

Equilibrio químico en fase gas

◊ PROBLEMAS

● Con datos do equilibrio

1. Nun matraz de 5 dm³ introdúcese 0,80 moles de N₂ e 0,40 moles de O₂ e quéntase a 2200 K, establecéndose o seguinte equilibrio: $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}(\text{g})$. Tendo en conta que nesas condicións reacciona o 1,1 % do N₂ inicial:
a) Calcula o valor da constante K_c .
b) Calcula a constante K_p e discute razoadamente que sucederá no equilibrio se se aumenta a presión do sistema.

(A.B.A.U. ord. 24)

Rta.: a) $K_c = 1,0 \cdot 10^{-3}$; b) $K_p = 1,0 \cdot 10^{-3}$. Nada.
2. Nun reactor de 5 dm³ introdúcese 15,3 g de CS₂ e 0,82 g de H₂. Ao elevar a temperatura ata 300 °C alcánzase 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) $[\text{CS}_2] = 0,0302$; $[\text{H}_2] = 0,0413$; $[\text{H}_2\text{S}] = 0,0200 \text{ mol/dm}^3$; b) $K_c = 45,3$; Desprázase cara á dereita.
3. 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) $K_c = 2,56 \cdot 10^3$; b) $p(\text{HCl}) = 0,544 \text{ atm}$; $p(\text{O}_2) = 5,44 \text{ atm}$; $p(\text{Cl}_2) = p(\text{H}_2\text{O}) = 2,18 \text{ atm}$; $K_p = 47,0$.
4. 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) $[\text{CO}_2] = 0,45 \text{ mol/dm}^3$; $[\text{H}_2] = 0,20 \text{ mol/dm}^3$; $[\text{CO}] = [\text{H}_2\text{O}] = 0,60 \text{ mol/dm}^3$; b) $K_p = K_c = 4,0$.
5. 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) $[\text{CO}_2] = 0,045$; $[\text{H}_2\text{S}] = 0,145$; $[\text{COS}] = [\text{H}_2\text{O}] = 0,00500 \text{ mol/dm}^3$; b) $K_c = K_p = 0,0038$.
6. 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) $p(\text{Br}_2) = 5,7 \text{ atm}$; $p(\text{Br}) = 45,9 \text{ atm}$.

7. 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) $\alpha = 69 \%$.
8. 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 atm = 101,3 kPa. (A.B.A.U. ord. 18)
Rta.: a) $n(\text{PCl}_5) = 1,48 \text{ mol PCl}_5$; $n(\text{PCl}_3) = n(\text{Cl}_2) = 1,02 \text{ mol}$; b) $K_c = 0,0708$; $K_p = 3,15$.
9. Nun recipiente pechado de 5 dm³, no que previamente se fixo o baleiro, introdúcese 0,4 moles de SO₂Cl₂ 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 SO₂Cl₂ 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) $K_c = 0,0168$; $K_p = 0,927$.
10. Nun recipiente pechado introdúcese 2,0 moles de CH₄ e 1,0 mol de H₂S 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 H₂ é 0,20 atm e a presión total é de 0,85 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) $K_p = 0,0079$; $K_c = 1,2\cdot 10^{-6}$.
11. Ao quentar HgO(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 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 atm = 101,3 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 CO(g) con 2,0 moles de H₂O(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 CO(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 N₂O₄ 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 N₂O₄.
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 atm = 101,3 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: $I_2(g) + Br_2(g) \rightleftharpoons 2 IBr(g)$ cunha $K_c = 120$. Nun recipiente de 5,0 dm³ de capacidade introdúcense 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 atm = 101,3 kPa. (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. Introdúcese fósxeno ($COCl_2$) nun recipiente baleiro de 2 dm³ de volume a unha presión de 0,82 atm e unha temperatura de 227 °C, producíndose a súa descomposición segundo o equilibrio: $COCl_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + Cl_2(g)$. Sabendo que nestas condicións o valor de K_p é 0,189; calcula:
- a) A concentración de todas as especies presentes no equilibrio.
- b) 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 atm = 101,3 kPa. (A.B.A.U. extr. 20)
- Rta.:** a) $[COCl_2]_e = 0,0124 \text{ mol/dm}^3$; $[CO]_e = [Cl_2]_e = 0,00756 \text{ mol/dm}^3$;
b) $p_e(COCl_2) = 0,510 \text{ atm}$; $p_e(CO) = p_e(Cl_2) = 0,310 \text{ atm}$.

◇ CUESTIÓNS

1. Para a reacción en equilibrio: $N_2(g) + 3 H_2(g) \rightleftharpoons 2 NH_3(g)$ $\Delta H^\circ < 0$; explica razoadamente como se desprazará o equilibrio se se engade $H_2(g)$. (A.B.A.U. ord. 20)
2. a) Dada a reacción: $N_2(g) + 3 H_2(g) \rightleftharpoons 2 NH_3(g)$, $\Delta H^\circ < 0$, razoa como inflúe sobre o equilibrio un aumento da temperatura. (A.B.A.U. extr. 19)

Cuestións e problemas das [Probos 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](#).