

FUNDAMENTOS QUÍMICOS DE LA INGENIERÍA (eléctricos)- Febrero 2019 - 2ª semana

Problema (3,5 puntos)

Cuando se tratan 4 gramos de un mineral conteniendo sulfuro de hierro (II) al 68 % de riqueza con 5 mL de una disolución de ácido nítrico concentrada (70 % pureza y 1,41 g/mL densidad) se obtienen junto con agua, sulfato de hierro (II) y óxido nítrico con un rendimiento del 95 %.

- 1) Utilizar el método de ion-electrón para ajustar la reacción química que tiene lugar e indicar cuál será el reactivo limitante de la reacción.
- 2) Suponiendo que el sulfuro de hierro (II) se disocia por completo en agua, determinar si sería posible disminuir la temperatura de congelación de 200 mL de agua en al menos 2 °C.
- 3) Calcular los litros de óxido nítrico que se podrían recoger sobre agua en condiciones de presión y temperatura de 25°C y 1 atm.

Datos: masa atómicas H= 1; N= 14; O= 16; S= 32; Fe= 55,8 g/at.g.

Presión de vapor del agua líquida a 25°C= 0,031 atm. R= 0,082 atm L/mol.K.

Constante de descenso mola! del punto de congelación del agua, Kc = 1,86°C Kg/mol.

Cuestiones (1 punto cada una)

1. Se disuelve un gramo de una aleación de duraluminio (Al-Cu) en 20 mL de una solución acuosa ácida. La solución resultante se satura con una corriente de H₂S, con lo que precipita cuantitativamente todo el Cu²⁺ como CuS, este una vez separado y seco arroja un peso de 95,5 mg. ¿Cuál es la composición en % de la aleación? *Datos: Masas atómicas del S y Cu: 32,0 y 63,5.*
2. De acuerdo con la ecuación termoquímica: $2\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{H}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)}$ $\Delta H = 571 \text{ KJ}$ Considerando que las condiciones de presión y temperatura son las mismas, determine la entalpía de formación del agua líquida. Calcule la cantidad de calor (P=cte) liberado cuando reaccionan 100 g de H₂ con 100 g de O₂. *Datos: masas atómicas H=1; O=16.*
3. Represente y nombre los isómeros correspondientes a la fórmula molecular C₄H₁₀O.
4. Defina los siguientes conceptos y ponga un ejemplo ilustrativo de cada uno de ellos: propiedad coligativa, semiconductor, base de Lewis y carga formal.
5. Indique la base o el ácido conjugado, en solución acuosa, de las siguientes especies. Escriba en cada caso, la reacción ácido-base correspondiente: a) NH₃; b) CN⁻; e) HF; d) CO₃H⁻; e) H₂O

Tema (1,5 puntos)

Síntesis industrial del cloro.

SOLUCIONES

Problema (3,5 puntos)

Cuando se tratan 4 gramos de un mineral conteniendo sulfuro de hierro (II) al 68 % de riqueza con 5 mL de una disolución de ácido nítrico concentrada (70 % pureza y 1,41 g/mL densidad) se obtienen junto con agua, sulfato de hierro (II) y óxido nítrico con un rendimiento del 95 %.

- 1) Utilizar el método de ion-electrón para ajustar la reacción química que tiene lugar e indicar cuál será el reactivo limitante de la reacción.
- 2) Suponiendo que el sulfuro de hierro (II) se disocia por completo en agua, determinar si sería posible disminuir la temperatura de congelación de 200 mL de agua en al menos 2 °C.
- 3) Calcular los litros de óxido nítrico que se podrían recoger sobre agua en condiciones de presión y temperatura de 25°C y 1 atm.

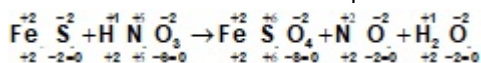
Datos: masa atómicas H= 1; N= 14; O= 16; S= 32; Fe= 55,8 g/at.g.

