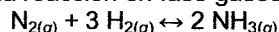


## EQUILIBRIO QUÍMICO

### CUESTIONES

1. La síntesis del amoníaco según la reacción en fase gaseosa:



es un buen ejemplo para diferenciar factores cinéticos y termodinámicos.

- Escriba la expresión para calcular la entalpía de esta reacción en función de las entalpías de formación y justifique que dicha reacción es exotérmica.
  - Justifique, desde el punto de vista termodinámico, que dicha reacción está favorecida a bajas temperaturas.
  - Justifique, desde el punto de vista cinético, que dicha reacción está favorecida a altas temperaturas.
  - Escriba la expresión para  $K_p$  en función de la presión total. Dato:  $\Delta H_f^0(\text{NH}_3) < 0$ .
- Septiembre 2010 (Fase Específica)*

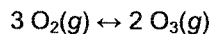
2. La siguiente descomposición:



es un proceso endotérmico.

- Escriba la expresión para la constante de equilibrio  $K_p$  de la reacción indicada.
  - Razone cómo afecta al equilibrio un aumento de la temperatura.
  - Razone cómo afecta a la cantidad de  $\text{CO}_2$  desprendido un aumento de la cantidad de  $\text{NaHCO}_3$ .
  - Justifique cómo afecta al equilibrio la eliminación del  $\text{CO}_2$  del medio.
- Septiembre 2010 (Fase General)*

3. Considerando el equilibrio existente entre el oxígeno molecular y el ozono, de acuerdo a la reacción:



cuya entalpía de reacción es  $\Delta H_r = 284 \text{ kJ}$ , justifique:

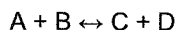
- El efecto que tendría sobre el equilibrio un aumento de la presión del sistema.
  - El efecto que tendría sobre la cantidad de ozono en el equilibrio una disminución de la temperatura.
  - El efecto que tendría sobre el equilibrio la adición de un catalizador.
  - El efecto que tendría sobre la constante de equilibrio  $K_p$  añadir más ozono al sistema.
- Junio 2010 (Fase General)*

4. El dióxido de nitrógeno es un gas de color rojizo que reacciona consigo mismo (se dimeriza) para dar lugar al tetraóxido de dinitrógeno, que es un gas incoloro. Se ha comprobado que una mezcla a  $0^\circ\text{C}$  es prácticamente incolora, mientras que a  $100^\circ\text{C}$  tiene color rojizo. Teniendo esto en cuenta:

- Escriba la reacción que tiene lugar.
- Justifique si la reacción es exotérmica o endotérmica.
- ¿Qué cambio de color se apreciará a  $100^\circ\text{C}$  si se aumenta la presión del sistema?
- Justifique si se modificará el color de la mezcla si, una vez alcanzado el equilibrio, se añade un catalizador. *Junio 2010 (Fase Específica)*

### PREGUNTAS

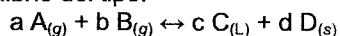
5. Considere la reacción exotérmica:



Razone por qué las siguientes afirmaciones son falsas para este equilibrio:

- Si la constante de equilibrio tiene un valor muy elevado es porque la reacción directa es muy rápida.
- Si aumenta la temperatura la constante de cinética de la reacción directa disminuye.
- El orden total de la reacción directa es igual a 3.
- Si se añade un catalizador la constante de equilibrio aumenta. *Septiembre 2012*

6. Se tiene una reacción en equilibrio del tipo:

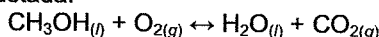


- a) Escriba la expresión de  $K_p$ .  
 b) Justifique cómo se modifica el equilibrio cuando se duplica el volumen del recipiente.  
 c) Justifique cómo se modifica el equilibrio si se aumenta la presión parcial de la sustancia A.  
 d) Justifique qué le ocurre al valor de  $K_p$  si aumenta la temperatura del sistema.  
*Septiembre 2013*

