



HOJA DE PROBLEMAS 6: ENUNCIADOS

- ▷ 1. (◆◆◆) Se ha hallado que una mezcla en equilibrio $2 \text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3$ contenida en un recipiente de 2 litros a una temperatura determinada, contiene 96,0 g de SO_3 , 25,6 g de SO_2 y 19,2 g de O_2 . Calcular la constante de equilibrio para dicha reacción a esa temperatura.
- ▷ 2. (◆◆◆) En un recipiente, previamente evacuado, se introducen 10 moles de HBr y se calientan a 421°C . Alcanzado el equilibrio quedan 5,60 moles de HBr y el resto se ha descompuesto en hidrógeno y bromo moleculares. Calcúlese K_c . ¿Se descompondría más HBr si aumentáramos la temperatura?
3. (◆◆◆) El PCl_5 está disociado en un 20% en PCl_3 y Cl_2 , en el equilibrio a una temperatura dada y en una vasija de 1 litro, según la ecuación $\text{PCl}_5 \rightleftharpoons \text{PCl}_3 + \text{Cl}_2$. Un mol de PCl_5 se introduce en una vasija de 1 litro y a la misma temperatura anterior. ¿Cuántos moles de cada componente habrá en el equilibrio?
4. (◆◆◆) La constante de equilibrio para la reacción $2 \text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3$, es 4,5 l/mol a 600°C . Se ha colocado una cierta cantidad de gas SO_3 en una vasija de reacción de 1 litro a 600°C . Cuando el sistema ha alcanzado el estado de equilibrio se ha visto que la vasija contenía 2,0 moles de gas O_2 . ¿Cuántos moles de gas SO_3 habían sido colocados originalmente en la vasija?
5. (◆◆◆) Cuando se calienta una mezcla gaseosa de 9,0 moles de H_2 y 6,0 moles de I_2 a 500°C se forman en el equilibrio 10,0 moles de HI.
- Calcular la composición de equilibrio si a la misma temperatura se mezclan 5,0 moles de I_2 y 5,0 moles de H_2 .
 - ¿Cómo actúan la temperatura y la presión sobre el posible desplazamiento del equilibrio?
- ▷ 6. (◆◆◆) A 400°C una mezcla gaseosa de H_2 , I_2 y HI en equilibrio contiene 0,0031 moles de H_2 , 0,0031 moles de I_2 y 0,0239 moles de HI por litro. Calcular:
- El valor de la constante K_c .
 - La presión total de la mezcla y la presión parcial de cada componente.
 - El valor de K_p .

- ▷ 7. (◆◆◆) En un recipiente de 10,0 litros previamente evacuado, se introducen 2,0 moles de N_2 y 4,0 moles de H_2 y se calienta hasta $345^\circ C$ para obtener NH_3 , temperatura para la cual se establece el equilibrio a una presión de 21,0 atm. Hallar:
- La composición de equilibrio expresada mediante fracciones molares de cada componente.
 - Los valores de K_c y K_p .
8. (◆◆◆) El carbonato de calcio se disocia térmicamente en dióxido de carbono y óxido cálcico, siendo la presión de equilibrio para dicha reacción 4.8 atm a $1000^\circ C$. En un cilindro de 10,0 litros de volumen se introducen 200 g de carbonato cálcico y se calientan a $1000^\circ C$. Calcúlese la composición de la fase sólida en equilibrio, así como el volumen mínimo que debería tener el cilindro para que se descompusiera todo el carbonato.
- ▷ 9. (◆◆◆) A $200^\circ C$ la constante K_c para la disociación del PCl_5 en PCl_3 y Cl_2 es igual a 0,007927 mol/l. Hallar:
- El grado de disociación del PCl_5 a dicha temperatura si en un matraz de un litro de capacidad sólo existen inicialmente 3.125 g de PCl_5 .
 - El grado de disociación de este PCl_5 si el matraz estaba previamente lleno de cloro en condiciones normales.
10. (◆◆◆) Un recipiente de 1.891 litros contiene 0,03 moles de PCl_3 , otros 0,03 moles de Cl_2 y 0,06 moles de PCl_5 en equilibrio a $200^\circ C$.
- Hallar K_c para la disociación del PCl_5 y la presión de la mezcla gaseosa.
 - Calcular la composición de la mezcla si a temperatura invariable el volumen se reduce a la mitad.
 - Hallar la presión de la mezcla en estas nuevas condiciones.
- ▷ 11. (◆◆◆) Una mezcla de N_2 y H_2 en la relación volumétrica y molar de 1 a 3 se calienta a $400^\circ C$ y se comprime a 50 atm. En la mezcla gaseosa en equilibrio que se obtiene, en presencia de un catalizador adecuado, existe un 15.11 % de NH_3 . Calcular el valor de K_p para el proceso: $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2 NH_3$, a $400^\circ C$.
12. (◆◆◆) A $188.2^\circ C$ la presión de disociación del Ag_2O es de 717 mmHg. Calcular la cantidad de óxido que podrá descomponerse al calentarlo en un recipiente de 375 cc a dicha temperatura, en el que se ha eliminado previamente el aire.
- ▷ 13. (◆◆◆) En la disociación del PCl_5 a cierta temperatura, en un recipiente de 10,0 litros, las concentraciones en equilibrio son: $PCl_5 = 0,8$ mol/l, $PCl_3 = Cl_2 = 0,2$ mol/l. Calcular las concentraciones de todas las especies si:
- Se agregan al sistema 2,0 moles de PCl_5 .
 - Se agregan 2,0 moles de Cl_2 .
 - Se disminuye el volumen del recipiente a 5,0 litros.

