

Problema521: Para la reacción $A + B \rightarrow C$ se determinan experimentalmente las velocidades para las concentraciones iniciales de A y B siguientes:

Experiencia	$[A]_0$ (mol/L)	$[B]_0$ (mol/L)	v_0 (mol·l ⁻¹ ·s ⁻¹)
1	0,05	0,05	$1,87 \cdot 10^{-4}$
2	0,10	0,05	$3,74 \cdot 10^{-4}$
3	0,10	0,10	$7,48 \cdot 10^{-4}$

Calcula el orden de reacción respecto de cada reactivo, el orden total de reacción, la constante de velocidad y la ecuación de velocidad.

La expresión de la velocidad será:

$$v = k \cdot [A]^\alpha \cdot [B]^\beta$$

En las dos primeras experiencias se mantiene constante la concentración de B. Comparando la expresión de la velocidad para las dos primeras experiencias:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{k \cdot [A]_2^\alpha \cdot [B]_2^\beta}{k \cdot [A]_1^\alpha \cdot [B]_1^\beta} = \frac{[A]_2^\alpha}{[A]_1^\alpha} = \left(\frac{[A]_2}{[A]_1} \right)^\alpha$$

Aplicando logaritmos calculamos el orden de reacción respecto de A:

$$\log \left(\frac{v_1}{v_2} \right) = \alpha \cdot \log \left(\frac{[A]_2}{[A]_1} \right)$$

$$\log \left(\frac{3,74 \cdot 10^{-4}}{1,87 \cdot 10^{-4}} \right) = \alpha \cdot \log \left(\frac{0,10}{0,05} \right)$$

$$\log(2) = \alpha \cdot \log(2)$$

$$\alpha = \frac{\log(2)}{\log(2)} = 1$$

La reacción es de orden 1 para el reactivo A,

En las dos últimas experiencias se mantiene constante la concentración de A. Comparando la expresión de la velocidad para las dos primeras experiencias:

$$\frac{v_3}{v_2} = \frac{k \cdot [A]_3^\alpha \cdot [B]_3^\beta}{k \cdot [A]_2^\alpha \cdot [B]_2^\beta} = \frac{[B]_3^\beta}{[B]_2^\beta} = \left(\frac{[B]_3}{[B]_2} \right)^\beta$$

Aplicando logaritmos calculamos el orden de reacción respecto de A:

$$\log\left(\frac{v_3}{v_2}\right) = \beta \cdot \log\left(\frac{[B]_3}{[B]_2}\right)$$

$$\log\left(\frac{7,48 \cdot 10^{-4}}{3,74 \cdot 10^{-4}}\right) = \beta \cdot \log\left(\frac{0,10}{0,05}\right)$$

$$\log(2) = \beta \cdot \log(2)$$

$$\beta = \frac{\log(2)}{\log(2)} = 1$$

La reacción es de orden 1 para el reactivo B,

$v = k \cdot [A] \cdot [B]$ será su ecuación de velocidad. El orden total de reacción es 2.

La constante de velocidad la calculamos a partir de los datos de cualquiera de las experiencias.

$$v_1 = k \cdot [A]_1 \cdot [B]_1$$

$$k = \frac{v_1}{[A]_1 \cdot [B]_1} = \frac{1,87 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}}{(0,05 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}) \cdot (0,05 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1})} = \underline{0,0748 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{l} \cdot \text{s}^{-1}}$$

La expresión de la ecuación de velocidad será:

$$v = 0,0748 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot [A] \cdot [B]$$