

**FUNDAMENTOS QUIMICOS DE LA INGENIERÍA (I. ELECTRICA-ELECTRÓNICA)**  
**2017 - FEBRERO - 2ª semana**

**PROBLEMA (3,5 puntos)**

En una etapa intermedia de síntesis de magnesio metal por electrolisis, se obtiene cloruro de magnesio sólido por cristalización de una solución acuosa del mismo. Para ello se alimenta en continuo un cristalizador con una disolución acuosa de cloruro magnésico al 60% en peso, con un caudal de 5 t/día. A la salida del cristalizador se obtiene una disolución de cloruro magnésico del 20% y un precipitado sólido de cloruro de magnesio con un 5% de agua. Se pide:

- 1) Los caudales másico de la solución y de la sal a la salida del cristalizador
- 2) Los kg/día de cloruro de magnesio anhidro que se obtienen
- 3) Escriba las reacciones parciales sobre los electrodos y la reacción global de la electrolisis del cloruro de magnesio fundido

**CUESTIONES (5.0 puntos)**

- 1ª- Represente la formula desarrollada, indique el grupo funcional y nombre de los isómeros que responden a la formula molecular  $C_3H_6O$ .
- 2ª- Razone cual de las dos disoluciones acuosas de glucosa ( $C_6H_{12}O_6$ ), tendrá mayor punto de ebullición, una cuya fracción molar de glucosa es 0,1, u otra que es 1 molar.
- 3ª- Defina los conceptos: ácido de Lewis; carga formal; propiedad coligativa y semiconductor. Ponga en cada caso un ejemplo que lo ilustre.
- 4ª- Sabiendo que los potenciales estándar de reducción del hidrógeno y del oxígeno, son respectivamente,  $E^\circ = 0$  y  $E^\circ = 1,23$ v. Calcule la  $\Delta G^\circ$  de la formación de del agua ( $F = 98485$  C).
- 5ª- Para la reacción de descomposición del pentóxido de dinitrógeno ( $N_2O_5$ ) en dióxido de nitrógeno y en oxígeno. Escriba la reacción de descomposición y calcule la velocidad de producción de  $O_2$  considerando los siguientes datos experimentales a  $50^\circ C$ :

Tiempo (s)	0	150	300
Conc. $N_2O_5$ (mol/L)	0,0312	0,0280	0,0243

**TEMA ( 1,5 puntos)**

Enlace metálico. Modelo del mar de electrones. Teoría del orbital molecular de los metales.

---

**SOLUCIONES**

**PROBLEMA (3,5 puntos)**

En una etapa intermedia de síntesis de magnesio metal por electrolisis, se obtiene cloruro de magnesio sólido por cristalización de una solución acuosa del mismo. Para ello se alimenta en continuo un cristalizador con una disolución acuosa de cloruro magnésico al 60% en peso, con un caudal de 5 t/día. A la salida del cristalizador se obtiene una disolución de cloruro magnésico del 20% y un precipitado sólido de cloruro de magnesio con un 5% de agua. Se pide:

- 1) Los caudales másico de la solución y de la sal a la salida del cristalizador
- 2) Los kg/día de cloruro de magnesio anhidro que se obtienen
- 3) Escriba las reacciones parciales sobre los electrodos y la reacción global de la electrolisis del cloruro de magnesio fundido.

**RESOLUCIÓN**

En este caso hemos de tener en cuenta el balance de materia en las diferentes etapas del proceso. De acuerdo con los datos que nos dan, la mezcla contiene exclusivamente cloruro de magnesio y agua, por lo que vamos a hacer el balance del total, por un lado, y del cloruro de magnesio por otro.

Cantidad inicial: 5 Tm/día = 5000 Kg/día

Los balances vamos a referirlos a un día, por lo que vamos a prescindir del término "día" en los cálculos:

	Entrada		DISOLUCIÓN SALIDA		CRISTALIZADO
MgCl <sub>2</sub> (Kg)	60%= 3000	=	0% = 0,2.X	+	95% = 0,95.Y
Agua (Kg)	40%= 2000	=	80% = 0,8.X	+	5% = 0,05.Y
Total (Kg)	5000	=	X	+	Y

Haciendo el balance total:  $x + y = 5000$   
 y el balance de MgCl<sub>2</sub>:  $0,2.x + 0,95.y = 3000$

