

EQUILIBRI QUÍMIC

1. S'introdueix en un matràs de 2 litres una mescla de 2 mols de Cl_2 i 2 mols de Br_2 . A una temperatura determinada té lloc la reacció següent:
$$\text{Br}_2(g) + \text{Cl}_2(g) \rightleftharpoons 2 \text{BrCl}(g)$$

Quan s'hi estableix l'equilibri, es determina que s'ha després el 9.8% del Br_2 . Calculeu la constant d'equilibri a aquesta temperatura.
Sol: $K_c = K_p = 0.0472$
2. L'alcohol etílic i l'àcid acètic reaccionen segons:
$$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$$

Es mescla un mol d'alcohol i un mol d'àcid acètic en un recipient d'1 L i s'arriba a l'equilibri quan s'han format 2/3 mols d'èster i 2/3 mols d'aigua. Calculeu:
a) La constant d'equilibri.
b) Les concentracions en l'equilibri quan es mesclen 1 mol d'àcid acètic i 5 mols d'alcohol.
c) Les concentracions en l'equilibri quan es mesclen 1 mol d'èster i 1 mol d'aigua.
d) Les concentracions quan es mesclen 1 mol d'èster, 10 mols d'aigua i 1 mol d'alcohol.
Sol: a) $K_c = 4$; b) $[\text{AcEt}] = [\text{H}_2\text{O}] = 0.945 \text{ M}$, $[\text{AcH}] = 0.055 \text{ M}$, $[\text{EtOH}] = 4.055 \text{ M}$;
c) $[\text{AcEt}] = [\text{H}_2\text{O}] = 2/3 \text{ M}$, $[\text{AcH}] = [\text{EtOH}] = 1/3 \text{ M}$;
d) $[\text{AcEt}] = 0.404 \text{ M}$, $[\text{H}_2\text{O}] = 9.404 \text{ M}$, $[\text{AcH}] = 0.596 \text{ M}$, $[\text{EtOH}] = 1.596 \text{ M}$;
3. La K_c per a la reacció $2 \text{SO}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3(g)$ és 4.5 L/mol a 600 °C. En un atuell d'1 litre es col·loca una quantitat A de SO_3 . La temperatura és de 600 °C. Es deixa que arribi a l'equilibri i s'observa que la quantitat de O_2 que conté l'atuell és d'1 mol. Quina és la quantitat A introduïda a l'atuell?
Sol: 6.243 mols
4. A 700 K es té que $K_p = 1.53$ per a la reacció: $2 \text{HI}(g) \rightleftharpoons \text{H}_2(g) + \text{I}_2(g)$
S'escalfen fins a 700 K, 25.4 g de iode i 0.25 g d'hidrogen en un matràs de 5 litres. Quines són les concentracions en l'equilibri expressades en mol/L?
Sol: $[\text{HI}] = 1.28 \cdot 10^{-2} \text{ M}$, $[\text{H}_2] = 1.86 \cdot 10^{-2} \text{ M}$, $[\text{I}_2] = 1.36 \cdot 10^{-2} \text{ M}$.
5. Sabent que la constant de l'equilibri de la reacció $\text{H}_2(g) + \text{I}_2(g) \rightleftharpoons 2 \text{HI}(g)$ és igual a $K_p = (72/11)^2$ a $T = 440^\circ\text{C}$ i el volum d'1 litre, calculeu la composició de l'equilibri en els casos següents:
a) La mescla inicial està formada per un mol de iode i un mol d'hidrogen.
b) La mescla inicial està formada per dos mols de iode i un mol d'hidrogen.
c) La mescla inicial està formada per 1 mol de iode, 1 mol d'hidrogen i 2 mols de HI.
Sol: a) $n(\text{I}_2) = n(\text{H}_2) = 0.234$, $n(\text{HI}) = 1.532$; b) $n(\text{I}_2) = 1.074$, $n(\text{H}_2) = 0.074$, $n(\text{HI}) = 1.852$;
c) $n(\text{I}_2) = n(\text{H}_2) = 0.468$, $n(\text{HI}) = 3.064$.
6. A 2000 K, la constant de formació del NO a partir dels seus elements segons l'equació:
$$\text{N}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2 \text{NO}(g)$$

val $4 \cdot 10^{-4}$. Si es determina que la pressió del NO en l'equilibri és 0.2 atm i que la pressió del N_2 és igual a la del O_2 , determineu les pressions en l'equilibri dels reaccionants.
Sol: $P_{\text{N}_2} = P_{\text{O}_2} = 10 \text{ atm}$.

