

FUNDAMENTOS QUÍMICOS DE LA INGENIERÍA - I. Eléctrica - septiembre 2015 - ORIGINAL

PROBLEMA (2,5 puntos)

Se construye una celda electrolítica formada por cloruro sódico fundido depositado en un vaso de precipitados con dos electrodos de platino. Dicha celda se une a una fuente externa de energía eléctrica que produce una intensidad de 6 amperios durante una hora.

1) Indíquese los procesos que tiene lugar en la celda y calcúlese su potencial

2) Calcúlese la cantidad de producto obtenido en cada electrodo de la celda, en gramos si el producto obtenido es sólido y en volumen en litros en condiciones normales si el producto es gaseoso

Datos: masa atómica (g/mol) de Na= 23,0; Cl= 35,5. $E^\circ \text{Na}^+/\text{Na} = -2,71\text{V}$; $E^\circ \text{Cl}_2/\text{Cl}^- = 1,36\text{V}$; $F = 96500 \text{ C/mol.e}^-$

PROBLEMA (2,5 puntos)

Para la obtención del cromo metal por aluminotermia, se mezclan 145 g de óxido de cromo (III) con el 95% de riqueza con 50 g de aluminio en polvo. La mezcla se introduce en un crisol y se inicia la reacción mediante la combustión de una cinta de magnesio introducida en la mezcla hasta que finaliza la reacción. Indíquese:

1º) El ajuste de la reacción que tiene lugar en el proceso

2º) ¿ Qué reactivo está en exceso y en qué cantidad?

3º) ¿Qué cantidad de cromo se obtiene si el rendimiento de la reacción es del 95%?

DATOS; Masas atómicas (g/mol) del O; Cr y Al: 16,0; 52,0 y 27,0 respectivamente.

PREGUNTAS (5,0 puntos)

1.- Formúlense los siguientes compuestos

carbonato ácido de magnesio

nitrato amónico

fluoruro potásico

fosfito sódico

sulfato amónico

dimetilpropano (en forma desarrollada)

3-metil-2-penteno (en forma desarrollada)

1,2,3 -propanotriol (en forma desarrollada)

Nitrobenceno (en forma desarrollada)

ácido 2-cloro-butanoico (en forma desarrollada)

2.- Dadas las siguientes soluciones acuosas:

1) etilenglicol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$) 0,4 m

2) cloruro cálcico 0,1 m

3) bromuro potásico 0,3 m

4) sacarosa ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) 0,1 m

El orden de las mismas de mayor a menor punto de ebullición es:

a) 1>3>2>4

b) 3>1>2>4

c) 4>1>3>2

d) 3>2>4>1

3.-- En la tostación de la pirita (disulfuro de hierro) se obtiene dióxido de azufre y trióxido de dihierro. La cantidad de éste óxido que se obtiene a partir de una tonelada de pirita del 88% de dióxido de azufre en el proceso de tostación es :

Datos: masa atómica (g/mol) de S = 32,0; Fe = 58,8 ; O = 16,0

a) $1,188 \cdot 10^{-3} \text{ g}$

b) $0,945 \cdot 10^{-3} \text{ Kg}$

c) $0,594 \cdot 10^{-3} \text{ Kg}$

d) $2,054 \cdot 10^{-3} \text{ Kg}$

4.- Indíquese cual es la solución correcta de ordenación de mayor a menor acidez de los siguientes ácidos y

justifique la respuesta

1) .- H_2CO_3 $K_a = 4,3 \cdot 10^{-7}$

2) .- HF $K_a = 3,5 \cdot 10^{-4}$

3) .- HClO_2 $K_a = 1,1 \cdot 10^{-2}$

4) .- $\text{CH}_3\text{-COOH}$ $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$

a) 1>2>3>4

b) 3>2>4>1

c) 1>4>2>3

d) 1>2>4>3

5.- Señale las frases que son correctas:

a) La química orgánica es la química del carbono

b) la química orgánica es la química de los seres vivos

c) los compuestos orgánicos son menos polares que los inorgánicos

d) en los compuestos orgánicos los enlaces entre los átomos son covalentes

6.- En la pirólisis del carbón se obtiene fundamentalmente:

- a) etileno
- b) dióxido de carbono
- c) gas de síntesis
- d) coque

7.- En el craqueo del petróleo se consigue:

- a) la ruptura de las largas cadenas hidrocarbonadas conducentes a una mezcla de otras menores
- b) obtener gasolinas de mayor índice de octano
- c) obtener asfalto
- d) obtener gas natural

8.- Indique la respuesta correcta y justifíquela.