7. Explique cuáles de las siguientes reacciones, sin ajustar, modifican su composición en el equilibrio por un cambio en la presión total. Indique cómo variarían las cantidades de los productos o los reactivos si se tratase de un aumento de presión:

- a)  $\text{Ni}_{(s)} + \text{CO}_{(g)} \leftrightarrow \text{Ni}(\text{CO})_{4(g)}$   
 b)  $\text{CH}_{4(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} \leftrightarrow \text{CO}_{(g)} + \text{H}_2(g)$   
 c)  $\text{SO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \leftrightarrow \text{SO}_{3(g)}$   
 d)  $\text{O}_{3(g)} \leftrightarrow \text{O}_{2(g)}$  *Septiembre 2014*

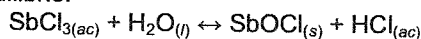
8. La siguiente reacción, no ajustada:



es exotérmica a 25 °C.

- a) Escriba la expresión para la constante de equilibrio  $K_p$  de la reacción indicada.  
 b) Razone cómo afecta al equilibrio un aumento de la temperatura.  
 c) Razone cómo afecta a la cantidad de  $\text{CO}_2$  desprendida un aumento de la cantidad de  $\text{CH}_3\text{OH}_{(l)}$ .  
 d) Justifique cómo se modifica el equilibrio si se elimina  $\text{CO}_2$  del reactor. *Junio 2013*

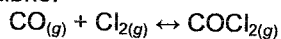
9. Considere el siguiente equilibrio:



Sabiendo que es endotérmico en el sentido en que está escrita la reacción, y teniendo en cuenta que no está ajustada:

- a) Razone cómo afecta a la cantidad de  $\text{SbOCl}$  un aumento en la cantidad de  $\text{HCl}$ .  
 b) Razone cómo afecta a la cantidad de  $\text{SbOCl}$  un aumento en la cantidad de  $\text{SbCl}_3$ .  
 c) Escriba la expresión de  $K_c$  para esta reacción.  
 d) Razone cómo afecta un aumento de temperatura al valor de  $K_c$ . *Junio 2014*

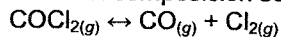
10. En el siguiente sistema en equilibrio:



las concentraciones de  $\text{CO}$ ,  $\text{Cl}_2$  y  $\text{COCl}_2$  son: 0,5 M, 0,5 M y 1,25 M, respectivamente.

- a) Calcule el valor de  $K_c$ .  
 b) Justifique hacia dónde se desplazará el equilibrio si se aumenta el volumen.  
 c) Calcule las concentraciones en el equilibrio de todos los componentes si se reduce el volumen a la mitad. *Septiembre 2014*

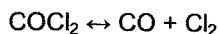
11. Se introduce fosgeno ( $\text{COCl}_2$ ) en un recipiente vacío de 1 L a una presión de 0,92 atm y temperatura de 500 K, produciéndose su descomposición según la ecuación:



Sabiendo que en estas condiciones el valor de  $K_c$  es:  $4,63 \cdot 10^{-3}$ , calcule:

- a) La concentración inicial de fosgeno.  
 b) Las concentraciones de todas las especies en el equilibrio.  
 c) La presión parcial de cada uno de los componentes en el equilibrio.  
 Dato:  $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  *Septiembre 2013*

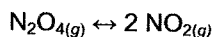
12. En un recipiente de 5 L se introducen 3,2 g de  $\text{COCl}_2$  a 300 K. Cuando se alcanza el equilibrio:



la presión final es de 180 mm de mercurio. Calcule:

- a) Las presiones parciales de  $\text{COCl}_2$ ,  $\text{CO}$  y  $\text{Cl}_2$  en el equilibrio.  
 b) Las constantes de equilibrio  $K_p$  y  $K_c$ .  
 Datos:  $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ; Masas atómicas (u): C = 12, O = 16, Cl = 35,5. *Junio 2011*

