

Equilibrio químico en fase gas

◊ PROBLEMAS

● Con datos do equilibrio

1. Nun reactor de 5 dm³ introdúcese 15,3 g de CS₂ e 0,82 g de H₂. Ao elevar a temperatura ata 300 °C alcázase o seguinte equilibrio: $\text{CS}_2(\text{g}) + 4 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{CH}_4(\text{g})$, onde a concentración de metano no equilibrio é de 0,01 mol/dm³.
 - a) Calcula as concentracións molares das especies CS₂(g), H₂(g) e H₂S(g) no equilibrio.
 - b) Determina o valor de K_c e discute razoadamente que lle sucederá ó sistema en equilibrio se engadimos máis cantidade de CS₂(g) mantendo o volume e a 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; Desprázase cara á dereita.
2. O cloro gas pódese obter segundo a reacción: $4 \text{HCl}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{Cl}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$. Introdúcese 0,90 moles de HCl e 1,2 moles de O₂ nun recipiente pechado de 10 dm³ no que previamente se fixo o baleiro. Quéntase a mestura a 390 °C e, cando se alcanza o equilibrio a esta temperatura, obsérvase a formación de 0,40 moles de Cl₂.
 - a) Calcula o valor da constante K_c.
 - b) Calcula a presión parcial de cada compoñente no equilibrio e a partir delas calcula o 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 atm; p(O₂) = 5,44 atm; p(Cl₂) = p(H₂O) = 2,18 atm; K_p = 47,0.
3. Nun recipiente de 2,0 L introdúcese 2,1 moles de CO₂ e 1,6 moles de H₂ e quéntase a 1800 °C. Unha vez alcanzado o seguinte equilibrio: $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ analízase a mestura e atópanse 0,90 moles de CO₂. Calcula:
 - a) A concentración de cada especie no equilibrio.
 - b) O valor das constantes K_c e 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 o seguinte equilibrio: $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{COS}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$. Introdúcese 4,4 g de CO₂ nun recipiente de 2 dm³ a 337 °C e unha cantidade suficiente de H₂S para que, unha vez alcanzado o equilibrio, a presión total sexa de 10 atm. Se na mestura en equilibrio hai 0,01 moles de auga, calcula:
 - a) As concentracións de cada unha das especies no equilibrio.
 - b) Os valores de K_c e K_p á devandita 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] = 0,045; [H₂S] = 0,145; [COS] = [H₂O] = 0,00500 mol/dm³; b) K_c = K_p = 0,0038.
5. Introdúcese 0,2 moles de Br₂ nun recipiente de 0,5 L de capacidade a 600 °C. Unha vez establecido o equilibrio $\text{Br}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{Br}(\text{g})$ nestas condicións, o grao de disociación é 0,8.
 - a) Calcula K_c e K_p.
 - b) Determina as presións parciais exercidas por cada compoñente da mestura no 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) Nun matraz de 1,5 dm³, no que se fixo o baleiro, introdúcese 0,08 moles de N₂O₄ e quéntase a 35 °C. Parte do N₂O₄ disóciase segundo a reacción: $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g})$ e cando se alcanza o equilibrio a presión total é de 2,27 atm. Calcula a porcentaxe 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. Nun reactor de 10 L introdúcese 2,5 moles de PCl₅ e quéntase ata 270 °C, producíndose a reacción: $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$. Unha vez alcanzado o equilibrio compróbase que a presión no reactor é de 15,7 atm. Calcula:

a) O número de moles de todas as especies presentes no equilibrio.

b) O valor das constantes K_c e K_p a devandita 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. Nun recipiente pechado de 5 dm^3 , no que previamente se fixo o baleiro, introdúcese $0,4$ moles de SO_2Cl_2 e quéntase a 400°C , descompoñéndose segundo a reacción: $\text{SO}_2\text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$. Cando se alcanza o equilibrio, obsérvase que se descompuxo o $36,5\%$ do SO_2Cl_2 inicial. Calcula:

a) As presións parciais de cada compoñente da mestura no equilibrio.

b) O valor de K_c e K_p á devandita 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. Nun recipiente pechado introdúcese $2,0$ moles de CH_4 e $1,0$ mol de H_2S á temperatura de 727°C , establecéndose o seguinte 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 o equilibrio, a presión parcial do H_2 é $0,20 \text{ atm}$ e a presión total é de $0,85 \text{ atm}$. Calcule:

a) Os moles de cada substancia no equilibrio e o volume do recipiente.

b) O valor de K_c e K_p .

