

## Equilibrio químico en fase gas

### ◊ PROBLEMAS

#### ● Con datos do equilibrio

- Nun reactor de 5 dm<sup>3</sup> introdúcese 15,3 g de CS<sub>2</sub> e 0,82 g de H<sub>2</sub>. 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/dm<sup>3</sup>.
  - Calcula as concentracións molares das especies CS<sub>2</sub>(g), H<sub>2</sub>(g) e H<sub>2</sub>S(g) no equilibrio.
  - Determina o valor de K<sub>c</sub> e discute razoadamente que lle sucederá ó sistema en equilibrio se engadimos máis cantidade de CS<sub>2</sub>(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) [CS<sub>2</sub>] = 0,0302; [H<sub>2</sub>] = 0,0413; [H<sub>2</sub>S] = 0,0200 mol/dm<sup>3</sup>; b) K<sub>c</sub> = 45,3; Desprázase cara á dereita.
- A 670 K, un recipiente de 2 dm<sup>3</sup> contén unha mestura gasosa en equilibrio de 0,003 moles de hidróxeno, 0,003 moles de iodo e 0,024 moles de ioduro de hidróxeno, segundo a reacción:  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HI}(\text{g})$ . Nestas condicións, calcula:
  - O valor de K<sub>c</sub> e K<sub>p</sub>.
  - A presión total no recipiente e as presións parciais dos gases na mestura.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 (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 O<sub>2</sub> nun recipiente pechado de 10 dm<sup>3</sup> 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 Cl<sub>2</sub>.
  - Calcula o valor da constante K<sub>c</sub>.
  - Calcula a presión parcial de cada compoñente no equilibrio e a partir delas calcula o valor de K<sub>p</sub>.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<sub>c</sub> = 2,56 · 10<sup>3</sup>; b) p(HCl) = 0,544 atm; p(O<sub>2</sub>) = 5,44 atm; p(Cl<sub>2</sub>) = p(H<sub>2</sub>O) = 2,18 atm; K<sub>p</sub> = 47,0.
- Nun recipiente de 2,0 L introdúcese 2,1 moles de CO<sub>2</sub> e 1,6 moles de H<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>. Calcula:
  - A concentración de cada especie no equilibrio.
  - O valor das constantes K<sub>c</sub> e K<sub>p</sub> a esa temperatura.(A.B.A.U. ord. 17)  
**Rta.:** a) [CO<sub>2</sub>] = 0,45 mol/dm<sup>3</sup>; [H<sub>2</sub>] = 0,20 mol/dm<sup>3</sup>; [CO] = [H<sub>2</sub>O] = 0,60 mol/dm<sup>3</sup>; b) K<sub>p</sub> = K<sub>c</sub> = 4,0.
- 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 CO<sub>2</sub> nun recipiente de 2 dm<sup>3</sup> a 337 °C e unha cantidade suficiente de H<sub>2</sub>S 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:
  - As concentracións de cada unha das especies no equilibrio.
  - Os valores de K<sub>c</sub> e K<sub>p</sub> 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) [CO<sub>2</sub>] = 0,045; [H<sub>2</sub>S] = 0,145; [COS] = [H<sub>2</sub>O] = 0,00500 mol/dm<sup>3</sup>; b) K<sub>c</sub> = K<sub>p</sub> = 0,0038.
- Introdúcese 0,2 moles de Br<sub>2</sub> 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.
  - Calcula K<sub>c</sub> e K<sub>p</sub>.
  - 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<sub>c</sub> = 5,12; K<sub>p</sub> = 367; b) p(Br<sub>2</sub>) = 5,7 atm; p(Br) = 45,9 atm.
- b) Nun matraz de 1,5 dm<sup>3</sup>, no que se fixo o baleiro, introdúcese 0,08 moles de N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> e quéntase a 35 °C. Parte do N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 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 N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> disociado.

Datos:  $R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{dm}^3\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ ;  $1 \text{ atm} = 101,3 \text{ kPa}$ .

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

**Rta.:** b)  $\alpha = 69 \%$ .

7. Nun reactor de 10 L introdúcese 2,5 moles de  $\text{PCl}_5$  e quéntase ata  $270^\circ\text{C}$ , 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  $5 \text{ dm}^3$ , no que previamente se fixo o baleiro, introdúcese 0,4 moles de  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$  e quéntase a  $400^\circ\text{C}$ , 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  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$  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  $\text{CH}_4$  e 1,0 mol de  $\text{H}_2\text{S}$  á temperatura de  $727^\circ\text{C}$ , 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  $\text{H}_2$  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)  $K_p = 0,0079$ ;  $K_c = 1,2\cdot 10^{-6}$ .

10. Ao quantar  $\text{HgO}(\text{s})$  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  $380^\circ\text{C}$ , 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:  $R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{dm}^3\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ ;  $1 \text{ atm} = 101,3 \text{ kPa}$ .

(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  $530^\circ\text{C}$ . 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  $\text{N}_2\text{O}_4$  gasoso a  $50^\circ\text{C}$  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  $\text{N}_2\text{O}_4$ .

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:  $I_2(g) + Br_2(g) \rightleftharpoons 2 IBr(g)$  cunha  $K_c = 120$ . Nun recipiente de 5,0 dm<sup>3</sup> de capacidade introdúcense 0,0015 moles de iodo e 0,0015 moles de bromo. Calcula:
- A concentración de cada especie cando se alcanza o equilibrio.
  - 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 dm<sup>3</sup> 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 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 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

- 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)
- 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 do Bacharelato para o acceso á Universidade](#) (A.B.A.U. e P.A.U.) en Galiza.

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

## Sumario

### EQUILIBRIO QUÍMICO EN FASE GAS

<u>PROBLEMAS</u> .....	1
<u>Con datos do equilibrio</u> .....	1
<u>Coa constante como dato</u> .....	14
<u>CUESTIÓN</u> .....	20

## Índice de probas A.B.A.U.

2017.....	
1. (ord.).....	4
2. (extr.).....	7
2018.....	
1. (ord.).....	9
2. (extr.).....	13
2019.....	
1. (ord.).....	2
2. (extr.).....	8, 21
2020.....	
1. (ord.).....	11, 20
2. (extr.).....	19
2021.....	
1. (ord.).....	17
2. (extr.).....	16
2022.....	
1. (ord.).....	10
2. (extr.).....	5
2023.....	
1. (ord.).....	1
2. (extr.).....	14