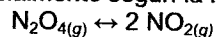
13. Cuando se ponen 0,7 moles de  $\text{N}_2\text{O}_4$  en un reactor de 10 L a 359 K se establece el equilibrio:



la presión es de 3,3 atm. Calcule:

- La concentración molar de todas las especies en el equilibrio.
- El valor de  $K_c$ .
- Si el sistema se comprime hasta reducir el volumen a 8 L, ¿cuál sería la presión total en el equilibrio? Dato:  $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$  *Septiembre 2011*

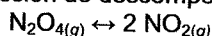
14. En un recipiente cerrado de 10 L, que se encuentra a 305 K, se introducen 0,5 mol de  $\text{N}_2\text{O}_{4(g)}$ . Este gas se descompone parcialmente según la reacción:



cuya constante de equilibrio  $K_p$  es 0,25 a dicha temperatura.

- Calcule el valor de la constante de equilibrio  $K_c$ .
- Determine las fracciones molares de los componentes de la mezcla en el equilibrio.
- Calcule la presión total en el recipiente cuando se ha alcanzado el equilibrio. Dato:  $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$  *Junio 2015*

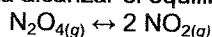
15. Para llevar a cabo la siguiente reacción de descomposición en fase gaseosa:



se introduce en un reactor 1 mol de  $\text{N}_2\text{O}_4$ , alcanzándose el equilibrio de la reacción a 45 °C y 2 atm.

- Determine el valor de  $K_p$  para esta reacción, sabiendo que  $K_c = 0,67$ .
- Calcule las fracciones molares en el equilibrio.
- Justifique si la presión total debería aumentar o disminuir para que la mezcla en el equilibrio fuera equimolar. Dato:  $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$  *Junio 2015 (Materias coincidentes)*

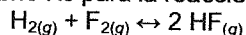
16. En un recipiente cerrado de 1 L de capacidad se introducen 73,6 gramos de tetraóxido de dinitrógeno. Se mantiene a 22 °C hasta alcanzar el equilibrio:



siendo  $K_c = 4,66 \cdot 10^{-3}$ .

- Calcule las concentraciones de ambos gases en el equilibrio.
- Calcule el valor de  $K_p$ .
- Cuando la temperatura aumenta al doble, aumenta  $K_c$ . Justifique el signo de  $\Delta H$  para esta reacción. Datos:  $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ; masas atómicas (u): N = 14, O = 16. *Septiembre 2012*

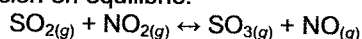
17. El valor de la constante de equilibrio  $K_c$  para la reacción:



es  $6,6 \cdot 10^{-4}$  a 25 °C. Si en un recipiente de 10 L se introduce 1 mol de  $\text{H}_2$  y 1 mol de  $\text{F}_2$ , y se mantiene a 25 °C hasta alcanzar el equilibrio, calcule:

- Los moles de  $\text{H}_2$  que quedan sin reaccionar una vez que se ha alcanzado el equilibrio.
- La presión parcial de cada uno de los compuestos en el equilibrio.
- El valor de  $K_p$  a 25 °C. Dato:  $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$  *Junio 2013*

18. Considere la siguiente reacción en equilibrio:



En un recipiente de 5 L, a 233 °C, se introducen 3,2 g de  $\text{SO}_2$  gas y la cantidad de  $\text{NO}_2$  gas necesaria para que la presión total en el equilibrio alcance un valor de 0,77 atm. La cantidad de  $\text{SO}_3$  en el equilibrio es de 0,04 mol.

- Calcule la concentración inicial de  $\text{NO}_2$ .
- Calcule las concentraciones de todas las especies en el equilibrio y el valor de  $K_p$  a 233 °C.
- Al aumentar la temperatura el valor de  $K_p$  disminuye. Razone si la reacción directa es endotérmica o exotérmica.

