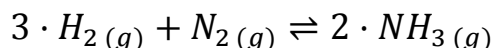


EJERCICIOS DE EQUILIBRIO QUÍMICO

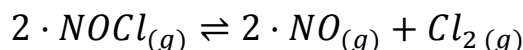
1. La constante del siguiente equilibrio:



Es 0,55 a 150 °C y 200 atm de presión. ¿Cuál es la concentración de amoníaco cuando las concentraciones de $N_2(g)$ e $H_2(g)$ en el equilibrio son 0,20 M y 0,10 M respectivamente.

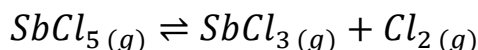
Sol. 0,01 M.

2. Se ha estudiado la reacción del equilibrio siguiente:



A 735 K y en un volumen de 1 litro. Inicialmente en el recipiente se introdujeron 2 moles de $NOCl(g)$. Una vez establecido el equilibrio se comprobó que se había dissociado un 33 % del compuesto. Calcula k_c e indica hacia donde se desplazará el equilibrio si se aumenta la presión. Razona la respuesta. Sol. 0,083 M y se desplaza hacia la izquierda (Le Chatelier).

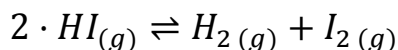
3. Para la reacción siguiente:



A la temperatura de 182 °C la k_c vale $9,32 \cdot 10^{-2}$. En un recipiente de 0,40 litros se introducen 0,2 moles de $SbCl_5(g)$ y se eleva la temperatura hasta 182 °C hasta que se establece el equilibrio anterior. Calcula:

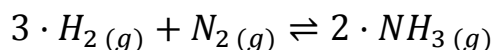
- La concentración de las especies presentes en el equilibrio. Sol. 0,326 M; 0,174 M; 0,174 M.
 - La presión de la mezcla gaseosa. 25 atm.
4. Calcula los valores de k_c y k_p a 250 °C en la reacción de formación de yoduro de hidrógeno a partir de hidrógeno gaseoso y yodo gaseoso, sabiendo que el volumen del recipiente de reacción es de 10 litros y que partiendo de 2 moles de yodo gas y 4 moles de hidrógeno gas se han obtenido 3 moles de yoduro de hidrógeno. Sol. 7,2; 7,2.

5. Para la reacción siguiente:



Si a 500 °C se introducen en un recipiente de 5 L exactamente 3 moles de $HI(g)$, 2 moles de $H_2(g)$, y 1 mol de $I_2(g)$, calcula la concentración de las distintas especies en el equilibrio. Datos: $k_c = 0,025$. Sol. 0,862 M; 0,269 M; 0,069 M.

6. En un recipiente metálico de 2,0 litros se introducen 28 g de nitrógeno gas y 3,23 g de hidrógeno gas. Se cierra y se calienta a 350 °C. Una vez alcanzado el equilibrio, se encuentran 5,11 g de amoníaco gas. Calcular los valores de k_c y k_p de la reacción siguiente a la temperatura de 350 °C:



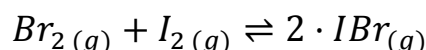
Sol. 0,257 y $9,85 \cdot 10^{-5}$

7. Cuando el cloruro amónico se calienta a 275 °C en un recipiente cerrado de 1 litro, se descompone alcanzándose el siguiente equilibrio:



En el que $k_p = 1,04 \cdot 10^{-2}$. En un matraz cerrado se ponen 0,98 gramos de cloruro amónico y se alcanza el equilibrio a 275 °C. Hallar la cantidad de cloruro amónico que quedará sin descomponer en el equilibrio. Sol. 0,8587 g.

