

# FUNDAMENTOS QUÍMICOS DE LA INGENIERÍA Septiembre 2010 - Original

## Grado en Ingeniería Eléctrica

### TEORÍA [1/3 DE LA PUNTUACIÓN TOTAL]

(Conteste únicamente a una de las dos preguntas que se formulan. Si contesta a las dos, solo se le calificará la que se propone en primer lugar)

- Concepto de enlace y teoría de Lewis
- Materiales de construcción: la cal como conglomerante

### CUESTIONES [1/3 DE LA PUNTUACIÓN TOTAL]

- Calcular el peso de sulfato de aluminio, cristalizado con 18 moléculas de agua, necesario para preparar 50 mL de una disolución acuosa que contenga 40 mg de ion aluminio por mL.
- Se disuelven 2 g de una sustancia en 150 g de benceno, obteniéndose una disolución que congela a 4,8° C. Calcular la masa molecular de dicha sustancia, sabiendo que el benceno congela a 5,44°C.
- Completar y ajustar, por el método del ion electrón, la reacción que se produce al tratar nitrito potásico con permanganato potásico en medio clorhídrico.
- Explicar razonadamente porqué al modificar la temperatura cambia el valor de la constante de equilibrio.
- El potencial normal para el electrodo de níquel a 25°C es -0,250 V. Calcular el potencial para una disolución 0,01 M de iones níquel (II).

### PROBLEMA [1/3 DE LA PUNTUACIÓN TOTAL]

Para niquelar en baño de sulfato de níquel se emplea una corriente de 15 A. En el cátodo se liberan hidrógeno y níquel, con un rendimiento del 60% respecto a la liberación de este último. Se pide:

- Los gramos de níquel depositados por hora.
- El espesor de la capa de níquel, si el cátodo es una hoja de forma circular, de 4 cm de diámetro, que es niquelada por ambas caras.
- El volumen de hidrógeno que es desprendido por hora, medido en condiciones normales..

Datos globales necesarios para resolver algunas cuestiones y el problema.

Masas atómicas (g/at-g): O= 16,00; H = 1,00; S = 32,0; Ni = 58,71; Al = 26,98;

Densidad del níquel: 8,9 g/mL; Constante crioscópica molal del benceno: 5,18°C

AVISO: Las prácticas deben aprobarse con anterioridad o simultáneamente al curso en que supere la parte teórica. Aquellos alumnos que tengan convalidadas las prácticas con anterioridad, deberán hacerlo constar en sus Pruebas Presenciales indicando, junto a sus datos, el año y Centro Asociado en donde realizaron las mismas.

---

## SOLUCIONES

### TEORÍA

- Concepto de enlace y teoría de Lewis ( Ver Página 67 del texto recomendado)
- Materiales de construcción: la cal como conglomerante (Ver páginas 442-443 del texto recomendado)

### CUESTIONES

- Calcular el peso de sulfato de aluminio, cristalizado con 18 moléculas de agua, necesario para preparar 50 mL de una disolución acuosa que contenga 40 mg de ion aluminio por mL.

#### RESOLUCIÓN

La cantidad del ion aluminio que hay en la cantidad a preparar (50 ml) expresada en g y en moles es:

$$50\text{ml} \cdot 40 \frac{\text{mg Al}}{\text{ml}} = 2000 \text{ mg} = 2 \text{ g de Al}^{3+} \Rightarrow \frac{2}{27} = 0,074 \text{ moles de Al}^{3+}$$

En el sulfato de aluminio de que se dispone:  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$  vemos que por cada mol del compuesto hay 2 moles de Al, por lo que para tener las 0,074 moles de Al, se necesitarán:

$$\text{moles de Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O} = \frac{0,074}{2} = 0,037 \text{ moles de Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O} \text{ y teniendo en cuenta que su}$$

masa molecular es 666, se necesitarán: **0,037 . 666 = 24,64 g de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$**

- Se disuelven 2 g de una sustancia en 150 g de benceno, obteniéndose una disolución que congela a 4,8° C. Calcular la masa molecular de dicha sustancia, sabiendo que el benceno congela a 5,44°C.