Las olefinas experimentan reacciones de polimerización:

- a) por adición
- b) por condensación
- c) por isomerización
- d) por precipitación

9.- indique cuales de los siguientes compuestos es una poliamida. Represente la fórmula de la unidad monómera:

- a) nylon 6,6
- b) kevlar
- c) fibra de carbono
- d) urea

10.- Señale las afirmaciones que son correctas, justificando la respuesta

- a) Los jabones son sustancias tensioactivas
- b) el biodiesel es un ester
- c) en la fabricación del jabón se obtiene glicerina
- d) las siliconas son solubles en agua

SOLUCIONES

PROBLEMA 1

Se construye una celda electrolítica formada por cloruro sódico fundido depositado en un vaso de precipitados con dos electrodos de platino. Dicha celda se une a una fuente externa de energía eléctrica que produce una intensidad de 6 amperios durante una hora.

1) Indíquese los procesos que tiene lugar en la celda y calcúlese su potencial

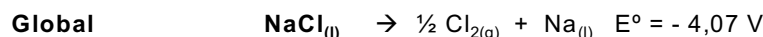
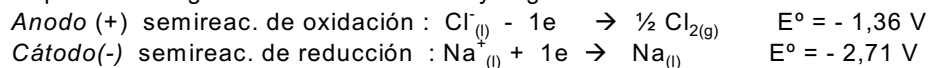
2) Calcúlese la cantidad de producto obtenido en cada electrodo de la celda, en gramos si el producto obtenido es sólido y en volumen en litros en condiciones normales si el producto es gaseoso

Datos: masa atómica (g/mol) de Na= 23,0; Cl= 35,5. $E^\circ \text{Na}^+/\text{Na} = - 2,71\text{V}$

$E^\circ \text{Cl}_2/\text{Cl}^- = 1,36\text{V}$; $F = 96500 \text{ C/mol.e}$

RESOLUCIÓN

1- Las reacciones que tienen lugar sobre los electrodos y la global son:



2- Para calcular la cantidad de producto obtenida: Cloro gaseoso en el ánodo y Sodio metal en el cátodo,

aplicamos la ley de Faraday. En efecto: $\frac{g \cdot v}{Pm} = \frac{I \cdot t}{96500}$; $g = \frac{I \cdot t \cdot Pm}{v \cdot 96500}$

donde I Intensidad de la corriente aplicada = 6 Amperios

g: gramos de sodio obtenidos (o de Cloro, según el caso)

v: valencia del sodio, que es 1 (o de Cloro, según el caso, que también es 1)

t: tiempo: 1 hora = 3600 s

Pm: Peso molecular del sodio: 23 (35,5 para el Cloro)

- Cátodo: SODIO: $g = \frac{6 \cdot 3600 \cdot 23}{1 \cdot 96500}$; $g = 5,15 \text{ g de Sodio (es un sólido)}$

- Ánodo: CLORO (Cl_2) $g = \frac{6 \cdot 3600 \cdot 35,5}{1 \cdot 96500}$; $g = 7,95 \text{ g de Cloro (Cl}_2\text{) que es un gas.}$

En C.N. ocupará: $1 \cdot V = \frac{7,95}{71} 0,082 \cdot 273$; $V = 2,5 \text{ Litros de Cl}_2 \text{ gaseoso en C.N.}$

PROBLEMA 2

Para la obtención del cromo metal por aluminotermia, se mezclan 145 g de óxido de cromo (III) con el 95% de riqueza con 50 g de aluminio en polvo. La mezcla se introduce en un crisol y se inicia la reacción

mediante la combustión de una cinta de magnesio introducida en la mezcla hasta que finaliza la reacción. Indíquese:

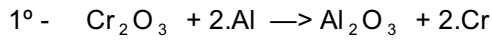
1º) El ajuste de la reacción que tiene lugar en el proceso

2º) ¿ Qué reactivo está en exceso y en qué cantidad?

3º)¿Qué cantidad de cromo se obtiene si el rendimiento de la reacción es del 95%?

DATOS; Masas atómicas (g/mol) del O; Cr y Al: 16,0; 52,0 y 27,0 respectivamente.