Presión de vapor del agua líquida a 25°C= 0,031 atm. R= 0,082 atm L/mol.K.

Constante de descenso mola! del punto de congelación del agua, Kc = 1,86°C Kg/mol.

RESOLUCIÓN

- 1) Los números de oxidación de los elementos que intervienen en esta reacción son:

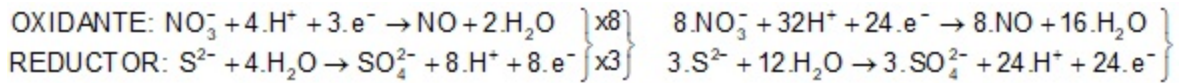


en ella vemos que cambia su número de oxidación el S (pasa de S⁻² a S⁰) y el N (pasa de N⁺⁵ a N⁺²)

La disociaciones correspondientes a las sustancias disociables son:

$\text{FeS} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{S}^{2-}$; $\text{HNO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{NO}_3^-$; $\text{FeSO}_4 \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$; y así, la reacción, escrita con las sustancias ya disociadas, es: $\text{Fe}^{2+} + \text{S}^{2-} + \text{H}^+ + \text{NO}_3^- \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$

Las semirreacciones correspondientes oxidante y reductor son: $\left\{ \begin{array}{l} \text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO} \\ \text{S}^{2-} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} \end{array} \right.$, que hay que ajustar:



Y así, la reacción iónica será: $3.\text{S}^{2-} + 8.\text{H}^+ + 8.\text{NO}_3^- \rightarrow 3.\text{SO}_4^{2-} + 8.\text{NO} + 4.\text{H}_2\text{O}$ y la reacción completa:



Para determinar el reactivo limitante, hemos de calcular las cantidades de reactivos puros que tenemos y determinar cual de ellos se agota en la reacción, que será por tanto el limitante:

- FeS: 4 g (68% de riqueza): $g_{\text{puro}} = 4.0,68 = 2,72$ g de FeS puro

- 5mL de HNO_3 (70% y $d=1,41$ g/L) $\Rightarrow 5.1,41 = 7,05$ g, del 70% ; $g_{\text{puro}} = 7,05.0,70 = 4,93$ g de HNO_3 puro

De acuerdo con la estequiometría de la reacción:

3.FeS +	8.HNO₃	->	FeSO₄ +	8.NO +	4.H₂O	$x = \frac{3.87,8.4,93}{8.63} = 2,34$ g de FeS reaccionan como hay 2,72 g, sobra algo, por lo que el reactivo limitante es el HNO₃
3.87,8 g	8.63 g			8.30		
x	4,93			y		

- 2) La variación del punto de congelación de una disolución se calcula por la fórmula: $\Delta T = k.m$, siendo "m" la molalidad de dicha disolución: $m = \frac{n^\circ \text{ moles soluto}}{\text{Kg disolvente}}$. En este caso tenemos disueltos 2,72 g de FeS,

que serán: $n^\circ \text{ moles FeS} = \frac{2,72}{87,8} = 0,031$ moles de FeS, pero al estar completamente disociado,

tendremos: $\text{FeS} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{S}^{2-}$, es decir, cada mol de FeS originará, una vez disuelto y disociado, 2 moles (una de Fe^{2+} y otra de S^{2-} , por lo que en esa disolución en realidad tendremos: $2.0,031 = 0,062$ moles. Por tanto la variación del punto de congelación si estuvieran disueltas en 200 mL de agua, que

son 200 g = 0,2 Kg, será: $\Delta T = -1,86 \cdot \frac{0,062}{0,2} = -0,56^\circ\text{C}$, por lo que **no producirá un descenso**

de al menos 2°C

- 3) La cantidad de óxido nítrico que se produce en la reacción la calculamos teniendo en cuenta la estequiometría de dicha reacción en la que, como hemos visto, el reactivo limitante era el HNO_3 , por lo que será: $y = \frac{8.30.4,93}{8.63} = 2,35$ g de NO se obtendrían si el rendimiento fuera del 100%, pero al ser solamente del 95%, obtendríamos el 95% de dicha cantidad, a saber: $2,35.0,95 = 2,23$ g de NO se obtendrían.