7. En un recipient de 4 litres en què prèviament s'ha fet el buit, s'introdueix una determinada quantitat d'hidrogen de manera que la pressió d'aquest gas siga de 0.82 atm a 800 K. Seguidament, s'hi introdueixen 0.2 mols de HI. L'equilibri que s'hi estableix és:
- $$\text{H}_2(g) + \text{I}_2(g) \rightleftharpoons 2 \text{HI}(g)$$
- A 800 K, la constant K_p per a aquest equilibri val 37.2. Calculeu:
- La pressió total en l'equilibri.
 - El grau de dissociació del HI.
 - Les pressions parcials dels tres gasos en l'equilibri.
- Sol: $P_T = 4.01 \text{ atm}$, 13.7 %, $P_{\text{H}_2} = 0.95 \text{ atm}$, $P_{\text{I}_2} = 0.23 \text{ atm}$, $P_{\text{HI}} = 2.83 \text{ atm}$
8. A 1000 °C, $K_p = 31.18$ per a l'equilibri: $2 \text{SO}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3(g)$
 Tenim un recipient de 10 litres que conté solament SO_3 , SO_2 i O_2 en equilibri. Si la pressió total en el recipient és de 5.5 atm i hi ha 3.9 g de O_2 en l'equilibri, quines han de ser les pressions parcials del SO_2 i SO_3 ?
- Sol: $P_{\text{SO}_3} = 3.65 \text{ atm}$, $P_{\text{SO}_2} = 0.58 \text{ atm}$
9. Una mescla del 10% en volum de SO_2 i 90% de O_2 es fa passar a través de Pt en un aparell de contacte en el qual el 90% de SO_2 es transforma en SO_3 a 575 °C. Calculeu la constant d'equilibri de la reacció: $2 \text{SO}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3(g)$
 si s'expressen les concentracions en pressions parcials i la pressió total és d'1 atm.
- Sol: $K_p = 90.5$
10. Una mescla de nitrogen i hidrogen, en la relació volumètrica i molar d'1 a 3, s'introdueix en un recipient i es calfa a 400 °C. La pressió de la mescla dels gasos quan s'arriba a l'equilibri és de 50 atm i s'observa que hi ha un 15.11% de NH_3 . Calculeu la constant K_p si l'equació de l'esmentat procés és: $\text{N}_2(g) + 3 \text{H}_2(g) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(g)$
- Sol: $K_p = 1.7 \cdot 10^{-4}$
11. Una mostra que conté 0.8 mols de POCl_3 és introduïda en un recipient tancat de 0.5 litres a una temperatura determinada. Quan s'arriba a l'equilibri en la reacció de dissociació $\text{POCl}_3(g) \rightleftharpoons \text{POCl}(g) + \text{Cl}_2(g)$ es determina que se n'ha dissociat el 32.4%. Calculeu la constant d'equilibri de la reacció.
- Sol: $K_c = 0.25 \text{ mol/L}$
12. A 1000 °C i a la pressió total de 30 atm, l'equilibri corresponent al procés: $\text{CO}_2(g) + \text{C}(s) \rightleftharpoons 2 \text{CO}(g)$
 és tal que el 17% en volum dels gasos estan constituïts per CO_2 . Quin seria el tant per cent d'aquest darrer si la pressió fóra de 20 atm? Estan els resultats d'acord amb el principi de Le Chatelier? Expliqueu-ho.
- Sol: 13 % CO_2 , 87% CO .
13. Una mostra d'1 L d'aire a 1.5 atm i 900 °C es compon de 78% de N_2 , 21 % de O_2 i 3200 ppm de NO. La mostra de gas es du a l'equilibri usant un catalitzador heterogeni: $\text{N}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2 \text{NO}(g)$ $K_p = 10^{-5}$
 Quines són les pressions parcials de $\text{N}_2(g)$, $\text{O}_2(g)$ i $\text{NO}(g)$ en l'equilibri?
- Sol: $P_{\text{N}_2} = 1.711 \text{ atm}$, $P_{\text{O}_2} = 0.3165 \text{ atm}$, $P_{\text{NO}} = 1.92 \cdot 10^{-3} \text{ atm}$,