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. 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. Ao quentar $\text{HgO}(\text{s})$ nun recipiente pechado no que se fixo o baleiro, disóciase segundo a reacción: $2 \text{ HgO}(\text{s}) \rightleftharpoons 2 \text{ Hg}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$. Cando se alcanza o equilibrio a 380°C , a presión total no recipiente é de $0,185 \text{ atm}$. Calcula:

a) As presións parciais das especies presentes no equilibrio.

b) O valor das constantes K_c e K_p da 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) $K_c = 6,1\cdot 10^{-9}$; $K_p = 9,4\cdot 10^{-4}$.

● Coa constante como dato

1. Para a reacción $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$, o valor de $K_c = 5$ a 530°C . Se reaccionan $2,0$ moles de $\text{CO}(\text{g})$ con $2,0$ moles de $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ nun reactor de 2 L :
- a) Calcula a concentración molar de cada especie no equilibrio á devandita temperatura.
- b) Determina o valor de K_p e razoa como se verá afectado o equilibrio se introducimos no reactor máis cantidade de $\text{CO}(\text{g})$ sen variar a temperatura nin o volume.

(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. Nun recipiente de 10 litros introdúcese 2 moles de N_2O_4 gasoso a 50°C producíndose o seguinte equilibrio de disociación: $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{ NO}_2(\text{g})$. Se a constante K_p a devandita temperatura é de $1,06$; calcula:

a) As concentracións dos dous gases tras alcanzar o equilibrio e a porcentaxe de disociación do N_2O_4 .

b) As presións parciais de cada gas e a presión total no equilibrio.

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. 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) $p(\text{N}_2\text{O}_4) = 4,24 \text{ atm} = 430 \text{ kPa}$; $p(\text{NO}_2) = 2,12 \text{ atm} = 215 \text{ kPa}$; $p = 6,36 \text{ atm} = 645 \text{ kPa}$.

3. Considera o seguinte equilibrio que ten lugar a 150°C : $\text{I}_2(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{ IBr}(\text{g})$ cunha $K_c = 120$. Nun recipiente de $5,0 \text{ dm}^3$ de capacidade introdúcese $0,0015$ moles de iodo e $0,0015$ moles de bromo. Calcula:

a) A concentración de cada especie cando se alcanza o equilibrio.

b) As presións parciais e a constante K_p .

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. ord. 21)

Rta.: a) $[\text{I}_2] = [\text{Br}_2] = 4,63\cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$; $[\text{IBr}] = 5,07\cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$;

b) $p(\text{I}_2) = p(\text{Br}_2) = 163 \text{ Pa} = 0,00161 \text{ atm}$; $p(\text{IBr}) = 1,79\cdot 10^3 \text{ Pa} = 0,0176 \text{ atm}$; $K_p = 120$.

4. Introdúcese fósxeno (COCl_2) nun recipiente baleiro de 2 dm^3 de volume a unha presión de $0,82 \text{ atm}$ e unha temperatura de 227°C , producíndose a súa descomposición segundo o equilibrio:
 $\text{COCl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$. Sabendo que nestas condicións o valor de K_p é $0,189$; calcula:
- A concentración de todas as especies presentes no equilibrio.
 - A presión parcial de cada unha das especies presentes no equilibrio.
- 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. 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) $p_e(\text{COCl}_2) = 0,510 \text{ atm}$; $p_e(\text{CO}) = p_e(\text{Cl}_2) = 0,310 \text{ atm}$.

◇ CUESTIÓNS

- Para a 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 razoadamente como se desprazará o equilibrio se se engade $\text{H}_2(\text{g})$. (A.B.A.U. ord. 20)
- a) Dada a reacción: $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{ H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{ NH}_3(\text{g})$, $\Delta H^\circ < 0$, razoa como inflúe sobre o equilibrio un aumento da temperatura. (A.B.A.U. extr. 19)

Cuestións e problemas das [Probas de avaliación de Bacharelato para o acceso á Universidade](#) (A.B.A.U. e P.A.U.) en Galiza.

[Respostas](#) e composición de [Alfonso J. Barbadillo Marán](#).