Puesto que se recoge a 25° y 1 atm, el volumen que ocuparían se calcula por medio de la ecuación general de los gases: $P.V = \frac{g}{P_m}.R.T \Rightarrow 1.V = \frac{2,23}{30}.0,082.298$; **V = 1,82 L (*)**

(*) Si se recogieran en un recipiente cerrado, tendríamos que tener en cuenta la presión de vapor del agua, siendo la presión total de 1 atm la suma de las presiones parciales del vapor de agua (0,031atm) más la presión del NO, que sería de $1 - 0,031 = 0,969$ atm.

Cuestiones (1 punto cada una)

1. Se disuelve un gramo de una aleación de duraluminio (Al-Cu) en 20 mL de una solución acuosa ácida. La solución resultante se satura con una corriente de H_2S , con lo que precipita cuantitativamente todo el Cu^{2+} como CuS , este una vez separado y seco arroja un peso de 95,5 mg. ¿Cuál es la composición en % de la aleación? *Datos: Masas atómicas del S y Cu: 32,0 y 63,5.*

RESOLUCIÓN

La cantidad de Cu que había en el gramo de aleación será la contenida en los 95,5 mg de CuS , que se calcula a partir de la masa molecular del mismo:

$$\left. \begin{array}{l} 95,5\text{gCuS} \text{ --- } 63,5\text{gCu} \\ 95,5\text{mg} \text{ --- } x \end{array} \right\} x = 63,5 \text{ mg de Cu}$$

Por tanto, en 1 g de aleación hay 63,5 mg (0,0635 g) de $\text{Cu} \Rightarrow \% = \frac{0,0635}{1} \cdot 100 =$

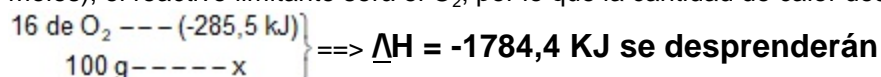
Composición de la aleación: **6,35% de Cu y 93,65% de Al**

2. De acuerdo con la ecuación termoquímica: $2\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{H}_2_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \quad \Delta H = 571 \text{ KJ}$ Considerando que las condiciones de presión y temperatura son las mismas, determine la entalpía de formación del agua líquida. Calcule la cantidad de calor (P=cte) liberado cuando reaccionan 100 g de H_2 con 100 g de O_2 . Datos: masas atómicas H=1; O=16.

RESOLUCIÓN

La reacción de formación del agua líquida es: $\text{H}_2_{(g)} + \frac{1}{2} \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(l)}$, la cual comparada con la reacción que nos dan es: La mitad de la reacción opuesta, por lo que su entalpía será la mitad de la que nos dan cambiada de signo, es decir $\Delta H_{\text{FORMACIÓN}} = -\Delta H_{\text{REACCIÓN DADA}} = -\frac{1}{2} \cdot 571 = -285,5 \text{ KJ}$ y la reacción completa es: $\text{H}_2_{(g)} + \frac{1}{2} \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(l)}$; $\Delta H = -285,5 \text{ KJ}$

