

Equilibrio químico en fase gas

◊ PROBLEMAS

● Con datos do equilibrio

- Introdúcese nun reactor 0,5 moles de $\text{SbCl}_5(\text{g})$ a 25°C , e tras alcanzar o seguinte equilibrio:
 $\text{SbCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SbCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$, obtéñense 0,15 moles de $\text{Cl}_2(\text{g})$, sendo a presión total de 3 atm. Calcula:

 - A presión parcial de cada gas no equilibrio.
 - O valor de K_p e K_c .

(A.B.A.U. extr. 24)

Rta.: a) $p(\text{SbCl}_5)_e = 1,62 \text{ atm}$; $p(\text{SbCl}_3)_e = p(\text{Cl}_2)_e = 0,692 \text{ atm}$; b) $K_p = 0,297$; $K_c = 0,0121$.
- Nun matraz de 5 dm^3 introdúcense 0,80 moles de N_2 e 0,40 moles de O_2 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 N_2 inicial:

 - Calcula o valor da constante K_c .
 - 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.
- Nun reactor de 5 dm^3 introdúcense 15,3 g de CS_2 e 0,82 g de H_2 . 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 $0,01 \text{ mol/dm}^3$.

 - Calcula as concentracións molares das especies $\text{CS}_2(\text{g})$, $\text{H}_2(\text{g})$ e $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ no equilibrio.
 - Determina o valor de K_c e discute razoadamente que lle sucederá ó sistema en equilibrio se engadimos máis cantidade de $\text{CS}_2(\text{g})$ 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.
- Considera o seguinte equilibrio: $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{COS}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$. Introdúcense 4,4 g de CO_2 nun recipiente de 2 dm^3 a 337°C e unha cantidade suficiente de H_2S 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_c e K_p á devandita temperatura.

Datos: $R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$; $1 \text{ atm} = 101,3 \text{ kPa}$. (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) $K_c = K_p = 0,0038$.
- Nun recipiente pechado de 5 dm^3 , no que previamente se fixo o baleiro, introdúcense 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:

 - As presións parciais de cada compoñente da mestura no equilibrio.
 - 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) $K_c = 0,0168$; $K_p = 0,927$.
- Nun recipiente pechado introdúcense 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 atm e a presión total é de 0,85 atm. Calcule:

 - Os moles de cada substancia no equilibrio e o volume do recipiente.
 - 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) $K_p = 0,0079$; $K_c = 1,2 \cdot 10^{-6}$.

7. b) Nun matraz de $1,5 \text{ dm}^3$, no que se fixo o baleiro, introdúcese $0,08$ moles de N_2O_4 e quéntase a $35 \text{ }^\circ\text{C}$. Parte do N_2O_4 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 $2,27 \text{ atm}$. Calcula a porcentaxe de N_2O_4 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) $\alpha = 69 \%$.
8. 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_2 nun recipiente pechado de 10 dm^3 no que previamente se fixo o baleiro. Quéntase a mestura a $390 \text{ }^\circ\text{C}$ e, cando se alcanza o equilibrio a esta temperatura, obsérvase a formación de $0,40$ moles de Cl_2 . Calcula:
 a) O valor da constante K_c .
 b) A presión parcial de cada compoñente no equilibrio e a partir delas calcula o valor de K_p .
 Datos: $R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{dm}^3\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$; $1 \text{ atm} = 101,3 \text{ kPa}$. (A.B.A.U. ord. 19)
Rta.: a) $K_c = 2,56\cdot 10^3$; b) $p(\text{HCl}) = 0,544 \text{ atm}$; $p(\text{O}_2) = 5,44 \text{ atm}$; $p(\text{Cl}_2) = p(\text{H}_2\text{O}) = 2,18 \text{ atm}$; $K_p = 47,0$.
9. 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 $380 \text{ }^\circ\text{C}$, 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) $K_c = 6,1\cdot 10^{-9}$; $K_p = 9,4\cdot 10^{-4}$.
10. Nun reactor de 10 L introdúcese $2,5$ moles de PCl_5 e quéntase ata $270 \text{ }^\circ\text{C}$, 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 $15,7 \text{ atm}$. 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) $K_c = 0,0708$; $K_p = 3,15$.
11. Introdúcese $0,2$ moles de Br_2 nun recipiente de $0,5 \text{ L}$ de capacidade a $600 \text{ }^\circ\text{C}$. 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) $p(\text{Br}_2) = 5,7 \text{ atm}$; $p(\text{Br}) = 45,9 \text{ atm}$.
12. Nun recipiente de $2,0 \text{ L}$ introdúcese $2,1$ moles de CO_2 e $1,6$ moles de H_2 e quéntase a $1800 \text{ }^\circ\text{C}$. 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_2 . 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) $K_p = K_c = 4,0$.

● 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 $530 \text{ }^\circ\text{C}$. 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 N_2O_4 gasoso a $50\text{ }^\circ\text{C}$ producíndose o seguinte equilibrio de disociación: $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2 NO_2(g)$. Se a constante K_p a devandita temperatura é de 1,06; calcula:
- As concentracións dos dous gases tras alcanzar o equilibrio e a porcentaxe de disociación do N_2O_4 .
 - 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) $[N_2O_4] = 0,160\text{ mol/dm}^3$; $[NO_2] = 0,0800\text{ mol/dm}^3$; $\alpha = 20,0\%$;
 b) $p(N_2O_4) = 4,24\text{ atm} = 430\text{ kPa}$; $p(NO_2) = 2,12\text{ atm} = 215\text{ kPa}$; $p = 6,36\text{ atm} = 645\text{ kPa}$.
3. Considera o seguinte equilibrio que ten lugar a $150\text{ }^\circ\text{C}$: $I_2(g) + Br_2(g) \rightleftharpoons 2 IBr(g)$ 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 concentración de cada especie cando se alcanza o equilibrio.
 - As presións parciais e a constante K_p .
- Datos: $R = 8,31\text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 0,082\text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$; $1\text{ atm} = 101,3\text{ kPa}$. (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^3 de volume a unha presión de $0,82\text{ atm}$ e unha temperatura de $227\text{ }^\circ\text{C}$, 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: $R = 8,31\text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 0,082\text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$; $1\text{ atm} = 101,3\text{ kPa}$. (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 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](#).