8. En un recipiente cerrado de 400 ml, en el que previamente se ha hecho vacío, se introducen 2,032 g de yodo sólido y 1,280 g de bromo líquido. Se eleva la temperatura a 200 °C y se alcanza el siguiente equilibrio:

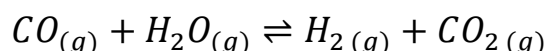


Si se sabe que $k_c (200 \text{ }^\circ\text{C}) = 280$, calcula para la situación de equilibrio:

- Las concentraciones molares y la presión total. Sol. 0,0021 M; 0,0021 M; 0,0358 M; 1,39 atm.
 - La composición en volumen de la mezcla gaseosa. Sol. 5,25 %; 5,25 %; 89,5 %.
 - k_p para este equilibrio. Sol. 280.
9. En un recipiente de 2,0 litros de capacidad en el que previamente se ha realizado el vacío, se introduce amoniaco a una temperatura de 20 °C y se observa que el recipiente alcanza una presión de 14,7 atm. A continuación se calienta el recipiente hasta 300 °C y tras un tiempo se alcanza el equilibrio, momento en que la presión del recipiente es de 50 atmósferas. Determina el grado de disociación del amoniaco a dicha presión y temperatura y las concentraciones de las tres sustancias en el equilibrio. Sol. $\alpha = 0,739$; 0,160 M; 0,678 M; 0,226 M.
10. Una muestra de 2 moles de yoduro de hidrógeno se introduce en un recipiente de 5 litros. Cuando se calienta el sistema hasta una temperatura de 900 K el yoduro de hidrógeno se disocia en yodo gas e hidrógeno gas, cuya constante es $k_c = 3,8 \cdot 10^{-2}$. Determina el grado de disociación del yoduro de hidrógeno. Sol. 0,28.

11. A 200 °C y presión de 1 atmósfera, el $PCl_5_{(g)}$ se disocia en $PCl_3_{(g)}$ y $Cl_2_{(g)}$ en 49,5 %. Calcule la k_c y k_p y el grado de disociación a la misma temperatura pero a 10 atmósferas de presión. Explique en función del principio de Le Chatelier si el resultado obtenido es correcto. Sol. $8,4 \cdot 10^{-3}$ y 0,325; $\alpha = 0,177$.

12. La siguiente reacción:



Tiene una constante k_c de 8,25 a 900 °C. En un recipiente de 25 litros se mezclan 10 moles de $CO_{(g)}$ y 5 moles de $H_2O_{(g)}$ a 900 °C. Calcule en el equilibrio:

- Las concentraciones de todos los compuestos. Sol. 0,2184 M; 0,0184 M; 0,1816 M; 0,1816 M.
- La presión total de la mezcla. Sol. 55,25 atm.

EJERCICIOS DE EQUILIBRIO QUÍMICO EBAU ASTURIAS

13. **2019_Junio (2,5 ptos).** Experimentalmente se determinó que en 250 mL de una disolución acuosa saturada de carbonato de calcio, $CaCO_3$, a 25 °C, hay 1,3 mg de sal disueltos.

- Calcule el valor de la constante del producto de solubilidad del $CaCO_3$ en agua a 25 °C.
- Calcule la concentración máxima de Ca^{2+} que puede estar disuelto en una disolución acuosa que presenta una $[CO_3^{2-}] = 1,5 \cdot 10^{-4} M$, a 25 °C.

Datos. Masas atómicas: Ca = 40 u; C = 12 u; O = 16 u.

14. **2019_Julio (2,5 ptos).** A 250 mL de agua se añade 1 mg de cloruro de plata, $AgCl_{(s)}$, a 25 °C. Determine:

- Si se disolverá todo el sólido añadido.
- La $[Ag^+]$ en la disolución.

Datos. Masas atómicas: Ag = 107,9 u; Cl = 35,45 u. $k_{ps}(AgCl) = 1,8 \cdot 10^{-10}$

15. **2019_Julio (2,5 ptos).** Para la reacción química a 425 °C $I_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons 2 \cdot HI_{(g)}$, $k_c = 54,8$ cuando las concentraciones se expresan en mol·L⁻¹. En un recipiente cerrado de 5 L, en el que inicialmente se ha realizado el vacío, se introducen 13 g de $I_{2(g)}$, 2,02 g de $H_{2(g)}$ y 20,04 g de $HI_{(g)}$. La mezcla se calienta a 425 °C.