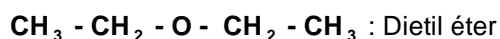
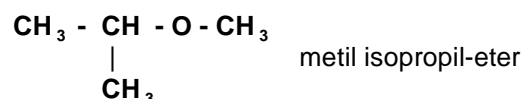
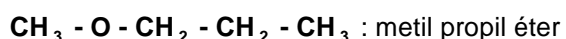
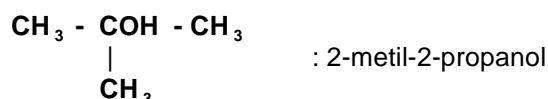
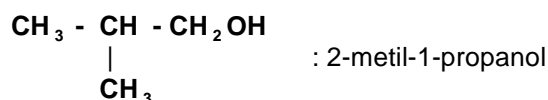
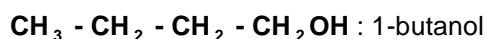
En este caso, si reaccionan 100 g de H_2 ($100/2=50$ moles) con 100 g de O_2 ($100/32= 3,12$ moles), el reactivo limitante será el O_2 , por lo que la cantidad de calor desprendida será:



3. Represente y nombre los isómeros correspondientes a la fórmula molecular $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$.

RESOLUCIÓN

Dado que la fórmula general es $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$, el encontrarse el H en la relación $(2n+2)$ con relación al C, el compuesto todos los enlaces serán sencillos, no existiendo, además, ningún ciclo, por lo que solamente puede tratarse de alcoholes o éteres de cadena lineal o ramificada:



4. Defina los siguientes conceptos y ponga un ejemplo ilustrativo de cada uno de ellos: propiedad coligativa, semiconductor, base de Lewis y carga formal.

- **Propiedad coligativa:** Son todas aquellas propiedades de las disoluciones que dependen exclusivamente de la cantidad de soluto disuelto, no de su naturaleza. Son: la variación de la presión de vapor, crioscopía, ebulloscopía y presión osmótica. (Ver pág 135 del texto recomendado).
- **Semiconductor:** Es todo aquel elemento que presenta una cierta conductividad eléctrica, la cual aumenta cuando lo hace la temperatura a la que se encuentra. (Ver pág 114 del texto recomendado).
- **Base de Lewis:** Es una sustancia capaz de ceder un par de electrones a otra sustancia. (Ver pág 193 del texto recomendado).
- **Carga formal:** es la carga que tendría un átomo en la molécula de la que forma parte si todos los demás átomos que la componen tuvieran la misma electronegatividad. Se calcula restando al número de electrones de valencia de dicho átomo aislado el número de electrones a él asignados en la estructura de Lewis de esa molécula. (Ver pág 82 del texto recomendado).

5. Indique la base o el ácido conjugado, en solución acuosa, de las siguientes especies. Escriba en

cada caso, la reacción ácido-base correspondiente: a) NH_3 ; b) CN^- ; e) HF ; d) CO_3H^- ; e) H_2O

RESOLUCIÓN

- El ácido conjugado de una especie es la especie resultante cuando gana un protón.
 - La base conjugada de una especie es la especie resultante cuando pierde un protón.
 - A) NH_3 (base) + H^+ \rightarrow NH_4^+ (**ácido conjugado**)
 - B) CN^- (base) + H^+ \rightarrow HCN (**ácido conjugado**)
 - C) HF (ácido) \rightarrow H^+ + F^- (**base conjugada**)
 - D) Esta sustancia puede actuar como ácido, cediendo un protón, o como base, ganándolo:
 HCO_3^- (ácido) \rightarrow H^+ + CO_3^{2-} (**base conjugada**)
 HCO_3^- (base) + H^+ \rightarrow H_2CO_3 (**ácido conjugado**)
 - E) Esta sustancia puede actuar como ácido, cediendo un protón, o como base, ganándolo:
 H_2O (ácido) \rightarrow H^+ + OH^- (**base conjugada**)
 H_2O (base) + H^+ \rightarrow H_3O^+ (**ácido conjugado**)
-

Tema (1,5 puntos)

Síntesis industrial del cloro.

Ver pág 330 y siguientes del texto recomendado (QUÍMICA APLICADA A LA INGENIERÍA. Caselles, M.J. , Gómez, M.R., Molero, M. Y Sardá, J. Ed. UNED , 1ª ed. (2004)