14. (◆◆◆) A la temperatura de 480°C y presión de 1 atm, el amoníaco puro se disocia dando una mezcla en equilibrio que contiene el 20 % de NH_3 en volumen. Determinar:

- a) El grado de disociación del NH_3 .
- b) La fracción molar de cada componente en equilibrio.
- c) La constante de equilibrio K_p a 480°C .
- d) La composición de la mezcla en equilibrio, a la misma temperatura y presión de 5 atm.

(▷) Problemas que serán resueltos por el profesor en clase.

Grado de dificultad: (◆◆◆) Sencillo, (◆◆◆) Normal, (◆◆◆) Para pensar un poco.

HOJA DE PROBLEMAS 6: GUÍA DE RESOLUCIÓN

Problema 1 Transformar los gramos en moles y concentraciones. Ley de acción de Masas

Problema 2 $c_0 = 10$; $n_{\text{HBr}} = c - x = 5,6$, $n_{\text{H}_2} = n_{\text{Br}_2} = x/2$. Ley de acción de Masas.

Problema 3 $c_0 = 1$; $\alpha = 0,2$; $[\text{PCl}_5] = 1 - \alpha$, $[\text{PCl}_3] = [\text{Cl}_2] = \alpha$. Ley de acción de Masas.

Problema 4 $x = 4,0$. $[\text{SO}]_2 = x$, $[\text{O}_2] = x/2$, $[\text{SO}_3] = a - x$. Ley de acción de Masas. Despejar a .

Problema 5

- $[\text{HI}] = 2x = 10,0$, $[\text{H}_2] = 9,0 - x$, $[\text{I}_2] = 6,0 - x$. $K_c = [\text{H}_2][\text{I}_2]/[\text{HI}]^2$. Replantear las concentraciones de equilibrio con $c = 5,0$.
- $\Delta n = 0$. Presión no influye. Para temperatura aplicar el principio de Le Chatellier.

Problema 6

- Calcular las concentraciones de equilibrio y con ellas K_c .
- $PV = nRT$ (n , número total de moles), además $P_i = x_i P$ y $P = \sum_i P_i$.
- Relacionar K_p con K_c .

Problema 7

- Escribir número de moles en equilibrio. Definir las presiones parciales de cada sustancia $P_i = x_i P$ y la presión total $P = \sum_i P_i$, de ahí se obtiene el grado de disociación y n_i .
- Ley de acción de Masas y $K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$, $\Delta n = -2$.

Problema 8 La presión nos da el número de moles de dióxido de carbono en el equilibrio, puesto que es el único gas. Así tenemos $K_p \cdot [\text{CaCO}_3] = a - x$, a se calcula con los gramos iniciales. La descomposición total implica que $n_{\text{CO}_2} = n_{\text{CaCO}_3}$ iniciales

Problema 9

- $[\text{PCl}]_5 = a - x$, $[\text{PCl}_3] = [\text{Cl}_2] = x$. Calcular a . Ley de acción de Masas. Obtener una ecuación de segundo grado en x .
- $[\text{PCl}]_5 = a - x$, $[\text{PCl}_3] = x$; $[\text{Cl}_2] = b + x$. Calcular b , $PV = nRT$.

- Problema 10**
- I) $[PCl_5] = 0,06/V$, $[PCl_3] = 0,03/V$, $[Cl_2] = 0,03/V$. Ley de acción de Masas.
 $P = P_{PCl_5} + P_{PCl_3} + P_{Cl_2}$
 - II) $[PCl_5] = (0,06+x)/(V/2)$, $[PCl_3] = (0,03-x)/(V/2)$, $[Cl_2] = (0,03-x)/(V/2)$.
Ley de acción de Masas.
 - III) $P = P_{PCl_5} + P_{PCl_3} + P_{Cl_2}$

- Problema 11** $n_{N_2} = 1 - \alpha$, $n_{H_2} = 3 - 3\alpha$, $n_{NH_3} = 2\alpha$, $n_t = 4 - 2\alpha$, $x_{NH_3} = 2\alpha/(4 - 2\alpha) = 0,1511$.
Calcular fracciones molares, presiones parciales y K_p .

