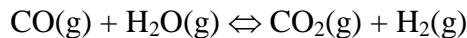


Ejercicios Equilibrio Químico

1. En un recipiente de 10,0 L a 800K, se encierran 1,00 mol de CO(g) y 1,00 mol de H₂O(g). Cuando se alcanza el equilibrio:



se hallan presentes 0,665 moles de CO₂ y 0,665 moles de H₂.

- ¿Cuáles son las concentraciones de los cuatro gases en el equilibrio?
- ¿Cuál es el valor de Kc para dicha reacción a 800K?



Le Chatelier



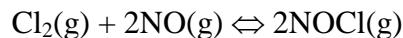
2. En un matraz de un litro, hay 0,00400 mol de N₂O₄ en equilibrio con 0,120 moles de NO₂, a 100°C. Hallar el valor de Kc para la reacción.



3. Dado el valor Kc = 2,00·10⁻¹⁰, a 25,0°C, para la reacción:



Calcula el valor de Kc para la reacción:



4. La constante de equilibrio de la reacción de disociación del oxígeno molecular, representada por la ecuación:



vale, a 25,0°C, Kc = 1,00·10⁻³⁴. Razónese cómo se encuentra el oxígeno de tu habitación.

5. Se desea eliminar el hidrógeno molecular presente en un matraz. Razónese que será mejor introducir, ¿Br₂ ó Cl₂?



6. Escribe la expresión de la constante de equilibrio para las siguientes reacciones:



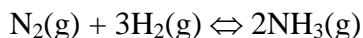
- b) $3\text{Fe(s)} + 4\text{H}_2\text{O(g)} \rightleftharpoons \text{Fe}_3\text{O}_4\text{(s)} + 4\text{H}_2\text{(g)}$
- c) $2\text{NaHCO}_3\text{(s)} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{CO}_3\text{(s)} + \text{H}_2\text{O(g)} + \text{CO}_2\text{(g)}$
- d) $2\text{Hg(l)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{Hg}_2\text{Cl}_2\text{(s)}$

7. En un recipiente a volumen constante, que se mantiene a 959 K, se introduce dióxido de carbono e hidrógeno. Sus presiones parciales antes de reaccionar son 1,00 atm para el CO₂ y 2,00 atm para el hidrógeno. Se verifica entonces la reacción:

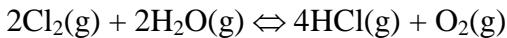


En el equilibrio, la presión parcial del agua es de 0,570 atm. Calcular las presiones parciales de CO₂, H₂ y CO en el equilibrio y el valor de K_p para la reacción.

8. A 700 K, 1,00 mol de N₂ y 4,00 moles de H₂ (ambos gaseosos) reaccionan para formar 1,30 moles de amoniaco gaseoso, en un recipiente de 10,0 litros de capacidad. Calcular la constante de equilibrio, K_p, para la formación de amoniaco a esa temperatura y las presiones parciales de cada gas en el equilibrio.



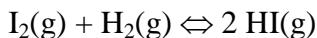
9. Suponiendo que en la siguiente reacción exotérmica se ha alcanzado el equilibrio:



¿Qué le sucederá al nº de moles de agua si;

- a) ¿Se introduce oxígeno?
- b) ¿Se introduce Cl₂?
- c) ¿Se retira HCl?
- d) ¿Se disminuye el volumen del recipiente?
- e) ¿Se baja la temperatura?

10. En un recipiente de 10,0 L de capacidad a la temperatura de 500°C, se introducen 0,500 moles de hidrógeno y 0,500 moles de yodo. La constante de equilibrio K_c para la reacción:



a la temperatura dada es 50.

- a) Calcular el valor de K_p a 500°C.