Con ellos se resuelve el sistema:  $\left. \begin{matrix} x + y = 5000 \\ 0,2.x + 0,95.y = 3000 \end{matrix} \right\} 0,2(5000-y) + 0,95.y = 3000$

$$1000 - 0,2 \cdot y + 0,95 \cdot y = 3000 \quad ; \quad 0,75 \cdot y = 2000 \quad ,$$

**y = 2666,67 Kg totales de sal hidratada que salen del cristalizador por día**

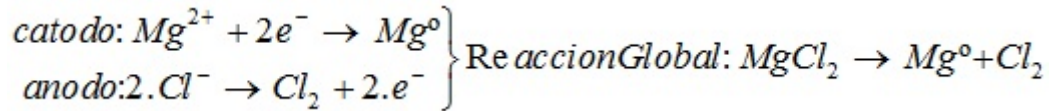
$$x = 5000 - 2666,67 \implies$$

**x = 2333,37 Kg totales de disolución que salen del cristalizador por día**

b) el  $\text{MgCl}_2$  anhidro que se obtiene será el 95% del cristalizado:

$$= 0,95 \cdot y = 0,95 \cdot 2666,67 = \mathbf{2533,36 \text{ Kg de } \text{MgCl}_2 \text{ anhidro diarios que se obtienen}}$$

C) Las reacciones en los electrodos durante la electrolisis de  $\text{MgCl}_2$  fundido son



### CUESTIONES (5.0 puntos)

1ª- Represente la fórmula desarrollada, indique el grupo funcional y nombre de los isómeros que responden a la fórmula molecular  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ .

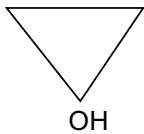
#### RESOLUCIÓN

$\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$  Propanona Grupo funcional (carbonilo):  $-\text{CO}-$

$\text{CHO-CH}_2\text{-CH}_3$  Propanal Grupo funcional (carbonilo):  $-\text{CO}-$

$\text{CH}_2=\text{CH-CH}_2\text{OH}$  2-propenol Grupos funcionales (Hidroxilo):  $-\text{OH}$  y doble enlace:  $\text{C}=\text{C}$

$\text{CH}_2=\text{CH-O-CH}_3$  Etilenmetil éter (Metilvinil éter) Grupos funcionales (éter):  $-\text{O}-$  y doble enlace:  $\text{C}=\text{C}$



Ciclopropanol

Grupo funcional (Hidroxilo):  $-\text{OH}$

(No se incluyen algunos otros compuestos que tienen en el mismo carbono un doble enlace y un grupo  $-\text{OH}$ , por considerarlos formas enólicas de los compuestos carbonílicos:  $\text{CHO-CH}_2\text{-CH}_3$   
 $\implies \text{CHOH}=\text{CH-CH}_3$ )

2ª- Razone cual de las dos disoluciones acuosas de glucosa ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ), tendrá mayor punto de ebullición, una cuya fracción molar de glucosa es 0,1, u otra que es 1 molar.

#### RESOLUCIÓN

La variación del punto de ebullición viene dado por la fórmula:  $\Delta T = K \cdot m$ , siendo "m" la molalidad de la disolución, por lo que la variación de la temperatura de ebullición será tanto mayor cuanto mayor sea la molalidad de la disolución.

Por tanto, hemos de calcular la molalidad de la primera disolución, con una fracción molar de glucosa de 0,1:

$X_{\text{GLUCOSA}} = \frac{n_{\text{GLUCOSA}}}{n_{\text{GLUCOSA}} + n_{\text{AGUA}}}$  así, si  $X_{\text{glucosa}} = 0,1$ , será una disolución que contiene 1 mol de glucosa por cada 10 moles totales: 1 mol de glucosa y 9 moles de agua =  $9 \cdot 18 = 162 \text{ g}$  de agua, y así:

$$m = \frac{n_{\text{GLUCOSA}}}{\text{Kg}_{\text{AGUA}}} = \frac{1}{0,162} = 6,17 \text{ molal.}$$

Por tanto la primera disolución ( $X=0,1$ ) tiene una molalidad mayor que la segunda, y por tanto mayor temperatura de ebullición

3ª- Defina los conceptos: ácido de Lewis; carga formal; propiedad coligativa y semiconductor. Ponga en cada caso un ejemplo que lo ilustre.