- Problema 12** $[Ag_2O] = 1 - \alpha$, $[Ag] = 2\alpha$, $[O_2] = \alpha/2 = 717\text{mm Hg}$.

- Problema 13** Ley de acción de Masas.

- I) $[PCl_5] = 0,8 + 0,2 - x$, $[PCl_3] = 0,2 + x$, $[Cl_2] = 0,2 + x$.
- II) $[PCl_5] = 0,8 + x$, $[PCl_3] = 0,2 - x$, $[Cl_2] = 0,2 + 0,2 - x$.
- III) $[PCl_5] = 0,8 * 2 + x$, $[PCl_3] = 0,2 * 2 - x$, $[Cl_2] = 0,2 * 2 - x$.

- Problema 14**
- I) $n_{N_2} = \alpha/2$, $n_{H_2} = 3\alpha/2$, $n_{NH_3} = 1 - \alpha$, $n_T = 1 + \alpha$, $x_{NH_3} = (1 - \alpha)/(1 + \alpha) = 0,2$.
Despejar α
 - II) Sustituir α . Calcular fracciones molares.
 - III) Calcular presiones parciales y K_p
 - IV) $K_p = K_x P^{\Delta n}$
-

HOJA DE PROBLEMAS 6: SOLUCIONES

Problema 1 $\Rightarrow K_c = 30 \text{ l/mol}$

Problema 2 $\Rightarrow K_c = 0,154$

Problema 3 $\Rightarrow [\text{PCl}_5]=0,8 \text{ mol/l}, [\text{PCl}_3] = [\text{Cl}_2]=0,2 \text{ mol/l}$

Problema 4 $\Rightarrow 16 \text{ moles de SO}_3$

Problema 5 \Rightarrow a) $K_c = 25, [\text{H}_2] = [\text{I}_2] = 1,43 \text{ moles } [\text{HI}] = 7,14 \text{ moles}$
b) Principio de Le Chatelier.

Problema 6 \Rightarrow a) $K_c = 59,44,$
b) $P = 1,66 \text{ atm}, P_{[\text{I}_2]}=P_{[\text{H}_2]} = 0,17 \text{ atm } P_{[\text{HI}]} = 1,32 \text{ atm},$
c) $K_p = 59,44$

Problema 7 \Rightarrow a) $x_{[\text{N}_2]}=0,259, x_{[\text{H}_2]} = 0,293, x_{[\text{NH}_3]} = 0,448,$
b) $K_p = 0,07 \text{ atm}^{-2}, K_c = 179,76 \text{ l}^2/\text{mol}^2$

Problema 8 \Rightarrow Fase sólida, CaO 25,76 g, CaCO₃ 154 g, $V_{\min} = 43,5 \text{ l}$

Problema 9 \Rightarrow a) $\alpha = 0,509,$
b) $\alpha' = 0,172$

Problema 10 \Rightarrow a) $K_c = 7,93 \cdot 10^{-3}, P = 2,461 \text{ atm},$
b) PCl₃ y Cl₂ 0,0225 moles, PCl₅ 0,0675,
c) $P = 4,615 \text{ atm}$

Problema 11 \Rightarrow a) $x_{[\text{N}_2]} = 0,2122, x_{[\text{H}_2]} = 0,6367, x_{[\text{NH}_3]} = 0,1511,$
b) $K_p = 1,67 \cdot 10^{-4} \text{ atm}^{-2}$

Problema 12 $\Rightarrow 4.337 \text{ g Ag}_2\text{O}$

Problema 13 \Rightarrow a) $[\text{PCl}_5] = 0,979 \text{ mol/l}, [\text{PCl}_3] = [\text{Cl}_2] = 0,221 \text{ mol/l};$
b) $[\text{PCl}_5] = 0,869 \text{ mol/l}, [\text{PCl}_3] = 0,131 \text{ mol/l}, [\text{Cl}_2] = 0,331 \text{ mol/l};$
c) $[\text{PCl}_5] = 1,708 \text{ mol/l}, [\text{PCl}_3] = [\text{Cl}_2] = 0,292 \text{ mol/l}$

Problema 14 \Rightarrow a) $\alpha = 0,667$
b) $x_{[\text{N}_2]} = 0,20, x_{[\text{H}_2]} = 0,60, x_{[\text{NH}_3]} = 0,20,$
c) $K_p = 1,08 \text{ atm}$
d) $x_{[\text{N}_2]} = 0,1354, x_{[\text{H}_2]} = 0,4062, x_{[\text{NH}_3]} = 0,4584$