- Indique, de forma razonada, el sentido en el que el sistema evolucionará de forma espontánea para alcanzar el estado de equilibrio.
- Calcule el valor de la concentración en el equilibrio de cada una de las sustancias que intervienen en la reacción.

Datos. Masas atómicas: I = 126,91 u; H = 1,01 u.

16. **2018_Junio (2,5 ptos).** A 25 °C la constante del producto de solubilidad del sulfato de plomo(II), $PbSO_4$, es $1,6 \cdot 10^{-8}$. Calcule:

- La solubilidad del $PbSO_4$ en agua a 25 °C, expresada en g de soluto/100 mL de disolución.
- El volumen mínimo de disolución acuosa en que se disuelven completamente 10 mg de $PbSO_4$ a 25 °C.

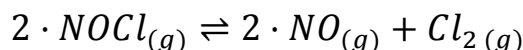
Datos. Masas atómicas: Pb = 207,2 u; S = 32 u; O = 16 u.

17. **2018_Julio (2,5 ptos).** El valor de la constante del producto de solubilidad del bromuro de plata en agua a 25 °C es $2,8 \cdot 10^{-9}$.

- Calcule la solubilidad del bromuro de plata en agua a 25 °C.
- Si se añaden 5 mg de bromuro de plata a la cantidad de agua necesaria para completar 100 mL de disolución a 25 °C ¿Se disolverá todo el bromuro de plata añadido? Si la respuesta es negativa ¿Qué porcentaje del bromuro de plata añadido quedará sin disolver?

Datos. Masas atómicas: Ag = 107,9 u; Br = 79,9 u.

18. **2017_Junio (2,5 pts)**. En un recipiente cerrado de 2 L, en el que inicialmente se ha realizado el vacío, se introducen 0,1 moles de $NOCl_{(g)}$, 0,1 moles de $NO_{(g)}$ y 0,05 moles de $Cl_{2(g)}$. La mezcla gaseosa se calienta a 300 °C, alcanzándose el equilibrio:

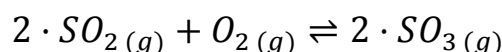


En el equilibrio, el número total de moles gaseosos ha disminuido un 7,2 %. Calcule el valor de k_c para la reacción en equilibrio a 300 °C tal y como está escrita.

19. **2017_Junio (2,5 pts)**. En una disolución acuosa saturada de carbonato de bario, $BaCO_3$, la concentración del anión carbonato es $8,3 \cdot 10^{-5} M$.

- Calcule la constante del producto de solubilidad del carbonato de bario.
- Determine si se formará un precipitado de carbonato de bario al añadir a 100 mL de agua 30 mL de una disolución acuosa $10^{-3} M$ de nitrato de bario, $Ba(NO_3)_2$, y 20 mL de una disolución acuosa $10^{-3} M$ de carbonato de sodio, Na_2CO_3 .

20. **2017_Julio (2,5 pts)**. En un recipiente cerrado de 2 L, en el que inicialmente se ha realizado vacío, se introducen 0,5 moles de $SO_{2(g)}$, 0,2 moles de $O_{2(g)}$ y 0,5 moles de $SO_{3(g)}$. La mezcla se calienta a 1000 K, alcanzándose el equilibrio representado por la reacción:



En el equilibrio, la presión parcial del $SO_{2(g)}$ es de 10 atm.

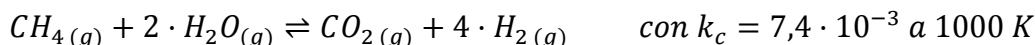
- Indique, de forma razonada, el sentido en el que evolucionará el sistema para alcanzar el equilibrio.
 - Calcule el valor de k_c para la reacción en equilibrio a 1000 K, tal y como está escrita.
21. **2016_JunioFG (1 pto)**. Calcule el número de moles de $CaSO_4$ disueltos en 100 mL de una disolución acuosa saturada de la sal a 25 °C. Dato: $k_{ps}(CaSO_4) = 9,1 \cdot 10^{-6}$.