Datos:  $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ; Masas atómicas (u): O = 16, S = 32. *Junio 2014 (Materias coincidentes)*

19. Se introducen 0,5 moles de pentacloruro de antimonio en un recipiente de dos litros. Se calienta a 200 °C y, una vez alcanzado el equilibrio, hay presentes 0,436 moles del compuesto. Todas las sustancias son gaseosas a esa temperatura.

- Escriba la reacción de descomposición del pentacloruro de antimonio en cloro molecular y en tricloruro de antimonio.
- Calcule  $K_c$  para la reacción anterior.

c) Calcule la presión total de la mezcla en el equilibrio. Dato:  $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$   
*Junio 2012*

20. A 532 K se introducen 0,1 moles de  $\text{PCl}_5$  en un recipiente X de 1,2 L y 0,1 moles en otro recipiente Y. Se establece el equilibrio:



La cantidad de  $\text{PCl}_5$  se reduce un 50 % en el recipiente X y un 90 % en el recipiente Y. Todas las especies se encuentran en fase gaseosa. Calcule:

- La presión en el equilibrio en el recipiente X.
  - La constante de equilibrio  $K_c$ .
  - El volumen del recipiente Y.
  - La presión en el equilibrio en el recipiente Y. Dato:  $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
- Junio 2010 (Materias coincidentes) y Modelo 2011*

### PROBLEMAS

21. Se dispone de un recipiente A de 1,2 L y otro recipiente B de volumen desconocido. A 532 K se introducen 0,1 moles de  $\text{PCl}_5$  en cada uno de los recipientes. Cuando se alcanza el equilibrio:



la cantidad de  $\text{PCl}_5$  se reduce un 50 % en el A y un 90 % en el B. Calcule:

- La presión final en el recipiente A.
  - La constante de equilibrio  $K_c$ .
  - El volumen del recipiente B.
  - La presión final en el recipiente B. Dato:  $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
- Junio 2010 (Materias coincidentes) y Modelo 2011*

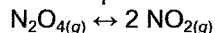
22. En un recipiente de 14 L de volumen se introducen 3,2 moles de nitrógeno y 3 moles de hidrógeno. Cuando se alcanza el equilibrio a 200 °C se obtienen 1,6 moles de amoníaco.

- Formule y ajuste la reacción.
  - Calcule el número de moles de  $\text{H}_2$  y de  $\text{N}_2$  en el equilibrio.
  - Calcule los valores de las presiones parciales en el equilibrio de  $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$  y  $\text{NH}_3$ .
  - Calcule  $K_c$  y  $K_p$  a 200 °C. Dato:  $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
- Septiembre 2010 (Fase Específica)*

23. A 330 K y 1 atm, 368 g de una mezcla al 50 % en masa de  $\text{NO}_2$  y  $\text{N}_2\text{O}_4$  se encuentran en equilibrio. Calcule:

- La fracción molar de cada componente en dicha mezcla.
  - La constante de equilibrio  $K_p$  para la reacción:  
$$2 \text{NO}_2 \leftrightarrow \text{N}_2\text{O}_4$$
  - La presión necesaria para que la cantidad de  $\text{NO}_2$  en el equilibrio se reduzca a la mitad.
  - El volumen que ocupa la mezcla del apartado c) en el equilibrio.
- Datos:  $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ; masas atómicas (u): N = 14, O = 16.  
*Septiembre 2010 (Fase General)*

24. En un reactor se introducen 5 moles de tetraóxido de dinitrógeno gaseoso, que tiene en el recipiente una densidad de  $2,3 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ . Este compuesto se descompone según la reacción:



y en el equilibrio a 325 K la presión es 1 atm. Determine en estas condiciones:

- El volumen del reactor.
  - El número de moles de cada componente en el equilibrio.
  - El valor de la constante de equilibrio  $K_p$ .
  - El valor de la constante de equilibrio  $K_c$ .
- Datos:  $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ; masas atómicas (u): N = 14, O = 16.  
*Junio 2010 (Fase General)*