

EQUILIBRIO QUÍMICO

EJERCICIOS RESUELTOS

5 PROBLEMAS RESUELTOS

2.º Bachillerato - Serie 1

Marco teórico

Este cuaderno contiene 5 problemas completamente resueltos de equilibrio químico (2.º de Bachillerato), con razonamiento teórico y matemático paso a paso. Se practican: cálculo de K_c y K_p , uso de tablas I-C-E, comparación de Q con K , aplicación del principio de Le Chatelier y relaciones con presiones parciales en equilibrios gaseosos.

Convenciones y recordatorios:

- $K_c = ([C]^c [D]^d) / ([A]^a [B]^b)$.
- $K_p = (p_C^c p_D^d) / (p_A^a p_B^b)$.
- $K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$, con $\Delta n = (\text{moles gaseosos prod}) - (\text{moles gaseosos reac})$.
- Q : si $Q < K \Rightarrow$ avanza a productos; si $Q > K \Rightarrow$ avanza a reactivos.
- $p_i = x_i \cdot P_{\text{total}}$, $x_i = n_i / n_{\text{total}}$.

Problema 1. Cálculo de K_c a partir de concentraciones de equilibrio

Enunciado. $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2 NO_2(g)$.

En equilibrio: $[N_2O_4] = 0,120 \text{ M}$ y $[NO_2] = 0,280 \text{ M}$. Calcula K_c .

Marco teórico

$$K_c = [NO_2]^2 / [N_2O_4].$$

Solución razonada (desarrollo teórico y matemático paso a paso).

Paso 1: $K_c = (0,280)^2 / 0,120$.

Paso 2: $(0,280)^2 = 0,0784$.

Paso 3: $K_c = 0,0784/0,120 = 0,653$.

Conclusión: $K_c \approx 0,653$.

Problema 2. Relación K_p - K_c ($\Delta n \neq 0$)

Enunciado. $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$.

A 500 K: $K_c = 0,250$. Calcula K_p .

$R = 0,0820 \text{ L}\cdot\text{atm}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Marco teórico

$$\Delta n = 2 - 1 = 1 \Rightarrow K_p = K_c(RT)^1 = K_c \cdot RT.$$

Solución razonada (desarrollo teórico y matemático paso a paso).

Paso 1: $RT = 0,0820 \cdot 500 = 41,0$.

Paso 2: $K_p = 0,250 \cdot 41,0 = 10,25$.

Conclusión: $K_p \approx 10,25$.

Problema 3. Tabla I-C-E: equilibrio de síntesis de HI

Enunciado. En 2,00 L: 1,00 mol de $H_2(g)$ y 1,00 mol de $I_2(g)$. $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2 HI(g)$, $K_c = 49,0$. Calcula concentraciones en equilibrio.

Marco teórico

$$[H_2]_0 = [I_2]_0 = 0,500 \text{ M. Con avance } x: [H_2] = 0,500 - x; [I_2] = 0,500 - x; [HI] = 2x.$$

Solución razonada (desarrollo teórico y matemático paso a paso).

Paso 1: $49,0 = (2x)^2 / (0,500 - x)^2 = 4x^2 / (0,500 - x)^2$.

Paso 2: $\sqrt{49,0} = 7,00 \Rightarrow 7,00 = 2x / (0,500 - x)$.

Paso 3: $7(0,500 - x) = 2x \Rightarrow 3,50 - 7x = 2x \Rightarrow x = 0,389 \text{ M}$.

Paso 4: $[H_2] = [I_2] = 0,500 - 0,389 = 0,111 \text{ M}$; $[HI] = 2 \cdot 0,389 = 0,778 \text{ M}$.

Conclusión: En equilibrio: $[H_2] = [I_2] \approx 0,111 \text{ M}$ y $[HI] \approx 0,778 \text{ M}$.

Problema 4. Cociente de reacción Q y sentido de evolución

Enunciado. $2 \text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3(\text{g})$, $K_c = 4,0 \cdot 10^2$.

Instantáneo: $[\text{SO}_2] = 0,20 \text{ M}$; $[\text{O}_2] = 0,10 \text{ M}$; $[\text{SO}_3] = 0,05 \text{ M}$. Calcula Q_c y el sentido de evolución.

Marco teórico

$Q_c = [\text{SO}_3]^2 / ([\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2])$. Se compara Q_c con K_c .

Solución razonada (desarrollo teórico y matemático paso a paso).

Paso 1: $Q_c = (0,05)^2 / ((0,20)^2 \cdot 0,10)$.

Paso 2: $(0,05)^2 = 0,0025$.

Paso 3: $(0,20)^2 = 0,040$; $0,040 \cdot 0,10 = 0,0040$.

Paso 4: $Q_c = 0,0025 / 0,0040 = 0,625$.

Paso 5: $Q_c (=0,625) < K_c (=4,0 \cdot 10^2) \Rightarrow$ avance a productos.

Conclusión: Como $Q_c < K_c$, el sistema evolucionará hacia productos (se forma más SO_3).

Problema 5. Le Chatelier: perturbaciones y respuesta del equilibrio

Enunciado. $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g})$, exotérmico.

Efecto sobre NH_3 al: (a) disminuir V; (b) aumentar T; (c) añadir gas inerte a V constante.

Marco teórico

(a) $\uparrow P$ favorece menos moles (productos). (b) exotérmica: $\uparrow T$ favorece reactivos. (c) a V constante, p parciales de especies reactivas no cambian $\Rightarrow$ no hay desplazamiento.

Solución razonada (desarrollo teórico y matemático paso a paso).

Paso 1: Moles gaseosos: reactivos 4, productos 2.

Paso 2: (a) $\downarrow V \Rightarrow$ desplazamiento a productos $\Rightarrow$ aumenta NH_3 .

Paso 3: (b) $\uparrow T \Rightarrow$ desplazamiento a reactivos $\Rightarrow$ disminuye NH_3 .

Paso 4: (c) Inerte a V constante: $p_i = n_i RT/V$ no cambia $\Rightarrow Q$ no cambia $\Rightarrow$ no hay desplazamiento.

Paso 5: K solo depende de T: cambia en (b), no en (a) ni (c) si T constante.

Conclusión: Resultado: (a) aumenta NH_3 ; (b) disminuye NH_3 ; (c) no cambia la composición (a T constante).