**DATO: Constante crioscópica molal del benceno: 5,18°C**

RESOLUCIÓN:

La disolución de un soluto no volátil en un disolvente hace que el punto de congelación de éste descienda; este fenómeno recibe el nombre de crioscopia, y la fórmula que lo regula es:

$\Delta T = k_c \cdot m$ , siendo  $\Delta T$  la variación del punto de congelación del disolvente ;

$k_c$  es la constante crioscópica molal del disolvente, nos indica el valor del descenso del punto de congelación cuando se tiene una disolución 1 molal. Es característico de cada disolvente, y para el caso del benceno vale 5,18°C

$m$  es la molalidad de la disolución.

Aplicando directamente la fórmula en la cual desarrollamos la expresión que nos da la molalidad:

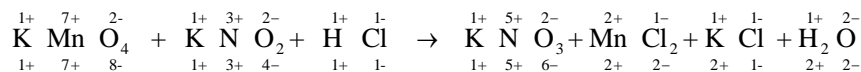
$$\Delta T = k_c \cdot m \Rightarrow \Delta T = k_c \cdot \frac{\frac{\text{gramos soluto}}{\text{P.M. soluto}}}{\text{Kg disolvente}}$$

$$4,8 - (5,44) = -5,18 \cdot \frac{2}{0,150} \quad \text{de donde } Pm = 107,92 \text{ g/mol}$$

**3. Completar y ajustar, por el método del ion electrón, la reacción que se produce al tratar nitrito potásico con permanganato potásico en medio clorhídrico.**

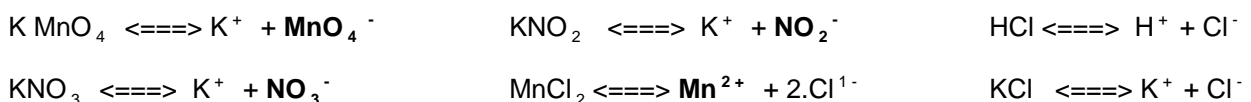
RESOLUCIÓN

La reacción, con los números de oxidación de cada elemento es:

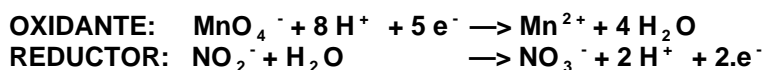


Donde, como podemos comprobar, cambian su número de oxidación el Mn, que pasa de Mn<sup>7+</sup> a Mn<sup>2+</sup> y el N, que pasa de N<sup>3+</sup> a N<sup>5+</sup>.

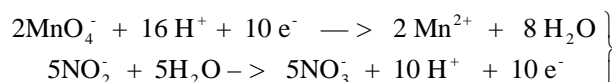
Las disociaciones de los ácidos, bases y/o sales son:



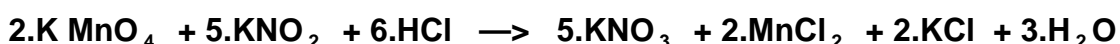
Y las semirreacciones que tienen lugar son



por lo que para igualar el número de electrones ganados en la primera al de perdidos en la segunda, multiplicamos ésta por 5, y la primera por 2, con lo que nos quedan:



Y trasladados estos coeficientes a la reacción original, nos queda:



**4. Explicar razonadamente porqué al modificar la temperatura cambia el valor de la constante de equilibrio.**  
Ver páginas 174 y siguientes del texto recomendado

---

5. El potencial normal para el electrodo de níquel a 25°C es -0,250 V. Calcular el potencial para una disolución 0,01 M de iones níquel (II).