RESOLUCIÓN



2º - Para determinar el reactivo que está en exceso, hemos de tener en cuenta la estequiometría de la reacción, la cual está referida siempre a reactivos puros, que en este caso son: 50 g de Al y de óxido de cromo, el 95% de 145 g, que son : 137,75 g, vamos a suponer que el reactivo limitante es éste último, determinando la cantidad de aluminio en polvo que será necesaria para reaccionar con estos 137,75 g

	$\text{Cr}_2\text{O}_3 +$	$2.\text{Al}$	\rightarrow	$\text{Al}_2\text{O}_3 +$	$2.\text{Cr}$
Estequiometría	152 g	2.27= 54 g		102 g	2.52=104 g
Reacción	137,75	X			Y

$$X = \frac{54.137,75}{152} = 48,94 \text{ g de Al se necesitan. Como se habían puesto 50 g, será éste el reactivo}$$

en exceso y sobrarán: $50 - 48,94 = 1,06 \text{ g de Al sobran}$

3º - La cantidad de cromo obtenido es: $Y = \frac{104.137,75}{152} = 94,25 \text{ g de Cr, con rendimiento del 100\%}$

Dado que nos indican que en rendimiento de este proceso es del 95%, solamente obtendremos en 95%

de la cantidad anterior, es decir: $\frac{95}{100} .94,25 = 89,54 \text{ g de Cr que se obtienen}$

PREGUNTAS (5,0 puntos)

1.- Formúlense los siguientes compuestos

carbonato ácido de magnesio----- $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$

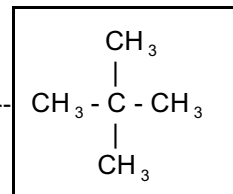
nitrato amónico----- NH_4NO_3

fluoruro potásico----- KF

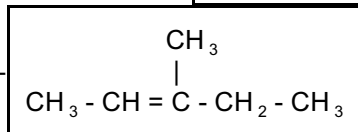
fosfito sódico ----- Na_3PO_3

sulfato amónico ----- $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

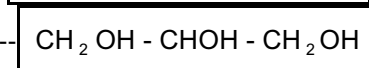
dimetilpropano (en forma desarrollada)-----



3-metil-2-penteno (en forma desarrollada)-----



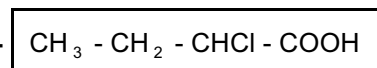
1,2,3 -propanotriol (en forma desarrollada)-----



Nitrobenceno (en forma desarrollada)-----



ácido 2-cloro-butanoico (en forma desarrollada)-----



2.- Dadas las siguientes soluciones acuosas:

1) etilenglicol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$) 0,4 m

2) cloruro cálcico 0,1 m

3) bromuro potásico 0,3 m

4) sacarosa ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) 0,1 m

El orden de las mismas de mayor a menor punto de ebullición es:

a) 1>3>2>4

b) 3>1>2>4

c) 4>1>3>2

d) 3>2>4>1

RESOLUCIÓN: La opción b).

- 1) El etilenglicol no se disocia (es un no electrolito), por lo que la concentración real será: 0,4 molal
- 2) El CaCl_2 es un compuesto iónico (electrolito) que se disocia dando 3 iones:
 $\text{CaCl}_2 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2 \text{Cl}^-$ por lo que cada mol disuelta originará 3 moles de iones, por lo que la disolución será $3 \cdot 0,1 = 0,3$ molal
- 3) El KBr es un compuesto iónico (electrolito) que se disocia dando 2 iones:
 $\text{KBr} \rightleftharpoons \text{K}^+ + \text{Br}^-$ por lo que cada mol disuelta originará 2 moles de iones, por lo que la disolución será $2 \cdot 0,3 = 0,6$ molal
- 4) La sacarosa no se disocia (es un no electrolito), por lo que la concentración real será: 0,1 molal
El aumento del punto de ebullición viene dado por la fórmula: $\Delta T = K \cdot m$, siendo por tanto mayor cuanto mayor sea la molalidad real de la disolución: $3 > 1 > 2 > 4$ (opción b), por lo que la temperatura de ebullición seguirá también ese mismo orden.

