



# Solución Hoja de Ejercicios: Cinética Química

Academia de Ciencias Lógica

## Ejercicio 1

Dada la reacción  $A + B \rightarrow C$ .

**a) Ecuación de velocidad:** Al ser de segundo orden respecto a A y primer orden respecto a B:  
 $v = k[A]^2[B]$

**b) Unidades de  $v$  y  $k$ :** - Unidades de  $v$ :  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  (o  $M \cdot \text{s}^{-1}$ ). - Unidades de  $k$ : Como el orden total es 3 ( $2 + 1$ ), las unidades son  $M^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  (o  $\text{L}^2 \cdot \text{mol}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ).

**c) Variación de  $v$  y  $k$  al duplicar  $[A]$ :**  $v' = k(2[A])^2[B] = 4 \cdot k[A]^2[B] = 4v$ . La velocidad se cuadruplica. La constante  $k$  permanece constante, ya que solo depende de la temperatura y de la presencia de catalizadores.

**d) Efecto de la disminución de  $T$ :** Según la ecuación de Arrhenius ( $k = A \cdot e^{-E_a/RT}$ ), al disminuir la temperatura, la constante de velocidad  $k$  disminuye, lo que provoca una disminución de la velocidad de reacción  $v$ .

## Ejercicio 2

Ecuación:  $v = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]$ .

**a) Órdenes de reacción:** - Orden respecto al  $\text{NO}$ : 2. - Orden respecto al  $\text{O}_2$ : 1. - Orden total:  $2 + 1 = 3$ .

**b) Efecto de duplicar  $[\text{NO}]$  y reducir  $[\text{O}_2]$  a la mitad:**  $v' = k(2[\text{NO}])^2 \left(\frac{[\text{O}_2]}{2}\right) = k \cdot 4[\text{NO}]^2 \cdot \frac{[\text{O}_2]}{2} = 2 \cdot k[\text{NO}]^2[\text{O}_2] = 2v$ . La velocidad de reacción se duplica.

## Ejercicio 3

Ecuación:  $v = k[\text{HNO}_2][\text{HI}]^2$ .

**a) Duplicar  $[\text{HI}]$  manteniendo  $[\text{HNO}_2]$  constante:**  $v' = k[\text{HNO}_2](2[\text{HI}])^2 = 4 \cdot k[\text{HNO}_2][\text{HI}]^2 = 4v$ . La velocidad se cuadruplica.

**b) Adición de un catalizador positivo:** Un catalizador positivo ofrece una ruta de reacción con una energía de activación ( $E_a$ ) menor. Esto aumenta el valor de la constante  $k$  y, por tanto, aumenta la velocidad de la reacción.

## Ejercicio 4

**a) Orden global:** - Comparando Exp 1 y 2:  $[B]$  es constante,  $[A]$  se duplica y  $v$  se duplica ( $1, 2 \rightarrow 2, 4$ ). Orden respecto a  $A = 1$ . - Comparando Exp 1 y 3:  $[A]$  es constante,  $[B]$  se triplica ( $0, 2 \rightarrow 0, 6$ ) y  $v$  se triplica ( $1, 2 \rightarrow 3, 6$ ). Orden respecto a  $B = 1$ . - Orden total:  $1 + 1 = 2$ .

**b) Valor y unidades de  $k$ :**  $v = k[A][B] \implies k = \frac{1,2 \cdot 10^{-6} \text{ M} \cdot \text{s}^{-1}}{(0,20 \text{ M})(0,20 \text{ M})} = 3 \cdot 10^{-5} \text{ M}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ .

**c) Disminución de  $T$ :** La velocidad disminuye porque disminuye la energía cinética de las moléculas y la constante  $k$ .

**d) Catalizador positivo:** La velocidad aumenta al disminuir la energía de activación.

## Ejercicio 5

Ecuación:  $r = k[\text{HBr}][\text{O}_2]$ .

**a) Orden de reacción:** Orden respecto a  $\text{HBr} = 1$ , orden respecto a  $\text{O}_2 = 1$ . Orden total = 2.

**b) Unidades de  $k$ :**  $k = \frac{r}{[\text{HBr}][\text{O}_2]} \implies \frac{\text{M} \cdot \text{s}^{-1}}{\text{M} \cdot \text{M}} = \text{M}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} = \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ .

## Ejercicio 6

Ecuación:  $v = k[A][B]^2$ .

