

Equilibrio químico en fase gas

◊ PROBLEMAS

● Con datos del equilibrio

1. En un reactor de 5 dm³ se introducen 15,3 g de CS₂ y 0,82 g de H₂. Al elevar la temperatura hasta 300 °C se alcanza el siguiente equilibrio: $\text{CS}_2(\text{g}) + 4 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{CH}_4(\text{g})$, donde la concentración de metano en equilibrio es de 0,01 mol/dm³.
- a) Calcula las concentraciones molares de las especies CS₂(g), H₂(g) y H₂S(g) en el equilibrio.
b) Determina el valor de K_c y discute razonadamente qué le sucederá al sistema en equilibrio si añadimos más cantidad de CS₂(g) manteniendo el volumen y la temperatura constantes.
Dato: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$. (A.B.A.U. ord. 23)
Rta.: a) [CS₂] = 0,0302; [H₂] = 0,0413; [H₂S] = 0,0200 mol/dm³; b) K_c = 45,3; hacia la derecha.
2. El cloro gas se puede obtener según la reacción: $4 \text{HCl}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{Cl}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$. Se introducen 0,90 moles de HCl y 1,2 moles de O₂ en un recipiente cerrado de 10 dm³ en el que previamente se hizo el vacío. Se calienta la mezcla a 390 °C y, cuando se alcanza el equilibrio a esta temperatura, se observa la formación de 0,40 moles de Cl₂.
- a) Calcula el valor de la constante K_c.
b) Calcula la presión parcial de cada componente en el equilibrio y a partir de ellas calcula el valor de K_p.
Datos: $R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$; 1 atm = 101,3 kPa. (A.B.A.U. ord. 19)
Rta.: a) K_c = 2,56 · 10³; b) p(HCl) = 0,544; p(O₂) = 5,44 atm; p(Cl₂) = p(H₂O) = 2,18 atm; K_p = 47,0.
3. En un recipiente de 2,0 L se introducen 2,1 moles de CO₂ y 1,6 moles de H₂ y se calienta a 1800 °C. Una vez alcanzado el siguiente equilibrio: $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ se analiza la mezcla y se encuentran 0,90 moles de CO₂. Calcula:
- a) La concentración de cada especie en el equilibrio.
b) El valor de las constantes K_c y K_p a esa temperatura. (A.B.A.U. ord. 17)
Rta.: a) [CO₂] = 0,45 mol/dm³; [H₂] = 0,20 mol/dm³; [CO] = [H₂O] = 0,60 mol/dm³; b) K_p = K_c = 4,0.
4. Considera lo siguiente equilibrio: $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{COS}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$. Se introducen 4,4 g de CO₂ en un recipiente de 2 dm³ a 337 °C y una cantidad suficiente de H₂S para que, una vez alcanzado el equilibrio, la presión total sea de 10 atm. Si en la mezcla en equilibrio hay 0,01 moles de agua, calcula:
- a) Las concentraciones de cada una de las especies en el equilibrio.
b) Los valores de K_c y K_p a la dicha temperatura.
Datos: $R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$; 1 atm = 101,3 kPa. (A.B.A.U. extr. 22)
Rta.: a) [CO₂] = 0,0450; [H₂S] = 0,145; [COS] = [H₂O] = 0,00500 mol/dm³; b) K_c = K_p = 0,00384.
5. Se introducen 0,2 moles de Br₂ en un recipiente de 0,5 L de capacidad a 600 °C. Una vez establecido el equilibrio $\text{Br}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{Br}(\text{g})$ en estas condiciones, el grado de disociación es 0,8.
- a) Calcula K_c y K_p.
b) Determina las presiones parciales ejercidas por cada componente de la mezcla en el equilibrio.
Datos: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$. (A.B.A.U. extr. 17)
Rta.: a) K_c = 5,12; K_p = 367; b) p(Br₂) = 5,7 atm; p(Br) = 45,9 atm.
6. b) En un matraz de 1,5 dm³, en el que se hizo el vacío, se introducen 0,08 moles de N₂O₄ y se calienta a 35 °C. Parte del N₂O₄ se disocia según la reacción: $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g})$ y cuando se alcanza el equilibrio la presión total es de 2,27 atm. Calcula el porcentaje de N₂O₄ disociado.
Datos: $R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$; 1 atm = 101,3 kPa. (A.B.A.U. extr. 19)
Rta.: b) α = 69 %.