- b) Calcular la presión total en el recipiente, una vez alcanzado el equilibrio.
- c) Calcular las presiones parciales de cada uno de los componentes, una vez alcanzado el equilibrio.
- 11.** En un matraz de 1,00 L y a 400°C, se introducen 0,0300 moles de ioduro de hidrógeno gaseoso y se cierra. Una vez alcanzado el equilibrio el ioduro de hidrogeno se ha descompuesto parcialmente en iodo e hidrógeno gaseosos, siendo la fracción molar del ioduro de hidrógeno en equilibrio igual a 0,800. Calcular:
- $$2 \text{ HI(g)} \rightleftharpoons \text{I}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$$
- a) El valor de la constante de equilibrio Kc.
- b) La presión total y la de cada uno de los componentes en el estado de equilibrio.
- c) El valor de la constante de equilibrio Kp.
- 12.** Cuando se hace reaccionar cloruro de hidrógeno con oxígeno de acuerdo con la ecuación:
- $$4\text{HCl(g)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O(g).}$$
- se encuentra que en un recipiente de 50,3 L y a una temperatura de 613 K se hallan en equilibrio 0,398 moles de cloro, 0,398 moles de agua, 0,163 moles de cloruro de hidrogeno y 0,0408 moles de oxígeno. Hallar:
- a) Las presiones parciales de cada gas.
- b) El valor de Kp.
- c) Las concentraciones de cada sustancia en moles/litro y el valor de Kc.
- 13.** Un recipiente de 100 mL de capacidad contiene a 27,0° C una mezcla gaseosa en equilibrio de 0,138 g de dióxido de nitrógeno y 0,552 g de tetróxido de dinitrógeno. Calcular las constantes de equilibrio Kp y Kc para la reacción reversible de disociación del tetróxido de dinitrógeno a dicha temperatura.
- $$\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g})$$



14. La ecuación de descomposición exotérmica del carbonato de calcio viene dada por:



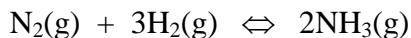
Indicar el efecto que producirá en el equilibrio:

- a) Un aumento de temperatura.
- b) Un aumento de presión. ¿Que condiciones serían las más favorables para obtener CaO a partir de CaCO₃ a escalas industriales?

15. La combustión completa de propano a dióxido de carbono gas y agua líquida es de carácter exotérmico a temperatura ambiente. Haciendo uso de la expresión correspondiente a la constante de equilibrio, explicar el efecto sobre la concentración de dióxido de carbono de cada uno de los cambios siguientes:

- a) Una disminución de la temperatura.
- b) Un aumento de la presión total.
- c) La adición de un catalizador.

16. En un recipiente de 10,0 litros hay en equilibrio a 27,0° C, 1,00 mol de amoniaco, 10,0 moles de nitrógeno y 16,0 moles de hidrógeno en forma gaseosa.



- a) Calcular la constante de equilibrio de formación del amoniaco.
- b) Estudiar el efecto que sobre el equilibrio tendría:
 - 1) Un aumento de la presión total.
 - 2) Un aumento de la temperatura siendo una reacción endotérmica

17. Razona el efecto que tiene sobre el equilibrio exotérmico:



- a) Una disminución de la temperatura.
- b) Un aumento de la presión total.
- c) Una disminución de la presión parcial de oxígeno.
- d) El empleo de un catalizador.

Indicar en que casos se modifica la constante de equilibrio.

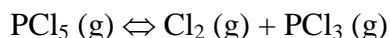
18. Para la siguiente reacción:



la constante de equilibrio, K_c , a $22,0^\circ\text{C}$ es $4,66 \cdot 10^{-3}$.

- Si se inyectan 0,800 moles de N_2O_4 en un recipiente cerrado de 1,00 litro de capacidad, a $22,0^\circ\text{C}$, ¿Cuáles serán las concentraciones de ambos gases en el equilibrio?
- ¿Cuáles serían las concentraciones, en el equilibrio, si se reduce el volumen a la mitad y se mantiene constante la temperatura?