22. **2016_JunioFG (2,5 pts)**. Determine si se formará precipitado cuando a 100 mL de agua destilada se añaden 100 mL de disolución acuosa 0,01 M de sulfato de sodio, Na_2SO_4 , y 10 mg de nitrato de plomo(II), $Pb(NO_3)_2$, sólido. Suponga que los volúmenes son aditivos y que el volumen de $Pb(NO_3)_2$ sólido puede despreciarse.

Datos: $k_{ps}(PbSO_4) = 1,6 \cdot 10^{-8}$. Masas atómicas: $Pb = 207,2 u$; $N = 14 u$; $O = 16 u$.

23. **2016_JunioFE (1 pto)**. Un tubo de ensayo contiene 5 mL de una disolución acuosa de nitrato de plata, $AgNO_3$, a la que se añade, gota a gota, una disolución acuosa de cloruro de sodio, $NaCl$, hasta la formación de un precipitado claramente visible. Escriba la fórmula química del compuesto que precipita. ¿Qué reactivo utilizaría para disolver el precipitado formado? Justifique la respuesta.

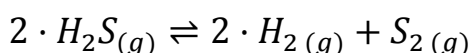
24. **2016_JunioFE (2,5 ptos).** En un matraz de 5,0 L, en el que previamente se ha realizado vacío, se introducen 0,1 moles de cada uno de los siguientes gases: $CH_4(g)$, $H_2O(g)$, $CO_2(g)$ e $H_2(g)$. Se eleva la temperatura del recipiente hasta 1000 K, alcanzándose el equilibrio:



- o. Justifique si la mezcla gaseosa inicial se encuentra en equilibrio, o no, a 1000 K, y el sentido en que evolucionará el sistema para alcanzar el equilibrio.
- p. Si la presión total de la mezcla gaseosa en equilibrio a 1000 K es de 7 atm, calcule su composición, en moles de cada gas.

Dato: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

25. **2015_JunioFG (2,5 ptos).** En un recipiente cerrado de 0,5 L, en el que previamente se ha realizado el vacío, se introducen 1,0 g de $H_2(g)$ y 1,06 g de $H_2S(g)$. Se eleva la temperatura de la mezcla hasta 1670 K, alcanzándose el equilibrio:



En el equilibrio, la fracción molar de $S_2(g)$ en la mezcla gaseosa es 0,015. Calcule el valor de k_p para el equilibrio a 1670 K.

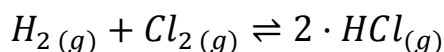
Datos: $M(H) = 1 \text{ u}$; $M(S) = 32 \text{ u}$; $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \text{mol}^{-1}$

26. **2015_JunioFE (1 pto).** Calcule los moles de carbonato de calcio sólido, $CaCO_3(s)$, que se obtienen al evaporar a sequedad 100 mL de una disolución acuosa saturada de carbonato de calcio.

Datos: $k_{ps}(CaCO_3) = 4,5 \cdot 10^{-9}$

27. **2015_JunioFE (2,5 ptos).** Determine si se formará precipitado cuando se mezclan 250 mL de agua destilada con 30 mL de disolución acuosa 0,1 M de nitrato de bario, $Ba(NO_3)_2$, y con 20 mL de disolución acuosa de carbonato de sodio, Na_2CO_3 , 0,015 M. Suponga que los volúmenes son aditivos. Datos: $k_{ps}(BaCO_3) = 5,0 \cdot 10^{-9}$

28. **2014_JunioFG (2,5 ptos).** En un recipiente cerrado de 100 L, en el que previamente se ha realizado el vacío, se introducen 0,2 moles de $H_2(g)$ y 0,2 moles de $Cl_2(g)$. Se eleva la temperatura de la mezcla hasta 2400 K, alcanzándose el equilibrio:



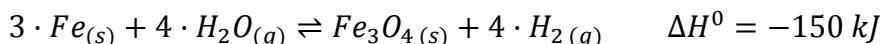
Calcule:

- a. La presión total de la mezcla gaseosa en el equilibrio y el tanto por ciento de $Cl_2(g)$ que se convertirá en $HCl(g)$.
- b. El valor de k_p a 2400 K.

