

Equilibrio heterogéneo

Conceptos Clave

- En los equilibrios que incluyen **sólidos o líquidos puros**, su **concentración no cambia y no aparece** en la expresión de Kc o Kp.
- Solo las **especies gaseosas o disueltas** aparecen en la constante de equilibrio.
- Ejemplo clásico:



- Kc = [CO₂] (ya que CaCO₃ y CaO son sólidos).
- Kp = P_{CO2} (presión parcial del CO₂).

Ejercicio 1

Reacción:



- Recipiente cerrado de 2 L
- Se calienta 10 g de CaCO₃
- En equilibrio se encuentra que hay 0.04 mol de CO₂

Preguntas:

- Escribe la expresión de Kc y Kp.
- Calcula Kc y Kp.

Solución:

Paso 1: Expresiones

$$K_c = [CO_2] \quad ; \quad K_p = P_{CO_2}$$

Paso 2: Concentración de CO₂

$$[CO_2] = \frac{0.04 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0.02 \text{ M}$$

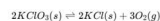
Paso 3: Presión de CO₂ (ideal gas)

$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{0.04 * 0.0821 * 298}{2} \approx 0.49 \text{ atm}$$

Respuesta: Kc = 0.02 M, Kp = 0.49 atm

Ejercicio 3

Reacción:



- Recipiente 5 L
- En equilibrio hay 0.3 mol de O₂

Solución:

Paso 1: Expresión de Kc y Kp

$$K_c = [O_2]^3 \quad ; \quad K_p = P_{O_2}^3$$

Paso 2: Concentración de O₂

$$[O_2] = \frac{0.3}{5} = 0.06 \text{ M}$$
$$K_c = (0.06)^3 = 2.16 \times 10^{-4} M^3$$

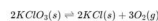
Paso 3: Presión de O₂

$$P_{O_2} = \frac{nRT}{V} = \frac{0.3 * 0.0821 * 298}{5} \approx 1.46 \text{ atm}$$
$$K_p = (1.46)^3 \approx 3.12 \text{ atm}^3$$

Respuesta: Kc = 2.16*10⁻⁴ M³, Kp = 3.12 atm³

Ejercicio 5 (Cambio de presión)

Reacción:



- Recipiente se comprime → ¿cómo se desplaza el equilibrio?

Solución:

- Solo hay gas O₂ involucrado en Kc → aumento de presión favorece **menos moles de gas**, es decir reactivos
- Respuesta: Hacia KClO₃ sólido

Ejercicio 7 (Desplazamiento con cambio de volumen)

Reacción:



- Recipiente 2 L → 4 L
- Kc = 0.02 M en 2 L

Pregunta:

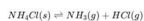
- ¿Cómo se desplaza el equilibrio al duplicar el volumen?

Solución:

- Al aumentar el volumen, la concentración de CO₂ disminuye → equilibrio se desplaza **hacia los productos** para producir más CO₂.
- Respuesta: Se forma más CO₂, menos CaCO₃

Ejercicio 2

Reacción:



- Recipiente 1 L
- Equilibrio: 0.01 mol de NH₃(g)

Preguntas:

- Expresión de Kc y Kp
- Calcula Kc y Kp a 298 K

Solución:

Paso 1: Expresión de Kc y Kp

$$K_c = \frac{[NH_3][HCl]}{1} \quad ; \quad K_p = P_{NH_3}P_{HCl}$$

- Como se forma 1 mol de NH₃ y 1 mol de HCl → [NH₃]=[HCl]=0.01 M

$$K_c = 0.01 * 0.01 = 1.0 \times 10^{-4} M^2$$

Paso 2: Presión de cada gas

$$P_{NH_3} = P_{HCl} = \frac{nRT}{V} = \frac{0.01 * 0.0821 * 298}{1} \approx 0.245 \text{ atm}$$
$$K_p = 0.245 * 0.245 \approx 0.06 \text{ atm}^2$$

Respuesta: Kc = 1.0*10⁻⁴ M², Kp = 0.06 atm²

Ejercicio 4 (Cambio de concentración)

Reacción:



- Recipiente 2 L, Kc = 0.025 M
- Se añade CO₂ → ¿qué pasa con el equilibrio?

Solución:

- Se aumenta el producto → equilibrio se desplaza hacia **reactivos** (CaCO₃)
- Respuesta: Se forma más CaCO₃, disminuye la cantidad de CO₂ en equilibrio

Ejercicio 6 (ICE Table con sólido y gas)

Reacción:



- Recipiente 3 L
- En equilibrio hay 0.12 mol de O₂

Preguntas:

- Calcula la concentración de O₂
- Determina Kc y Kp a 298 K

Solución:

Paso 1: Concentración de O₂

$$[O_2] = \frac{n}{V} = \frac{0.12}{3} = 0.04 \text{ M}$$

Paso 2: Expresiones de Kc y Kp

$$K_c = [O_2] \quad ; \quad K_p = P_{O_2}$$

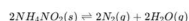
Paso 3: Presión parcial de O₂

$$P_{O_2} = \frac{nRT}{V} = \frac{0.12 * 0.0821 * 298}{3} \approx 0.98 \text{ atm}$$

Respuesta: Kc = 0.04 M, Kp = 0.98 atm

Ejercicio 8 (Sólido y gases con cálculo de Kp)

Reacción:



- Recipiente 1 L
- En equilibrio: n(N₂) = 0.05 mol, n(H₂O) = 0.05 mol

Preguntas:

- Calcula Kc
- Calcula Kp a 298 K

Solución:

Paso 1: Expresión de Kc

$$K_c = \frac{[N_2][H_2O]}{1} = \frac{0.05}{1} * \frac{0.05}{1} = 0.0025 M^2$$

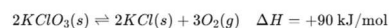
Paso 2: Presiones parciales

$$P_{N_2} = P_{H_2O} = \frac{nRT}{V} = \frac{0.05 * 0.0821 * 298}{1} \approx 1.22 \text{ atm}$$
$$K_p = P_{N_2} * P_{H_2O} = 1.22 * 1.22 \approx 1.49 \text{ atm}^2$$

Respuesta: Kc = 0.0025 M², Kp = 1.49 atm²

Ejercicio 9 (Equilibrio y efecto de temperatura)

Reacción:



- ¿Qué sucede si aumentamos la temperatura?

Solución:

- Reacción endotérmica → aumentar T favorece el **sentido directo**
- Respuesta: Se produce más O₂