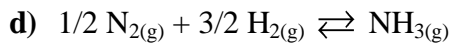
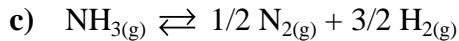




**Problemas y cuestiones de "EQUILIBRIO QUÍMICO"**  
2º de bachillerato. Química



- Una mezcla gaseosa constituida inicialmente por 3,5 moles de hidrógeno y 2,5 moles de yodo, se calienta a 400 °C con lo que, al alcanzar el equilibrio, se obtienen 4,5 moles de HI, siendo el volumen del recipiente de reacción de 10 litros. Calcula:
  - El valor de las constantes de equilibrio  $K_c$  y  $K_p$ .
  - La concentración de los compuestos si el volumen se reduce a la mitad manteniendo constante la temperatura de 400 °C.
- El equilibrio  $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$  se alcanza calentando 3 g de pentacloruro de fósforo hasta 400 °C en un recipiente de medio litro, siendo la presión final de 2 atm. Calcula:
  - El grado de disociación del pentacloruro de fósforo.
  - El valor de  $K_p$  a dicha temperatura.
 Datos:  $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$  Masas atómicas:  $Cl = 35,5$ ;  $P = 31,0$   
 Sol: 0,257;  $K_p = 0,142 \text{ atm}$
- A 350 °C, el NOCl se descompone según la reacción:  
 $2 \text{NOCl}_{(g)} \rightleftharpoons 2 \text{NO}_{(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$   
 En el equilibrio, las presiones parciales de NOCl, NO y  $\text{Cl}_2$  son respectivamente, 307, 494 y 175 mm de mercurio. Calcula la presión total en el equilibrio, el valor de  $K_p$  y el valor de  $K_c$ .  
 Sol: 1,284 atm; 0,595 atm; 0,0116 mol/l
- A la temperatura de 400 °C y 710 mm de mercurio de presión, el amoníaco se encuentra disociado en un 40 % según la ecuación:  $2 \text{NH}_{3(g)} \rightleftharpoons \text{N}_{2(g)} + 3 \text{H}_{2(g)}$   
 Calcula:
  - La presión parcial de cada uno de los gases que constituyen la mezcla en equilibrio.
  - El valor de las constantes  $K_p$  y  $K_c$  a esas temperatura.
 Sol:  $P_{\text{NH}_3} = 0,4$ ;  $P_{\text{H}_2} = 0,4$ ;  $P_{\text{N}_2} = 0,133$ ;  $K_p = 0,053 \text{ atm}^2$ ;  $K_c = 1,74 \cdot 10^{-5} \text{ mol}^2/\text{l}^2$
- Considere el equilibrio:  $2\text{NOBr}_{(g)} \rightleftharpoons 2 \text{NO}_{(g)} + \text{Br}_{2(g)}$   
 Razone cómo variará el número de moles de  $\text{Br}_2$  en el recipiente si:
  - Se añade NOBr.
  - Se aumenta el volumen del recipiente.
  - Se añade NO.
  - Se pone un catalizador.
- Al analizar una mezcla en equilibrio de nitrógeno, hidrógeno y amoníaco, contenida en el interior de un matraz a 1000 K, obtenemos los siguientes resultados:  $[\text{N}_2] = 1,03 \text{ mol/l}$ ;  $[\text{H}_2] = 1,62 \text{ mol/l}$ ;  $[\text{NH}_3] = 0,102 \text{ mol/l}$ . Calcula, a dicha temperatura, los valores de la constante de equilibrio  $K_c$  correspondiente a las reacciones:
  - $\text{N}_{2(g)} + 3 \text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2 \text{NH}_{3(g)}$
  - $2 \text{NH}_{3(g)} \rightleftharpoons \text{N}_{2(g)} + 3 \text{H}_{2(g)}$



7. En un recipiente cerrado tiene lugar la reacción:  $1/2 \text{H}_2(\text{g}) + 1/2 \text{F}_2(\text{g}) \rightarrow \text{HF}(\text{g})$ , con un  $\Delta H^\circ = -270$  kJ/mol. Justifique qué le ocurrirá al equilibrio si se efectúan las modificaciones siguientes:

- Se añade un mol de  $\text{F}_2$  permaneciendo constantes la temperatura y el volumen del recipiente.
- Se disminuye el volumen del recipiente.
- Se introduce un mol de helio si variar la temperatura ni el volumen del recipiente.
- Se eleva la temperatura, manteniendo la presión constante.

