



Universidad de León



Universidad de Valladolid



UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL



Olimpiada de Química de Castilla y León 2013

Problemas

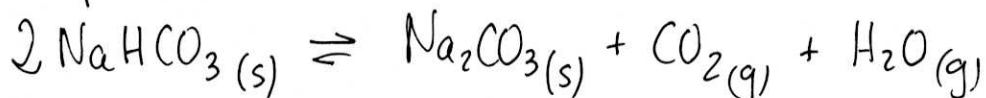
1. En un laboratorio puede obtenerse carbonato de sodio (sosa Solvay) por descomposición térmica de hidrogenocarbonato sódico sólido. En el proceso se desprende dióxido de carbono y vapor de agua. Si en un matraz de 2 L se introduce hidrogenocarbonato sódico seco, se elimina el aire y, cerrado, se calienta a 100 °C, la presión total cuando se alcanza el equilibrio es 0,962 atm.
 - a. Escriba la reacción de descomposición térmica del hidrogenocarbonato sódico sólido.
 - b. Determine el valor de la constante de equilibrio (K_p).
 - c. Calcule la cantidad de hidrogenocarbonato sódico descompuesto.
 - d. Calcule la cantidad de carbonato sódico obtenido.
 - e. El carbonato sódico anhidro obtenido se puede disolver en agua y cristalizarlo. Si el rendimiento fuera 80 % determine la cantidad en gramos de carbonato sódico decahidrato que podría obtenerse.
2. Una disolución contiene un 14% en masa de cierto soluto. La concentración de dicha disolución tiene el mismo valor numérico cuando se expresa en molaridad que cuando se hace en molalidad. Calcule la densidad de dicha disolución.
3. En un recipiente a P y T constantes, 1 mol de SO_3 se encuentra disociado en un 90 %. Calcule:
 - a. La masa de SO_2 que debería añadirse a 1 mol de SO_3 en el mismo recipiente y con las mismas condiciones para que $\alpha = 0,8$.
 - b. La relación de volúmenes V_2/V_1 del recipiente.
4. Una mezcla de 2,6482 g de V_2O_5 y VO_2 se sometió a diferentes operaciones que dieron lugar a 2,248 g de V_2O_3 . Calcule la composición de la mezcla inicial.

$$\textcircled{1} \quad M_{\text{NaHCO}_3} = 84'01$$

$$M_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 105'99$$

$$M_{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}} = 286'19$$

a) El equilibrio es:



b) $K_p \rightarrow$ sólo intervienen los gases:

$$K_p = P_{\text{CO}_2} \cdot P_{\text{H}_2\text{O}}$$

En el equilibrio se cumple que:

$$\begin{cases} P_{\text{CO}_2} + P_{\text{H}_2\text{O}} = 0'962 \text{ atm} \\ P_{\text{CO}_2} = P_{\text{H}_2\text{O}} \end{cases}$$

$$P_{\text{CO}_2} = P_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{0'962}{2} = 0'481 \text{ atm.}$$

De aquí se obtiene

$$K_p = 0'481 \cdot 0'481 = 0'2313 \text{ atm}^2$$

c) El nº de moles de CO_2 y de H_2O obtenidos es

$$n_{\text{CO}_2} = n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{PV}{RT} = \frac{0'481 \text{ atm} \cdot 2 \text{ L}}{0'082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 373 \text{ K}} = 0'03145 \text{ mol}$$

Se han descompuesto $2 \cdot 0'03145 = 0'0629$ mol de NaHCO_3 (el doble que de CO_2 y H_2O)

d) Se han obtenido

$0'03145$ mol de Na_2CO_3 (los mismos que CO_2 y H_2O)

e) Utilizando factores de conversión:

$$0'03145 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3 \cdot \frac{105'99 \text{ g Na}_2\text{CO}_3}{1 \text{ mol de Na}_2\text{CO}_3} \cdot \frac{286'19 \text{ g Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}}{105'99 \text{ g Na}_2\text{CO}_3} \cdot \frac{80}{100} =$$

$$= 7'20 \text{ g de Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}.$$

② Tenemos que calcular

$$d = \frac{M_{\text{DISOLUCIÓN}}}{V_{\text{DISOLUCIÓN}}}$$

- El 1^{er} dato que da el problema es que $M = m$
De aquí obtenemos

$$M = \frac{n}{V_{\text{DISOLUCIÓN}}} \quad m = \frac{n}{M_{\text{DISOLVENTE}}} \quad \Rightarrow$$

$$V_{\text{DISOLUCIÓN}} = \frac{M_{\text{DISOLVENTE}}}{M} \quad [1]$$

(en L) (en kg)

- Del 2^o dato (14% masa) se obtiene que

$$14\% \begin{cases} \rightarrow \frac{M_{\text{SOLUTO}}}{M_{\text{DISOLUCIÓN}}} = 0.14 \\ \rightarrow \frac{M_{\text{DISOLVENTE}}}{M_{\text{DISOLUCIÓN}}} = 0.86 \end{cases} \quad [2]$$

Volvemos al principio

$$d = \frac{M_{\text{DISOLUCIÓN}}}{V_{\text{DISOLUCIÓN}}} = \rightarrow \text{USANDO [1]} = \frac{M_{\text{DISOLUCIÓN}}}{M_{\text{DISOLVENTE}}} =$$

$$= \text{USANDO [2]} = \frac{M_{\text{DISOLUCIÓN}}}{0.86 M_{\text{DISOLUCIÓN}}} = \frac{1}{0.86} = 1.162 \frac{\text{kg}}{\text{L}}$$

Las unidades son $\frac{\text{kg}}{\text{L}}$ o $\frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ porque hemos trabajado en todo momento con las masas en kg y el volumen en L