19. Cuando se calienta PCl_5 en un recipiente cerrado a 250°C y 1,00 atm de presión se disocia el 80,0% según la reacción:



Calcula K_p .

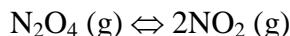
20. En un recipiente de 1,00 L, a 2000 K , se introducen $6,10 \cdot 10^{-3}$ moles de CO_2 y una cierta cantidad de H_2 produciéndose la reacción:



Si cuando se alcanza el equilibrio, la presión total es de 6,00 atm, calcule:

- la cantidad inicial de H_2
- la cantidad de todas las especies químicas presentes en el equilibrio.

21. A $25,0^\circ\text{C}$ el valor de la constante K_p es 0,114 para la reacción en equilibrio:



En un recipiente de un litro de capacidad se introducen 0,0500 moles de N_2O_4 a $25,0^\circ\text{C}$.

Calcule, una vez alcanzado el equilibrio:

- El porcentaje de disociación del N_2O_4
- Las presiones parciales de N_2O_4 y de NO_2

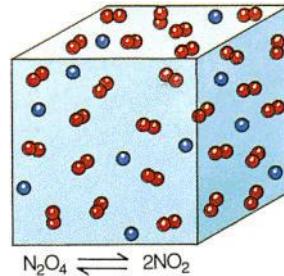
22. Para la reacción exotérmica:



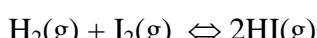
Indique razonadamente si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- a) La constante de equilibrio aumenta al adicionar NO
b) Una disminución de temperatura favorece la obtención de N₂ y O₂
- 23.** Al calentar PCl₅(g) a 250°C, en un reactor de 1,00 litro de capacidad, se descompone según:
- $$\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$$
- Si una vez alcanzado el equilibrio, el porcentaje de disociación es 80,0% y la presión total es de 1,00 atm, calcule la cantidad inicial de PCl₅
- 24.** En un matraz de 5,00 litros se introduce CaCO₃ y se calienta a 1000 K, estableciéndose el equilibrio:
- $$\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \quad K_c = 4,00 \cdot 10^{-2}$$
- a) ¿Qué masa de CaO se obtiene?
b) ¿Qué cantidad de CaCO₃ se habrá transformado?
- 25.** En un recipiente de 3,00 litros se introducen 0,600 moles de HI(g), 0,300 moles de H₂(g) y 0,300 moles de I₂(g) a 490° C, estableciéndose:
- $$2\text{HI}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \quad K_c = 0,0220$$
- a) Justifique que el sistema no se encuentra en equilibrio.
b) Calcule la concentración de HI, H₂ y I₂ una vez alcanzado el equilibrio.
- 26.** Dado el equilibrio endotérmico:
- $$\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{C}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$$
- Señale, razonadamente, cuál de las siguientes medidas produce un aumento de la concentración de monóxido de carbono:
- a) Elevar la temperatura
b) Retirar vapor de agua de la mezcla en el equilibrio
c) Introducir H₂ en la mezcla en equilibrio.
- 27.** En la reacción: $\text{Br}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Br}(\text{g})$
La constante de equilibrio K_c, a 1200°C, vale $1,04 \cdot 10^{-3}$.