8. La reacción  $2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons 2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$  no es espontánea a  $25^\circ\text{C}$ . Justifique

- La variación de entropía es positiva porque aumenta el número de moles gaseosos.
- Se cumple  $K_p/K_c = RT$
- Si se duplica la presión de  $\text{H}_2(\text{g})$ , a temperatura constante, el valor de  $K_p$  aumenta.
- La reacción es endotérmica a  $25^\circ\text{C}$ .

9. En un reactor de 1 l, a temperatura constante, se establece el equilibrio  $\text{NO}_2 + \text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{NO} + \text{SO}_3$ , siendo las concentraciones molares en el equilibrio:

$$[\text{NO}_2] = 0,2; [\text{SO}_2] = 0,6; [\text{NO}] = 4,0; [\text{SO}_3] = 1,2$$

- Calcular el valor de la  $K_c$ , a esa temperatura.
- Si se añaden 0,4 mol de  $\text{NO}_2$ , ¿Cuál será la nueva concentración de reactivos y productos cuando se restablezca de nuevo el equilibrio?

$$\text{Sol: } K_c = 40; [\text{NO}_2] = 4,214; [\text{SO}_2] = 1,414; [\text{NO}] = 0,386; [\text{SO}_3] = 0,386$$

10. El yoduro de hidrógeno se descompone a  $400^\circ\text{C}$  de acuerdo con la ecuación



HI se introduce en un matraz de 1 L y parte del HI se descompone hasta que el sistema alcanza el equilibrio.

- ¿Cuál es la concentración de cada especie en el equilibrio?
- Calcula  $K_p$ .
- Calcula la presión total en el equilibrio.

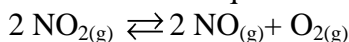
$$R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\text{Sol: } [\text{HI}] = 0,49 \text{ M}; [\text{H}_2] = 0,055 \text{ M}; [\text{I}_2] = 0,055 \text{ M}; K_p = 0,0156; P_T = 33,12 \text{ atm}$$

11. A  $2000 \text{ K}$  la constante de equilibrio  $K_c$  correspondiente a la reacción  $2 \text{O}_3 \rightleftharpoons 3 \text{O}_2$  vale  $2,54 \cdot 10^{12}$ , calcula el valor de  $K_p$ .

$$\text{Sol: } 4,17 \cdot 10^{14}$$

12. Para la reacción química:



La relación entre las constantes de equilibrio  $K_C$  y  $K_P$  es:

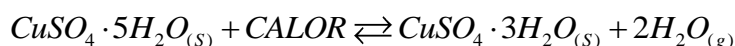
- $K_p = K_c/RT$
- $K_p = K_c \cdot (RT)^3$
- $K_p = K_c \cdot (RT)^2$
- $K_p = K_c^{2/3}$
- $K_p = K_c \cdot RT$

Señala la respuesta correcta

13. Se introdujo en un recipiente de 10 litros, 1 mol de pentacloruro de fósforo. Halla la constante de equilibrio de disociación del  $\text{PCl}_{5(g)}$  en tricloruro de fósforo (gas) y cloro gaseoso, sabiendo que alcanzando el equilibrio quedan 0,3 moles de pentacloruro sin disociar.

Sol: 0,163

14. El sulfato de cobre pentahidratado absorbiendo calor del ambiente, a 23 °C se transforma en Sulfato de cobre trihidratado y vapor de agua. Entre los dos sólidos y el vapor de agua se establece en un recipiente cerrado un estado de equilibrio cuya constante vale a 23 °C,  $K_p = 1 \cdot 10^{-4}$ .



a) Calcula la presión que alcanzará en el equilibrio el vapor de agua.

b) ¿En qué dirección se desplazará la reacción si se eleva la temperatura?

Sol: 7,6mmHg

15. Sabiendo que a 35 °C, la constante  $K_p$  para la disociación de  $\text{N}_2\text{O}_4$  vale 0,32, calcula la presión a la que el  $\text{N}_2\text{O}_4$  se encuentra a esta temperatura disociado en un 40 %.

Sol: 0,42 atm

16. Al calentar el pentacloruro de antimonio, se disocia en tricloruro de antimonio y cloro. Sabiendo que a 182 °C y 1 atm se disocia en un 29,2 %.

a) Calcula  $K_p$  y  $K_c$  para la disociación de dicho compuesto a esta temperatura.

b) Averigua la presión a la que se disociará en un 60 % si se mantiene la misma temperatura.

