تحديد رتبة التفاعل من السرعة الابتدائية

تحدد سرعة التفاعل من خلال ملاحظة العلاقة بين تضاعف تركيز المادة المتفاعلة وتضاعف السرعة الابتدائية.

سؤال 1 :

الجدول التالي يمثل تغير التركيز للتفاعل: $N_2O_{5(g)} \rightarrow 4NO_{2(g)} + O_{2(g)}$ في تجربتين مختلفتين.

رقم التجربة	تركيز N_2O_5 الابتدائي (M)	السرعة الابتدائية لتحلل N_2O_5 ($M.s^{-1}$)
1	0.6	3×10^{-6}
2	1.2	6×10^{-6}

1- أكتب قانون السرعة العام.

$$R = k\,[N_2O_5]^X$$

2- أحدد رتبة التفاعل.

أقارن تركيز N_2O_5 في التجربتين (1) و (2)، حيث ألاحظ أن تركيز N_2O_5 تضاعف مرتين:

$$1.20.6 = 2$$

وفي المقابل تضاعفت السرعة مرتين:

$$6 \times 10\text{-}63 \times 10\text{-}6 = 2$$

فالتفاعل من الرتبة الأولى (1).

3- أكتب قانون السرعة.

يكتب قانون السرعة بعد تحديد قيمة الرتبة كالآتي:

$$R = k\,[N_2O_5]^1$$

4- أحسب قيمة ثابت سرعة التفاعل k .

kالحساب ثابت سرعة التفاعل نعوض التركيز والسرعة لأي من التجربتين الواردتين في الجدول في قانون السرعة، فمثلاً يمكن تعويض القيم الخاصة بالتجربة الأولى على النحو التالي:

$R = k\,[N_2O_5]^1$

$3 \times 10^{-6} = k\,[6 \times 10^{-1}]^1$

$k = 5 \times 10^{-6}\ s^{-1}$

5- أحسب سرعة التفاعل عندما يكون تركيز N_2O_5 يساوي 1.5×10^{-3} M

نعوض التركيز المعطى في السؤال في قانون السرعة كالآتي:

$R = k\,[N_2O_5]^1$

$R = 5 \times 10^{-6} \times 1.5 \times 10^{-3} = 7.5 \times 10^{-9}\ M.s^{-1}$

6- إذا تضاعف $[N_2O_5]$ أربع مرات، فكم تتضاعف سرعة التفاعل؟

4) $[N_2O_5]$بما أن التفاعل من الرتبة الأولى، لذا فإن مضاعفة) مرات سيضاعف سرعة التفاعل (4) مرات.

سؤال 2 :

$A \rightarrow B$في التفاعل الافتراضي الآتي: . تم جمع البيانات في الجدول الآتي:

رقم التجربة	[A] M	السرعة الابتدائية ($M.s^{-1}$)
1	0.2	1.6×10^{-9}
2	0.4	6.4×10^{-9}
3	0.6	1.44×10^{-8}

1- ما رتبة التفاعل بالنسبة للمادة A ؟

Aأقارن تركيز في التجربتين (1) و (2)، حيث ألاحظ أن تركيز A تضاعف مرتين:

$0.40.2 = 2$

وفي المقابل تضاعفت السرعة (4) مرتين:

$6.4 \times 10^{-9} - 1.6 \times 10^{-9} = 4$

فالتفاعل من الرتبة الثانية (2).

2- أكتب قانون سرعة التفاعل.

يكتب قانون السرعة بعد تحديد قيمة الرتبة كالآتي:

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

3- أحسب قيمة k ، مع ذكر وحدته.

kلحساب ثابت سرعة التفاعل نعوض التركيز والسرعة لأي من التجارب الواردة في الجدول في قانون السرعة، فمثلاً يمكن تعويض القيم الخاصة بالتجربة الأولى على النحو التالي:

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

$$1.6 \times 10^{-9} = k [2 \times 10^{-1}]^2$$

$$k = 4 \times 10^{-8} \ M.s$$

4- أحسب سرعة التفاعل إذا كان $[A] = 0.03 \ M$

نعوض التركيز المعطى في السؤال في قانون السرعة كالآتي:

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

$$R = 4 \times 10^{-8} \times (3 \times 10^{-2})^2 = 3.6 \times 10^{-11} \ M.s^{-1}$$

سؤال 3 :

الجدول التالي يمثل تغير التركيز للتفاعل: $2A \rightarrow B + 3C$

رقم التجربة	تركيز A (M)	R (M/s)
1	0.01	2×10^{-3}
2	0.02	8×10^{-3}
3	0.04	32×10^{-3}
4	؟؟	128×10^{-3}

1- ما رتبة التفاعل السابق؟

أقارن تركيز A في التجربتين (1) و (2)، حيث ألاحظ أن تركيز A تضاعف مرتين:

$$\frac{0.02}{0.01} = 2$$

وفي المقابل تضاعفت السرعة (4) مرات:

$$\frac{8 \times 10^{-3}}{32 \times 10^{-3}} = 4$$

فالتفاعل من الرتبة الثانية (2).

2- أكتب قانون سرعة التفاعل.

يكتب قانون السرعة بعد تحديد قيمة الرتبة كالآتي:

$$R = k\,[A]^2$$

3- أحسب قيمة ثابت السرعة k مع ذكر وحدته.

لحساب ثابت سرعة التفاعل k نعوض التركيز والسرعة لأي من التجارب الواردة في الجدول في قانون السرعة، فمثلاً يمكن تعويض القيم الخاصة بالتجربة الأولى على النحو التالي:

$$R = k\,[A]^2$$

$$2 \times 10^{-3} = k\,[1 \times 10^{-2}]^2$$

$$k = 20\ M.s$$

4- أحسب سرعة التفاعل عندما يكون $[A] = 0.5\ M$

نعوض التركيز المعطى في السؤال في قانون السرعة كالآتي:

$R = k\,[A]^2$

$R = 20 \times (0.5)^2 = 20 \times 0.25 = 5\ M.s^{-1}$

5- كم تتضاعف سرعة التفاعل إذا تضاعف 4 [A] مرات؟

4) [A]بما أن التفاعل من الرتبة الثانية، لذا فإن مضاعفة) مرات سيضاعف سرعة التفاعل (16) مرّة.

6- كم يبلغ [A] في التجربة رقم (4)؟

أقارن سرعة التفاعل في التجربتين (3) و (4)، حيث ألاحظ أن السرعة تضاعفت (4) مرات، وبما أن التفاعل من الرتبة الثانية؛ إذن يجب أن يتضاعف تركيز المادة A مرتين، وعليه فإن تركيز A يساوي 0.08M

ويمكن حساب تركيز A من خلال تعويض معطيات التجربة رقم (4)، وتعويض قيمة ثابت السرعة المحسوب في الفرع (3) في قانون السرعة.