14. Per a la reacció $\text{N}_2\text{O}_4(g) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(g)$ $K_p = 0.113$
 Un matràs de 0.75 L conté 0.971 mols de N_2O_4 i 0.0580 mols de NO_2 a una temperatura de 25 °C. A la mateixa temperatura es connecta aquest matràs amb un altre, en què prèviament s'ha fet el buit i es deixa que la mescla de gasos s'expandisca ocupant ambdós matrassos. Quina és la composició de la mescla gasosa quan es restableix l'equilibri en el sistema format pels dos matrassos.
 Sol: $n(\text{N}_2\text{O}_4) = 0.943$; $n(\text{NO}_2) = 0.114$
15. La reacció següent es fa servir en alguns dispositius per a respirar com a font de $\text{O}_2(g)$
 $4\text{KO}_2(s) + 2 \text{CO}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{K}_2\text{CO}_3(s) + 3 \text{O}_2(g)$ $K_p(25^\circ\text{C}) = 28.5$
 Supposeu que s'afegeix una mostra de $\text{CO}_2(g)$ a un matràs que conté $\text{KO}_2(s)$, en el qual s'ha fet prèviament el buit i que s'hi estableix l'equilibri. Si la pressió parcial del $\text{CO}_2(g)$ és 0.0721 atm, determineu la pressió parcial de l'oxigen i la pressió total en l'equilibri.
 Sol: 0.525 atm, 0.597 atm
16. K_p és 0.05 a 20 °C per a la reacció: $\text{NH}_4\text{SH}(s) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S}(g) + \text{NH}_3(g)$
 S'introdueixen 0.06 mols de NH_4SH sòlid en un flascó de 2.4 litres a aquesta temperatura.
 a) Calculeu el percentatge de sòlid descompost en l'equilibri.
 b) Calculeu el nombre de mols de NH_3 que cal introduir a l'atuell per reduir la descomposició del sòlid a l'1%.
 Sol: 37.2 %, $n(\text{NH}_3) = 0.83$
17. En un recipient que conté un excés de sofre s'ha introduït CO fins a una pressió de 2 atm. Quan s'hi arriba a l'equilibri, la pressió total és d'1.03 atm.
 a) Calculeu K_p per a l'equilibri: $\text{S}(s) + 2 \text{CO}(g) \rightleftharpoons \text{SO}_2(g) + 2 \text{C}(s)$
 b) Si a la mateixa temperatura es fan passar 2 mols de SO_2 sobre carbó en excés, tot mantenint la pressió d'equilibri a 2 atm, calculeu el pes de sofre en l'equilibri.
 Sol: $K_p = 269.44$; 1.378 g S.
18. El FeSO_4 experimenta la descomposició següent:
 $2\text{FeSO}_4(s) \rightleftharpoons \text{Fe}_2\text{O}_3(s) + \text{SO}_2(g) + \text{SO}_3(g)$
 A 929 K, la pressió gasosa total és de 0.9 atm. Calculeu: a) K_p a aquesta temperatura.
 b) La pressió total en l'equilibri que s'obtindrà si a l'esmentada temperatura s'introdueix FeSO_4 en excés en un recipient amb una pressió inicial de SO_2 de 0.6 atm.
 Sol: $K_p = 0.20$; $P_T = 1.08$ atm.
19. Considereu l'equilibri: $\text{N}_2(g) + 3 \text{H}_2(g) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(g)$
 En taules termodinàmiques es troben els valors: $K_p = 5.97 \cdot 10^5$ i $\Delta H^\circ = -22.04$ kcal a 298 K. Calculeu la constant d'equilibri a 1000 K suposant que ΔC_p° és insignificant entre 298 i 1000 K.
 Sol: $K_p(1000) = 4 \cdot 10^{-7}$
20. A 298 K, K_p té el valor de 10^{-5} per a l'equilibri: $\text{CO}_2(g) + \text{H}_2(g) \rightleftharpoons \text{CO}(g) + \text{H}_2\text{O}(g)$ i ΔS° es -10 cal (ΔH° i ΔS° no varien pràcticament amb la temperatura). 1 mol de CO, 2 mols de H_2 i 3 mols de CO_2 són introduïts en un recipient de 5 litres a 298 K. Calculeu:
 a) ΔG° i ΔH° a 298 K. b) La pressió total i els mols de cada espècie present en l'equilibri. c) K_p a 100 °C.
 Sol: a) 6.82 kcal/mol, 3.84 kcal/mol, b) $P_T = 29.32$ atm, $n(\text{H}_2\text{O}) = 6 \cdot 10^{-5}$, $n(\text{CO}) = 1$, $n(\text{CO}_2) = 3$, $n(\text{H}_2) = 2$; c) $K_p(373 \text{ K}) = 3.68 \cdot 10^{-5}$