي: $A \rightarrow B$
عند مضاعفة التركيز مرتين سوف تتضاعف سرعة التفاعل
مرتين، فما مرتبة التفاعل للمادة A؟

الحل: - نفرض أن قانون سرعة التفاعل (1) ... $\text{rate} = k[A]^x$
عند مضاعفة التركيز تتضاعف سرعة التفاعل مرتين ويصبح كالآتي:

$$2 \text{ rate} = k (2[A])^x \quad \dots (2)$$

نقسم المعادلة (2) على (1) نحصل على:

$$\frac{2 \text{ rate}}{\text{rate}} = \frac{k(2)^x \cdot x[A]^x}{k[A]^x}$$

$$2 = 2^x \quad \Rightarrow \quad x = 1$$

المرتبة التفاعل للمادة [A] هي المرتبة الأولى وعليه فإن قانون سرعة

$$\text{rate} = k[A]$$

مثال: واجب

إذا كان لدينا لتفاعل الآتي: $A \rightarrow B$ عند مضاعفة التركيز مرتين سوف تتضاعف سرعة التفاعل أربع مرات، فما رتبة التفاعل للمادة (A)؟

الحل: - نترضن بأن قانون سرعة لتفاعل (1) $rate = k[A]^x$ عند مضاعفة التركيز مرتين تتضاعف سرعة أربع مرات

$$4 \text{ rate} = k(2[A])^x \dots (2)$$

لنقيسها بالمعادلة (2) على (1) نجد:

$$\frac{4 \text{ rate}}{\text{rate}} = \frac{k(2)^x \cdot [A]^x}{k \cdot [A]^x}$$

$$4 = 2^x \Rightarrow 2^2 = 2^x$$

$$\therefore x = 2$$

∴ رتبة التفاعل للمادة (A) هي الدرجة الثانية وعليه فإن قانون السرعة يأخذ:

$$rate = k[A]^2$$

ملاحظة مهمة: يؤدي

① عندما تضاعف التركيز لمادة ما إلى مضاعفة سرعة التفاعل (مرتين) فإن رتبة التفاعل بالنسبة لهذه المادة تكون من الدرجة الأولى.

② عندما يؤدي مضاعفة التركيز لمادة ما إلى مضاعفة سرعة التفاعل (أربع مرات) فإن رتبة التفاعل بالنسبة لهذه المادة تكون من الدرجة الثانية.

③ عندما يؤدي مضاعفة التركيز لمادة ما إلى مضاعفة سرعة التفاعل (ثمان مرات) فإن رتبة التفاعل بالنسبة لهذه المادة تكون من الدرجة الثالثة. أثبت ذلك؟

مثال :- راجع

سبب إذا كان لديك لتفاعل الآتي: $A \rightarrow B$

عند مضاعفة تركيز المادة (A) تزداد سرعة التفاعل ثمان مرات.

الكل :-

$$\text{rate} = k[A]^x \quad (1)$$

$$8 \text{ rate} = k(2[A])^x \quad (2)$$

بقيمة متادلة (2) على (1) نحصل:

$$\frac{8 \text{ rate}}{\text{rate}} = \frac{k \cdot (2)^x [A]^x}{k \cdot [A]^x}$$

$$\therefore 8 = 2^x \Rightarrow 2^3 = 2^x$$

$$\therefore x = 3$$

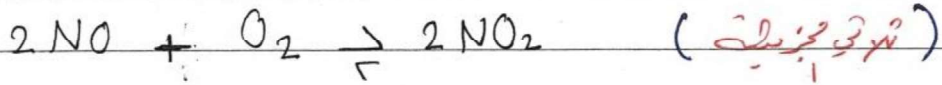
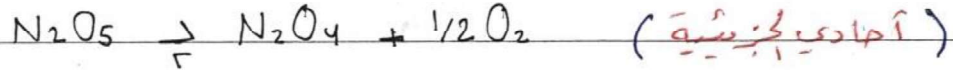
رتبة التفاعل للمادة [A] هي الرتبة الثالثة

$$\text{rate} = k[A]^3$$

م. ه. م

هرضية التفاعل :- هي عدد الآلي للجزيئات المختلفة المشاركة في التفاعل ولا يمكن تغييرها ما لم يتم معرفة طبيعة كنفوات التي يمر بها التفاعل الكيميائي لتكوينه لنواتج.

حيث تسمى التفاعلات التي تتم فيها هرضية واحدة فقط (بالتفاعلات أحادية الجزيئية)، بينما تسمى التفاعلات التي تتم فيها جزيئين متساويين (تفاعلات ثنائية الجزيئية)، أما إذا اشركت ثلاثة جزيئات في التفاعل فتسمى تفاعل التفاعل بتدري الجزيئية. مثال ذلك التفاعلات الآتية:



* منه المعادلات أعلاه تبين بأن رتبة تكون مادة K_p جزيئية لتفاعل.

* ولكن هناك حالات لا تتطابق فيها جزيئية لتفاعل مع رتبة لتفاعل ومنها
عند مشاركة الماء كذيب لبعض التفاعلات، فلهذا لا يتأثر ترتيبه إجمالي مقارنة
مع تركيز المواد المتفاعلة من الأخرى؛ حيث يكون لتفاعل ثنائي الجزيئية
لكنه من الرتبة الأولى البسيطة.



* لذا تعتبر جزيئية لتفاعل منه المفاهيم المهمة في دراسة كينيتيكا لتفاعل
تأذا نظراً إلى مفهوم أن جميع التفاعلات تحدث مروراً بحالة انتقالية
(مركب نشط) لذا فإن الجزيئية تعرفهم أيضاً؛ **عدد الجزيئات (ذرات
أو أيونات) اللازمة لتكوين المعقد النشط** أي أنها مجموع أعداد الجزيئات
الداخلية في التفاعل طبقاً لمعادلة التفاعل البسيطة. لذا يجب معرفة
ميكانيكية لتفاعل أو على الأقل افتراضها عند الجزيئية لتفاعل.

ملاحظة 1: - أن معظم التفاعلات الكيميائية الأولية تكون أحادية أو ثنائية
الجزيئية. ولكن هناك بعض التفاعلات تستعمل على تفاعل
جزيئات تتصادم مع بعضها مكونة ثنائية الجزيئية ولكن هذا
يكون نادراً. لأن تصادم ثلاث جزيئات (ذرات أو أيونات)
يحتاج منها طاقة وتحتاج إلى وضع مناسب للترتيب في نفس
اللحظة لذلك تكون غير مستقلة الحدوث.

٥ تكون قيمة جزيئية لتفاعل دائماً رقماً صحيحاً ولا تساوي صفراً.