Dato: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \text{mol}^{-1}$

29. **2014_JunioFE (1 pto).** En un tubo de ensayo se vierten 5 mL de disolución acuosa de cloruro de sodio, NaCl, a la que se añaden unas gotas de disolución acuosa de nitrato de plata, $AgNO_3$, hasta la formación de un precipitado claramente visible. Escriba la fórmula química del compuesto que precipita. Se añade a continuación gota a gota una disolución acuosa de amoníaco. Indique y explique el cambio que se observa.

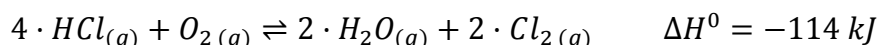
30. **2010_JunioFE (1 pto).** Para la reacción:



Explique el efecto de cada uno de los siguientes factores en la cantidad de $H_2_{(g)}$ presente en la mezcla en equilibrio: i) elevar la temperatura de la mezcla; ii) duplicar el volumen del recipiente que contiene la mezcla, sin modificar la temperatura.

Nota del profesor: el $Fe_3O_{4(s)}$ es magnetita, un mineral de hierro constituido por óxido de hierro(II) y óxido de hierro(III), cuya fórmula se puede escribir también como $FeO \cdot Fe_2O_3$

31. **2010_SeptiembreFE (1 pto).** Para la reacción en equilibrio:



Explique el efecto que sobre la cantidad de $Cl_{2(g)}$ en el equilibrio tendrá:

- La adición a la mezcla en el equilibrio de una masa adicional de $O_{2(g)}$ a volumen constante.
- Transferir la mezcla en equilibrio a un recipiente con un volumen doble, a la misma temperatura.

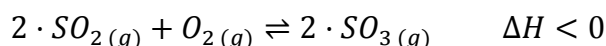
32. **2016_JulioFE (1 pto).** Para la siguiente reacción endotérmica de descomposición:



Explique el efecto que sobre la concentración de $NH_{3(g)}$ en el equilibrio tendrá:

- Elevar la temperatura de la reacción manteniendo el volumen constante.
- La adición de $NH_4HS_{(s)}$ al sistema en equilibrio.

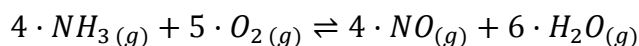
33. **2016_JulioFG (1 pto).** Para la reacción química en equilibrio:



Indique y justifique cómo afectan al valor de las concentraciones de las sustancias en el equilibrio los siguientes cambios:

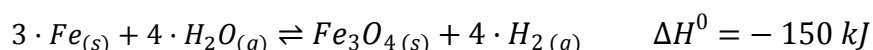
- Disminución del volumen del recipiente a temperatura constante.
- Aumento de la temperatura manteniendo el volumen constante.

34. **2015_JulioFG (1 pto).** Considere la reacción en equilibrio:



Explique como afecta al rendimiento del $NO_{(g)}$ en el equilibrio una disminución del volumen del recipiente en el que ocurre la reacción a temperatura constante.

35. **2014_JulioFG (1 pto).** Para la reacción:



Explique el efecto de cada uno de los siguientes factores en la cantidad de $H_2_{(g)}$ presente en la mezcla en equilibrio:

- Elevar la temperatura de la mezcla.
- Duplicar el volumen del recipiente que contiene la mezcla manteniendo la temperatura constante.