Se puede plantear de una 2^a forma, muy parecida:

$$d = \frac{M_{\text{DISOLUCIÓN}}}{V_{\text{DISOLUCIÓN}}} = \frac{M_{\text{DISOLUCIÓN}}}{M_{\text{DISOLVENTE}}} = \frac{M_{\text{DISOLUCIÓN}}}{M_{\text{DISOLUCIÓN}} - M_{\text{SOLUTO}}} =$$

$$= \frac{\frac{M_{\text{SOLUTO}}}{0'14}}{\frac{M_{\text{SOLUTO}}}{0'14} - M_{\text{SOLUTO}}} = \frac{\frac{1}{0'14}}{\frac{1}{0'14} - 1} = \frac{1}{1 - 0'14} = 1'162$$

AMPLIACIÓN

Si el $V_{\text{DISOLUCIÓN}}$ es igual a la $M_{\text{DISOLVENTE}}$, la primera conclusión es que el disolvente no es agua y que se trata de un líquido más denso que el agua.

DENOSTRACIÓN

Supongamos que $V_{\text{DISOLUCIÓN}} = 1 \text{ L}$
 $M_{\text{DISOLVENTE}} = 1 \text{ kg}$

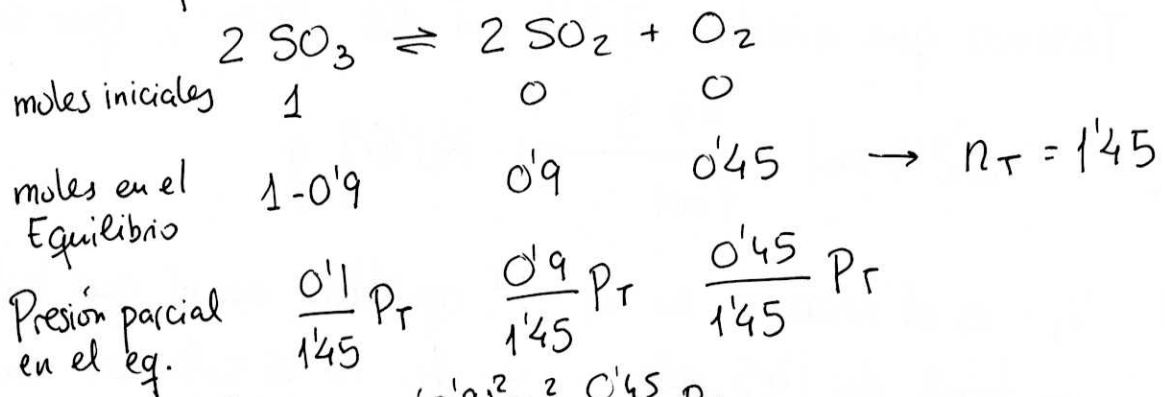
Como $V_{\text{DISOLUCIÓN}} = V_{\text{DISOLVENTE}} + V_{\text{SOLUTO}}$, el $V_{\text{DISOLVENTE}}$ es menor que 1 L y al calcular la densidad

$$d_{\text{DISOLVENTE}} = \frac{M_{\text{DISOLVENTE}}}{V_{\text{DISOLVENTE}}} = \frac{1}{\text{número menor que 1}}$$

se obtiene un número mayor que 1.

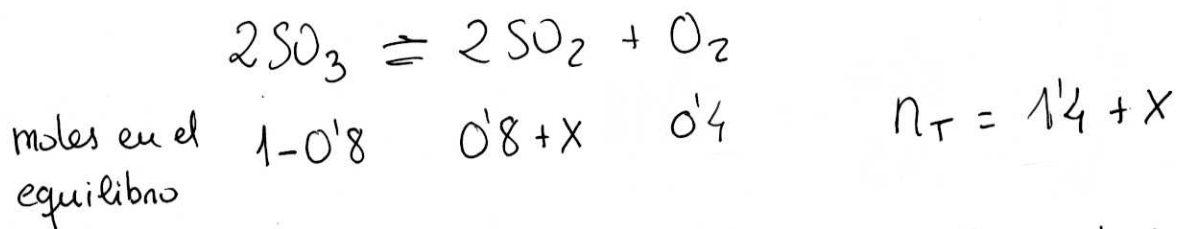
③ El recipiente donde se produce el equilibrio debe ser cerrado. Pero si la presión es constante, debe ser un recipiente de volumen variable, con un émbolo que se desplace a medida que la reacción se vaya produciendo y el n° de moles esté variando. La presión en el interior puede ser la atmosférica o cualquier otra que el experimentador fije libremente.

El equilibrio de disociación del SO_3 es



$$K_p = \frac{P_{\text{SO}_2}^2 \cdot P_{\text{O}_2}}{P_{\text{SO}_3}^2} = \frac{\left(\frac{0'9}{1'45}\right)^2 P_T^2 \cdot \frac{0'45}{1'45} P_T}{\left(\frac{0'1}{1'45}\right)^2 P_T^2} = 25'138 P_T$$

Al añadir x mol de SO_2 , la presión no varía porque el enunciado nos dice que el recipiente mantiene una presión constante. Las nuevas condiciones de equilibrio son:



K_p es la misma que la calculada en el 1º apartado

$$25'138 P_T = \frac{\left(\frac{0'8+x}{1'4+x}\right)^2 P_T^2 \cdot \left(\frac{0'4}{1'4+x}\right) P_T}{\left(\frac{0'2}{1'4+x}\right)^2 P_T^2} = \frac{(0'8+x)^2 \cdot 0'4}{0'04 \cdot (1'4+x)} \cdot P_T$$