Sol:  $K_p=0,0932$  atm;  $K_c= 2,49 \cdot 10^{-3} \text{ mol} / \text{l}$ ;  $P=0,166$  atm

17. El cloruro de plata (líquido) es una sal muy insoluble en agua.

a) Formule el equilibrio heterogéneo de disociación.

b) Escriba la expresión de la constante del equilibrio de solubilidad  $K_{ps}$  y su relación con la solubilidad  $s$ .

c) Dado que la solubilidad aumenta con la temperatura, justifique si el proceso de disolución es endotérmico o exotérmico.

d) Razona si el cloruro de plata se disuelve más o menos, cuando en el agua hay cloruro de sodio en disolución.

1. Dado el equilibrio:  $A_{2(g)} \rightarrow 2A_{(g)}$  ;  $\Delta H = 86 \text{ kJ}$ , contesta razonadamente las cuestiones siguientes.

- ¿Es estable la molécula de  $A_2$ ?
- ¿Cómo hay que variar la temperatura para favorecer un desplazamiento del equilibrio hacia la derecha?
- ¿Cómo influiría un aumento de presión en el valor de  $K_p$ ?
- ¿Cómo afectaría un aumento de presión en la disociación de  $A_2$ ?

2. Se establece el siguiente equilibrio en un recipiente cerrado



Razona cómo afectaría a la concentración de  $\text{O}_2$ :

- la adición de  $\text{Cl}_2$ .
- el aumento del volumen del recipiente.
- el aumento de la temperatura.
- la utilización de un catalizador.

3. La constante de equilibrio,  $K_c$ , para la reacción:  $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g})$  vale  $8,8 \cdot 10^{-4}$ , a 2200 K.

- Si 2 moles de  $\text{N}_2$  y 1 mol de  $\text{O}_2$  se introducen en un recipiente de 2 L y se calienta a 2200 K, calcula los moles de cada especie química en el equilibrio.
- Calcula las nuevas concentraciones que se alcanzan en el equilibrio si se añade al recipiente anterior 1 mol de  $\text{O}_2$ .

4. Considera la reacción  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g})$ . Calcula:

- $K_p$ , a 25 °C y 1 atm, si el compuesto  $\text{N}_2\text{O}_4$  está disociado en un 50%.
- $\Delta H$  de la reacción, sabiendo que las entalpías de formación de  $\text{NO}_2$  y  $\text{N}_2\text{O}_4$  son  $-50,16$  y  $-96,14 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , respectivamente.

5. Considera la reacción  $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

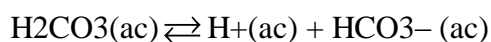
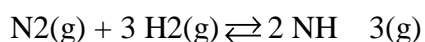
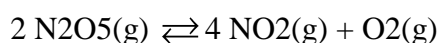
Al mezclar inicialmente 49,3 moles de  $\text{CO}_2$  y 50,7 moles de  $\text{H}_2$ , a la temperatura de 1000 K, se encuentra una composición en el equilibrio de 21,4 moles de  $\text{CO}_2$ , 22,8 de moles de  $\text{H}_2$ , 27,9 moles de  $\text{CO}$  y 27,9 moles de  $\text{H}_2\text{O}$ .

- Determina el valor de  $K_c$ .
- Calcula la composición de la mezcla en el equilibrio cuando se parte inicialmente de 60 moles de  $\text{CO}_2$  y 40 moles de  $\text{H}_2$  en las mismas condiciones.

6. Considera el equilibrio  $2 \text{NOBr}(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{g})$ . Razona cómo variará el número de moles de  $\text{Br}_2$  en el recipiente si:

- se añade  $\text{NOBr}$ .
- se aumenta el volumen del recipiente.
- se añade  $\text{NO}$ .
- se pone un catalizador.

7. Para los siguientes equilibrios:



a) escribe las expresiones de  $K_c$  y  $K_p$ .

b) razona qué sucederá en los equilibrios primero y segundo si se aumenta la presión a temperatura constante.

8. En un recipiente cerrado de volumen constante igual a  $22 \text{ L}$  y a la temperatura de  $305 \text{ K}$  se introduce  $1 \text{ mol}$  de  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ . Este gas se descompone parcialmente según la reacción

$\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g})$ , cuya constante de equilibrio  $K_p$ , vale  $0,249$  a dicha temperatura.

a) Calcula el valor de la constante de equilibrio,  $K_c$ .

b) Determina las fracciones molares de los componentes de la mezcla en el equilibrio.

c) ¿Cuál es la presión total cuando se ha alcanzado el equilibrio?

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