- a) Si la concentración inicial de bromo molecular es 1,00 M, calcule la concentración de bromo atómico en el equilibrio.
- b) ¿Cuál es el porcentaje de disociación del Br_2 ?
- 28.** En un recipiente de 10,0 litros se introducen 2,00 moles de compuesto A y 1,00 mol del compuesto B. Se calienta a 300°C y se establece el siguiente equilibrio:
- $$\text{A(g)} + 3\text{B(g)} \rightleftharpoons 2\text{C(g)}$$
- Sabiendo que cuando se alcanza el equilibrio el número de moles de B es igual al de C. Calcule:
- a) Las concentraciones de cada componente en el equilibrio.
- b) El valor de las constantes de equilibrio K_c y K_p a esa temperatura.
- 29.** En un recipiente de 2,00 litros que se encuentra a 25,0° C, se introducen 0,500 gramos de N_2O_4 en estado gaseoso y se produce la reacción:
- $$\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g}) \quad K_p=0,114$$
- Calcule:
- a) La presión parcial ejercida por el N_2O_4 en el equilibrio.
- b) El porcentaje de disociación del N_2O_4 .
- 30.** Para el siguiente equilibrio:
- $$\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$$
- Indique, razonadamente, el sentido en que se desplaza el equilibrio cuando:
- a) Se agrega cloro gaseoso a la mezcla en equilibrio.
- b) Se aumenta la temperatura.
- c) Se aumenta la presión del sistema.
- 31.** Se introduce una mezcla de 0,500 moles de H_2 y 0,500 moles de I_2 en un recipiente de 1,00 litro y se calienta a la temperatura de 430° C. Calcule:
- a) Las concentraciones de H_2 , I_2 y HI en el equilibrio, sabiendo que, a esa temperatura, la constante de equilibrio K_c es 54,3 para la reacción:
- $$\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI(g)}$$



- b) El valor de K_p para la misma temperatura.
- 32.** Al calentar a 448°C, yodo con hidrógeno se obtiene una mezcla en equilibrio que es 0,880 M en hidrógeno, 0,0200 M en yodo y 0,940 M en yoduro de hidrógeno, según la reacción:



Calcule:

- a) Las concentraciones iniciales de yodo e hidrógeno.
- b) La constante K_p .
- 33.** Para el equilibrio a 425° C:



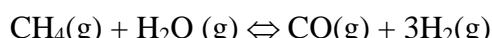
Calcule:

- a) Las concentraciones de todas las especies en el equilibrio si se calienta, a la citada temperatura, 0,600 moles de HI y 0,100 moles de H_2 en un recipiente de 1,00 litro de capacidad.
- b) El porcentaje de disociación del HI.
- 34.** Sea el sistema en equilibrio:



Indique, razonadamente, si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- a) La presión total del reactor será igual a la presión parcial del CO_2
- b) K_p es igual a la presión parcial del CO_2
- c) K_p y K_c son iguales.
- 35.** En un recipiente de 1,00 L a una temperatura de 800°C, se alcanza el siguiente equilibrio:



Calcule: Los datos que faltan en la tabla:

	CH ₄	H ₂ O	CO	H ₂
Moles iniciales	2,00	0,50		0,73
Variación en el n° de moles al alcanzar el equilibrio		-0,40		
Nº de moles en el equilibrio			0,40	

- b) La constante de equilibrio K_p .

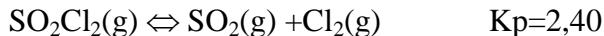
36. Para la reacción al a temperatura de 815°C:



Calcule, en el equilibrio:

- Las presiones parciales de CO_2 y CO a esa temperatura, cuando la presión total en el reactor es de 2,00 atm.
- La cantidad de CO_2 y de CO , si el volumen del reactor es de 3 litros.

37. Para la reacción en equilibrio a 375K:

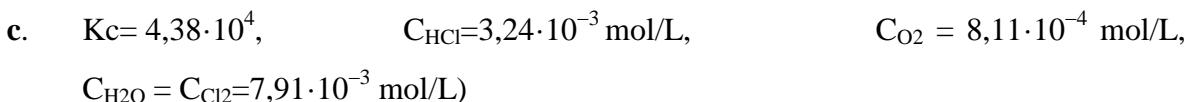


A esta temperatura, se introducen 0,050 moles de SO_2Cl_2 en un recipiente cerrado de 1 litro de capacidad. En el equilibrio, calcule:

- Las presiones parciales de cada uno de los gases presentes.
- El porcentaje de disociación del SO_2Cl_2 a esa temperatura.