7. En un reactor de 10 L se introducen 2,5 moles de PCl_5 y se calienta hasta 270°C , produciéndose la siguiente reacción: $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$. Una vez alcanzado el equilibrio se comprueba que la presión en el reactor es de 15,7 atm. Calcula:
- El número de moles de todas las especies presentes en el equilibrio.
 - El valor de las constantes K_c y K_p a dicha temperatura.
- Datos: $R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{dm}^3\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$; $1 \text{ atm} = 101,3 \text{ kPa}$. (A.B.A.U. ord. 18)
- Rta.:** a) $n(\text{PCl}_5) = 1,48 \text{ mol}$; $n(\text{PCl}_3) = n(\text{Cl}_2) = 1,02 \text{ mol}$; b) $K_c = 0,0708$; $K_p = 3,15$.
8. En un recipiente cerrado de 5 dm^3 , en el que previamente se hizo el vacío, se introducen 0,4 moles de SO_2Cl_2 y se calienta a 400°C , descomponiéndose según la reacción: $\text{SO}_2\text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$. Cuando se alcanza el equilibrio, se observa que se descompuso el 36,5 % del SO_2Cl_2 inicial. Calcula:
- Las presiones parciales de cada componente de la mezcla en el equilibrio.
 - El valor de K_c y K_p a dicha temperatura.
- Dato: $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{dm}^3\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$. (A.B.A.U. ord. 22)
- Rta.:** a) $p(\text{SO}_2\text{Cl}_2) = 2,81 \text{ atm}$; $p(\text{SO}_2) = p(\text{Cl}_2) = 1,61 \text{ atm}$; b) $K_c = 0,0168$; $K_p = 0,927$.
9. En un recipiente cerrado se introducen 2,0 moles de CH_4 y 1,0 mol de H_2S a la temperatura de 727°C , estableciéndose el siguiente equilibrio: $\text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{ H}_2\text{S}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CS}_2(\text{g}) + 4 \text{ H}_2(\text{g})$. Una vez alcanzado el equilibrio, la presión parcial del H_2 es 0,20 atm y la presión total es de 0,85 atm. Calcula:
- Los moles de cada sustancia en el equilibrio y el volumen del recipiente.
 - El valor de K_c y K_p .
- (A.B.A.U. ord. 20)
- Rta.:** a) $n_e(\text{CH}_4) = 1,80 \text{ mol}$; $n_e(\text{H}_2\text{S}) = 0,60 \text{ mol}$; $n_e(\text{CS}_2) = 0,200 \text{ mol}$; $n_e(\text{H}_2) = 0,800 \text{ mol}$; $V = 328 \text{ dm}^3$; b) $K_p = 0,0079$; $K_c = 1,2\cdot 10^{-6}$.
10. Al calentar $\text{HgO}(\text{s})$ en un recipiente cerrado en el que se hizo el vacío, se disocia según la reacción: $2 \text{ HgO}(\text{s}) \rightleftharpoons 2 \text{ Hg}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$. Cuando se alcanza el equilibrio a 380°C , la presión total en el recipiente es de 0,185 atm. Calcula:
- Las presiones parciales de las especies presentes en el equilibrio.
 - El valor de las constantes K_c y K_p de la reacción.
- Datos: $R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{dm}^3\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$; $1 \text{ atm} = 101,3 \text{ kPa}$. (A.B.A.U. extr. 18)
- Rta.:** a) $p(\text{Hg}) = 0,123 \text{ atm}$; $p(\text{O}_2) = 0,0617 \text{ atm}$; b) $K_c = 6,1\cdot 10^{-9}$; $K_p = 9,4\cdot 10^{-4}$.