Si  $[B'] = \frac{[B]}{2}$ , para que  $v' = v$ :  $k[A']\left(\frac{[B]}{2}\right)^2 = k[A][B]^2 \implies [A']\frac{[B]^2}{4} = [A][B]^2 \implies [A'] = 4[A]$ . Se debe cuadruplicar la concentración de A.

## Ejercicio 7

Análisis de la tabla (asumiendo que  $5, 5 \cdot 10^{-4}$  es un error tipográfico por  $0, 5 \cdot 10^{-4}$  para mantener coherencia con las proporciones del examen):

**a) Órdenes parciales y total:** - Comparando Exp 1 y 3:  $[\text{NO}_2]$  es constante ( $0, 5 \cdot 10^{-4}$ ),  $[\text{CO}]$  se duplica ( $2 \rightarrow 4$ ) y  $v$  se duplica ( $1, 9 \rightarrow 3, 8$ ). Orden respecto a  $\text{CO} = 1$ . - Comparando Exp 2 y 3: Si  $[\text{NO}_2]$  se duplica ( $0, 5 \rightarrow 1, 0$ ) y  $[\text{CO}]$  se reduce a la mitad ( $4 \rightarrow 2$ ), la velocidad se mantiene constante ( $3, 8$ ). Esto implica que ambos órdenes son iguales. Orden respecto a  $\text{NO}_2 = 1$ . - Orden total:  $1 + 1 = 2$ .

**b) Unidades de  $k$ :**  $M^{-1} \cdot s^{-1}$ .

**c) Catalizador y Arrhenius:** El catalizador disminuye  $E_a$ . En  $k = A \cdot e^{-E_a/RT}$ , un exponente menos negativo resulta en un valor de  $k$  mucho mayor, aumentando la velocidad.

## Ejercicio 8

**a) Ley de velocidad y unidades:**  $v = k[H_2][I_2]$ . Unidades de  $k$ :  $M^{-1} \cdot s^{-1}$  (orden 2).

**b) Variaciones:** - **i. Presión al doble (volumen a la mitad):** Las concentraciones se duplican.  $v' = k(2[H_2])(2[I_2]) = 4v$ . La velocidad se cuadruplica. - **ii. Aumento de  $T$ :** Aumenta  $v$  (aumenta la constante  $k$ ). - **iii. Catalizador:** Aumenta  $v$  (disminuye la energía de activación).

## Ejercicio 9 (Murcia)

**a) Orden de reacción:** - Exp 1 y 2:  $[NO]$  cte,  $[H_2] \times 2 \Rightarrow v \times 2$  (1, 23  $\rightarrow$  2, 46). Orden  $H_2 = 1$ . - Exp 1 y 3:  $[H_2]$  cte,  $[NO] \times 2 \Rightarrow v \times 4$  (1, 23  $\rightarrow$  4, 92). Orden  $NO = 2$ . - Ecuación:  $v = k[NO]^2[H_2]$ .

**b) Valor de  $x$  en Exp 4:** Calculamos  $k$  de Exp 1:  $1,23 \cdot 10^{-3} = k(0,1)^2(0,1) \Rightarrow k = 1,23 M^{-2} \cdot s^{-1}$ . Para Exp 4:  $3,69 \cdot 10^{-3} = 1,23 \cdot (0,1)^2 \cdot x \Rightarrow 3,69 \cdot 10^{-3} = 0,0123 \cdot x \Rightarrow x = 0,3 M$ .

**c) Velocidad de consumo de  $NO$ :** Reacción:  $2NO + 2H_2 \rightarrow N_2 + 2H_2O$ .  $v = \frac{d[N_2]}{dt} = \frac{1}{2} \left( -\frac{d[NO]}{dt} \right) \Rightarrow -\frac{d[NO]}{dt} = 2 \cdot 0,6 \cdot 10^{-3} = 1,2 \cdot 10^{-3} M \cdot s^{-1}$ .

## Ejercicio 10 (Andalucía)

$$v = k[A]^2[B].$$

**a) Orden total:**  $2+1=3$ . **b) Unidades de  $k$ :**  $M^{-2} \cdot s^{-1}$ . **c) ¿Velocidad constante?** No, la velocidad disminuye conforme los reactivos se consumen y sus concentraciones bajan. **d) Velocidades relativas:** Sí, según la estequiometría  $B \rightarrow C$ , por cada mol de B que desaparece aparece uno de C:  $v = -\frac{d[B]}{dt} = \frac{d[C]}{dt}$ .