Ver Ácido de Lewis (pág 193):  $\text{H}^+ + 2 \cdot e^- \rightarrow \text{H}$

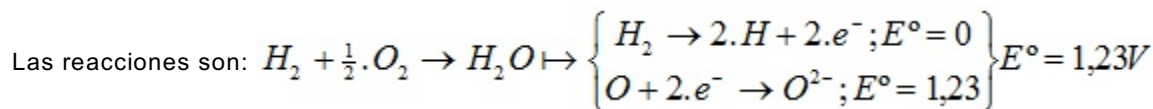
Carga formal (pág 82)

Propiedad coligativa: (pág 135): presión osmótica

Semiconductor (pág 114): Si

4ª- Sabiendo que los potenciales estándar de reducción del hidrógeno y del oxígeno, son respectivamente,  $E^\circ = 0$  y  $E^\circ = 1,23 \text{ v}$ . Calcular la  $\Delta G^\circ$  de la formación de del agua ( $F = 98485 \text{ C}$ ).

#### RESOLUCIÓN



Y así:  $\Delta G^\circ = -n.F.E^\circ = -2.96485.1,23 = -237353,1 \text{ J}$

5ª- Para la reacción de descomposición del pentóxido de dinitrógeno ( $N_2O_5$ ) en dióxido de nitrógeno y en oxígeno. Escriba la reacción de descomposición y calcule la velocidad de producción de  $O_2$  considerando los siguientes datos experimentales a  $50^\circ C$ :

Tiempo (s)	0	150	300
Conc. $N_2O_5$ (mol/L)	0,0312	0,0280	0,0243

#### RESOLUCIÓN

La reacción de descomposición es:  $2.N_2O_5 \rightarrow 4.NO_2 + O_2$

La velocidad de producción de  $O_2$  depende obviamente de la concentración del reactivo ( $N_2O_5$ ) en cada momento

La velocidad de reacción está relacionada con la concentración inicial del reactivo por medio de una expresión que depende del orden de reacción:  $V = k \cdot [A]^\alpha$ ;  $\frac{d([A]^\circ) - [A]}{dt} = k[A]^\alpha$  donde  $\alpha$  es el orden de reacción, y esta ecuación diferencial, al resolverla, las expresiones dependen obviamente del orden de reacción.

Las ecuaciones de velocidad son:

- Orden 0:  $[A] = [A]^\circ - k \cdot t \implies k = \frac{[A]^\circ - [A]}{t}$

- Orden 1:  $\ln \frac{[A]^\circ}{[A]} = k \cdot t \implies k = \frac{1}{t} \cdot \ln \frac{[A]^\circ}{[A]}$

Para comprobar cual es el orden de reacción, hemos de calcular el valor de la constante de velocidad "k" en los dos casos que nos dan, y ha de tener el mismo valor. Vamos a comprobar para Orden 0 y orden 1

Tiempo (s)	0	150	300
Conc. $N_2O_5$ (mol/L)	0,0312	0,0280	0,0243
Orden 0: $k = \frac{[A]^\circ - [A]}{t}$		$k = \frac{0,0312 - 0,0280}{150} = 2,13 \cdot 10^{-5}$	$k = \frac{0,0312 - 0,0243}{300} = 2,33 \cdot 10^{-5}$
Orden 1: $k = \frac{1}{t} \cdot \ln \frac{[A]^\circ}{[A]}$		$k = \frac{1}{150} \cdot \ln \frac{[0,0312]}{[0,0280]} = 7,21 \cdot 10^{-4}$	$k = \frac{1}{300} \cdot \ln \frac{[0,0312]}{[0,0243]} = 8,33 \cdot 10^{-4}$

Con estos valores, podemos deducir que es de orden 0 (la diferencia entre los valores de k es menor que para orden 1). Vamos a tomar el valor de "k" como la media de ambos:  $k = 2,23 \cdot 10^{-5}$

Por tanto, la ecuación de velocidad será:  $0,0312 - [N_2O_5] = 2,23 \cdot 10^{-5}$

#### TEMA ( 1,5 puntos)

**Enlace metálico. Modelo del mar de electrones. Teoría del orbital molecular de los metales.**

Ver pág. 67 del texto recomendado