● Con la constante como dato

1. Para la reacción $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$, el valor de $K_c = 5$ a 530°C . Si reaccionan 2,0 moles de $\text{CO}(\text{g})$ con 2,0 moles de $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ en un reactor de 2 dm^3 :
- Calcula la concentración molar de cada especie en el equilibrio a dicha temperatura.
 - Determina el valor de K_p y razona cómo se verá afectado el equilibrio si introducimos en el reactor más cantidad de $\text{CO}(\text{g})$ sin variar la temperatura ni el volumen.
- Datos: $R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$; $1 \text{ atm} = 101,3 \text{ kPa}$. (A.B.A.U. extr. 23)
- Rta.:** a) $[\text{CO}] = 0,309$; $[\text{H}_2\text{O}] = 0,309$; $[\text{CO}_2] = 0,691$; $[\text{H}_2] = 0,691 \text{ mol/dm}^3$; b) $K_p = 5,00$.
2. En un recipiente de 10 litros se introducen 2 moles de N_2O_4 gaseoso a 50°C produciéndose el siguiente equilibrio de disociación: $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{ NO}_2(\text{g})$. Si la constante K_p a dicha temperatura es de 1,06. Calcula:
- Las concentraciones de los dos gases tras alcanzar el equilibrio y el porcentaje de disociación del N_2O_4 .
 - Las presiones parciales de cada gas y la presión total en el equilibrio.
- (A.B.A.U. extr. 21)
- Rta.:** a) $[\text{N}_2\text{O}_4] = 0,160 \text{ mol/dm}^3$; $[\text{NO}_2] = 0,0800 \text{ mol/dm}^3$; $\alpha = 20,0 \%$; b) $p(\text{N}_2\text{O}_4) = 4,24 \text{ atm} = 430 \text{ kPa}$; $p(\text{NO}_2) = 2,12 \text{ atm} = 215 \text{ kPa}$; $p_{\text{et}} = 6,36 \text{ atm} = 645 \text{ kPa}$.
3. Considera el siguiente equilibrio que tiene lugar a 150°C : $\text{I}_2(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{ IBr}(\text{g})$, con una $K_c = 120$. En un recipiente de $5,0 \text{ dm}^3$ de capacidad se introducen 0,0015 moles de yodo y 0,0015 moles de bromo. Calcula:
- La concentración de cada especie cuando se alcanza el equilibrio.

b) Las presiones parciales y la constante K_p .

(A.B.A.U. ord. 21)

Rta.: a) $[I_2] = [Br_2] = 4,63 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$; $[IBr] = 5,07 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$;

b) $p(I_2) = p(Br_2) = 163 \text{ Pa} = 0,00161 \text{ atm}$; $p(IBr) = 1,79 \cdot 10^3 \text{ Pa} = 0,0176 \text{ atm}$; $K_p = 120$.

4. Se introduce fosgeno (COCl_2) en un recipiente vacío de 2 dm^3 de volumen a una presión de $0,82 \text{ atm}$ y una temperatura de 227°C , produciéndose su descomposición segundo el equilibrio:

$\text{COCl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$. Sabiendo que en estas condiciones el valor de K_p es $0,189$; calcula:

a) La concentración de todas las especies presentes en el equilibrio.

b) La presión parcial de cada una de las especies presentes en el equilibrio.

(A.B.A.U. extr. 20)

Rta.: a) $[\text{COCl}_2]_e = 0,0124 \text{ mol/dm}^3$; $[\text{CO}]_e = [\text{Cl}_2]_e = 0,00756 \text{ mol/dm}^3$

b) $p_e(\text{COCl}_2) = 0,510 \text{ atm}$; $p_e(\text{CO}) = p_e(\text{Cl}_2) = 0,310 \text{ atm}$.

◇ CUESTIONES

1. Para la reacción en equilibrio: $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g})$ $\Delta H^\circ < 0$; explica razonadamente cómo se desplazará el equilibrio si se añade $\text{H}_2(\text{g})$.

(A.B.A.U. ord. 20)

2. a) Dada la reacción: $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g})$, $\Delta H^\circ < 0$, razona cómo influye sobre el equilibrio un aumento de la temperatura.

(A.B.A.U. extr. 19)

Cuestiones y problemas de las [Pruebas de evaluación de Bachillerato para el acceso a la Universidad](#) (A.B.A.U. y P.A.U.) en Galicia.

[Respuestas](#) y composición de [Alfonso J. Barbadillo Marán](#).

Actualizado: 17/08/23