Respuestas

- a. $C_{CO} = 0,0335\text{mol/L} = C_{H_2O}$ b. $K_c = 3,94$.
- $K_c = 3,6$
- $K_c = 5,00 \cdot 10^9$
- $P_{CO_2}=0,43 \text{ atm}; \quad P_{H_2}=1,43 \text{ atm}; \quad P_{CO}=0,57 \text{ atm}; \quad K_p=0,53$
- $K_p=0,017; \quad P_{H_2}=11,8 \text{ atm}; \quad P_{N_2}=2,01 \text{ atm}; \quad P_{NH_3}=7,46 \text{ atm.}$
- a. $K_c = K_p$ b. $P = 4,10 \text{ atm}$
c. $\text{PH}_2 = 3,20 \text{ atm}, \quad PH_2 = PI_2 = 0,451 \text{ atm.}$
- a. $K_c = 1,56 \cdot 10^{-2}$
b. $PT = 0,984 \text{ atm}, \quad PHI = 0,79 \text{ atm}, \quad PH_2 = PI_2 = 0,098 \text{ atm.}$
c. $(K_p=K_c)$
- a. $P_{HCl}=0,163 \text{ atm}, \quad P_{O_2}=0,0408 \text{ atm.}, \quad P_{Cl_2}=P_{H_2O}=0,398 \text{ atm}$
b. $K_p = 871$



13. $K_c = 1,5 \cdot 10^{-2}$; $K_p = 0,369$

16. a. $K_c = 2,4 \cdot 10^{-3}$

b. $CN_2O_4 = 0,77$ M; $CNO_2 = 0,06$ M

c. $CN_2O_4 = 1,58$ M; $CNO_2 = 0,02$ M

19. $K_p = 1,78$

20. a. $nH_2 = 3,05 \cdot 10^{-2}$ mol)

b. $nH_2 = 2,48 \cdot 10^{-2}$ mol; $nCO_2 = 3,7 \cdot 10^{-4}$ mol; $nH_2O = nCO = 5,73 \cdot 10^{-3}$ mol)

21 a. 14,1% b. $P N_2O_4 = 1,05$ atm; $P NO_2 = 0,34$ atm

23. $n PCl_5 = 1,30 \cdot 10^{-2}$ mol

24. a. $m CaO = 2,24$ g b. $n CaCO_3 = 4,00 \cdot 10^{-2}$ mol

25. b. $CHI = 0,926$ M, $CH_2 = Cl_2 = 0,137$ M

27. a. $CBr = 3,9 \cdot 10^{-3}$ M b. 0,195 %

28. a. $CA = 0,18$ M; $CB = CC = 0,04$ M b. $K_c = 139$; $K_p = 6,3 \cdot 10^{-2}$

29. a. $PN_2O_4 = 2,49 \cdot 10^{-2}$ atm b. 47,4%

31. a. $CHI = 0,786$ M; $CH_2 = Cl_2 = 0,107$ M b. $K_p = 54,3$

32. a. $CHI = 0,49$ M; $CH_2 = 1,35$ M b. $K_p = 50,2$

33. a. $CHI = 0,518$ M; $CH_2 = 0,141$; $Cl_2 = 0,041$ M b. 13,5%

35. a.

	CH ₄	H ₂ O	CO	H ₂
Moles iniciales	2,00	0,50	0	0,73
Variación en el nº de moles al alcanzar el equilibrio	-0,40	-0,40	+0,40	+1,20
Nº de moles en el equilibrio	1,60	0,10	0,40	1,93

b. $K_p = (7,74 \cdot 10^3)$

36. a. $PCO_2 = 1,084$ atm; $PCO = 0,916$ atm

b. $nCO_2 = 3,64 \cdot 10^{-2}$ mol; $nCO = 3,08 \cdot 10^{-2}$ mol

37. a $P SO_2Cl_2 = 0,47$ atm; $PSO_2 = PCl_2 = 1,07$ atm)

b. 69,5 %