RESOLUCIÓN

Le aplicamos la ecuación de Nernst:  $E = E^{\circ} - \frac{R \cdot T}{n \cdot F} \ln Q_i$

La reacción de reducción de este electrodo es:  $\text{Ni}^{2+} + 2.e \rightarrow \text{Ni}^{\circ}$ , por lo que aplicada la ecuación de

Nernst a esta reacción es:  $E = E_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}^{\circ}}^{\circ} - \frac{R \cdot T}{n \cdot F} \ln \frac{1}{[\text{Ni}^{2+}]}$   $E = -0,25 - \frac{8,31 \cdot 298}{2 \cdot 96496} \ln \frac{1}{0,01}$

$$E = -0,25 - 0,059; \quad \mathbf{E = - 0,309 V}$$

---

### PROBLEMA

Para niquelar en baño de sulfato de níquel se emplea una corriente de 15 A. En el cátodo se liberan hidrógeno y níquel, con un rendimiento del 60% respecto a la liberación de este último. Se pide:

- Los gramos de níquel depositados por hora.
- El espesor de la capa de níquel, si el cátodo es una hoja de forma circular, de 4 cm de diámetro, que es niquelada por ambas caras.
- El volumen de hidrógeno que es desprendido por hora, medido en condiciones normales..

**DATOS** Masas atómicas (g/at-g): H = 1,00; Ni = 58,71  
Densidad del níquel: 8,9 g/mL;

RESOLUCIÓN

Hemos de aplicar la Ley de Faraday:  $N^{\circ}$  equivalentes de electricidad =  $N^{\circ}$  equivalentes liberados

$$\frac{I \cdot t}{96596} = \frac{g_{\text{DEPOSITADOS}} \cdot v}{Pm}$$

Si el rendimiento respecto a la liberación de Níquel es del 60%, quiere decir que el 60% de la electricidad se emplea en la deposición del Níquel:

$$N^{\circ} \text{ equivalentes de electricidad} = \frac{15 \cdot 3600}{96496} = \mathbf{0,560 \text{ equivalentes de electricidad}}$$

$$N^{\circ} \text{ equivalentes de Níquel: } \frac{60}{100} \cdot 0,560 = \mathbf{0,336 \text{ equivalentes depositados de Níquel}}$$

La reacción de reducción del Níquel que tiene lugar es:  $\text{Ni}^{2+} + 2.e \rightarrow \text{Ni}^{\circ}$

$$0,336 = \frac{g_{\text{DEPOSITADOS}} \cdot 2}{58,71}; \quad g_{\text{DEPOSITADOS}} = \mathbf{9,86 \text{ gramos de Níquel depositados}}$$

El volumen del mismo lo determinamos por medio de su densidad:  $d = \frac{m}{V}$ ;  $8,9 = \frac{9,86}{V}$ ;  $V = 1,11 \text{ mL}$  y éstos se depositarán sobre ambas caras de la hoja circular, correspondiéndole la mitad a cada una, pues son

$$\text{iguales: mL a cada cara} = \frac{1,11}{2} = 0,555 \text{ mL.}$$

La deposición tendrá forma de cilindro cuya base es la superficie de la hoja circular ( $\pi \cdot r^2$ ) y su altura será el espesor:  $0,555 = \pi \cdot 4^2 \cdot h$ ;  $\mathbf{h = 0,011 \text{ cm de espesor}}$

Los equivalentes de H desprendidos corresponderán a los 40% equivalentes restantes de electricidad:

$$\text{N}^\circ \text{ equivalentes de Hidrógeno: } \frac{40}{100} \cdot 0,560 = \mathbf{0,224 \text{ equivalentes desprendidos de Hidrógeno}}$$

La reacción de reducción del Hidrógeno que tiene lugar es:  $2\text{H}^+ + 2.e \rightarrow \text{H}_2$

$$0,224 = \frac{g_{\text{DESPRENDIDOS}} \cdot 2}{2,00} ; g_{\text{DESPRENDIDOS}} = 0,224 \text{ gramos de H}_2$$

El volumen que ocupan se determina por medio de la ecuación general de los gases:

$$1.V = \frac{0,224}{2} \cdot 0,082 \cdot 273 ; \mathbf{V = 2,51 \text{ Litros de Hidrógeno desprendidos}}$$