3.- En la tostación de la pirita (disulfuro de hierro) se obtiene dióxido de azufre y trióxido de dihierro. La cantidad de éste óxido que se obtiene a partir de una tonelada de pirita del 88% de dióxido de azufre en el proceso de tostación es : Datos: masa atómica (g/mol) de S = 32,0; Fe = 58,8 ; O = 16,0

- a) $1,188 \cdot 10^3$ Kg
- b) $0,945 \cdot 10^3$ Kg
- c) $0,594 \cdot 10^3$ Kg
- d) $2,054 \cdot 10^3$ Kg

RESOLUCIÓN

La estequiometría de esta reacción es: 1Tm de pirita del 88% tiene: $\frac{88}{100} \cdot 10^6 = 8,8 \cdot 10^5$ g de FeS_2

	$4 \cdot \text{FeS}_2 +$	$11 \cdot \text{O}_2$	\rightarrow	$8 \cdot \text{SO}_2 +$	$2 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	$X = \frac{2.165,68,8 \cdot 10^5}{4122,8} = 593355 \text{ g} =$ 593,3 Kg (Opción c*)
Esteq.	4.122,8				2.165,6	
Reacción	$8,8 \cdot 10^5$				X	

(*) En el enunciado real, todas las posibles soluciones se ofrecían con 10^{-3} , lo cual suponemos que se trataba de un error de transcripción

4.- Indíquese cual es la solución correcta de ordenación de mayor a menor acidez de los siguientes ácidos y justifique la respuesta

- 1) H_2CO_3 $K_a = 4,3 \cdot 10^{-7}$
 - 2) HF $K_a = 3,5 \cdot 10^{-4}$
 - 3) HClO_2 $K_a = 1,1 \cdot 10^{-2}$
 - 4) $\text{CH}_3\text{-COOH}$ $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$
- a) 1>2>3>4
 - b) 3>2>4>1
 - c) 1>4>2>3
 - d) 1>2>4>3

RESOLUCIÓN

La fuerza de un ácido viene dada por la concentración de protones que aporta a la disolución, y que será mayor cuanto más disociado se encuentre, es decir, cuanto mayor sea su constante de disociación, por lo que para los ácidos dados será: 3>2>4>1, es decir, la opción b)

5.- Señale las frases que son correctas:

- a) La química orgánica es la química del carbono
- b) la química orgánica es la química de los seres vivos
- c) los compuestos orgánicos son menos polares que los inorgánicos
- d) en los compuestos orgánicos los enlaces entre los átomos son covalente

RESOLUCIÓN

- A) No es completamente correcta ya que hay algunos compuestos del carbono: CO , CO_2 , H_2CO_3 , etc cuyo estudio corresponde a la química inorgánica
- B) Tampoco es completamente correcta, ya que muchos de los compuestos orgánicos se sintetizan artificialmente y no por los seres vivos
- C) En general es correcta, pues la mayoría de los compuestos orgánicos son covalente, aunque si se comparan uno a uno, puede ser que algún compuesto orgánico sea más polar que algún compuesto concreto inorgánico: el ácido acético es más polar que el N_2 , por ejemplo
- D) En general, es correcta, aunque haya algunos casos de enlaces iónicos, como, por ejemplo, las sales de los ácidos orgánicos, en las cuales el enlace entre el metal y el grupo ácido es fundamentalmente iónico

6.- En la pirolisis del carbón se obtiene fundamentalmente:

- a) etileno
- b) dióxido de carbono
- c) gas de síntesis
- d) coque

SOLUCIÓN: Opción d) (Ver página 559 del texto recomendado)

7.- En el craqueo del petróleo se consigue:

- a) la ruptura de las largas cadenas hidrocarbonadas conducentes a una mezcla de otras menores
- b) obtener gasolinas de mayor índice de octano
- c) obtener asfalto
- d) obtener gas natural

SOLUCIÓN: Opción a) (Ver página 550 del texto recomendado)

8.- Indique la respuesta correcta y justifíquela.

Las olefinas experimentan reacciones de polimerización:

- a) por adición
- b) por condensación
- c) por isomerización
- d) por precipitación

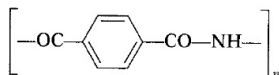
SOLUCIÓN: Opción a) (Ver página 578 del texto recomendado)

9.- indique cuales de los siguientes compuestos es una poliamida. Represente la fórmula de la unidad monómera:

- a) nylon 6,6
- b) kevlar
- c) fibra de carbono
- d) urea

SOLUCIÓN: Opciones a) y b)
$$n[\text{H}_2\text{N} - (\text{CH}_2)_6 - \text{NH}_2] + n[\text{HOOC} - (\text{CH}_2)_4 - \text{CO}_2\text{H}] \rightarrow$$
$$[- \text{HN} - (\text{CH}_2)_6 - \text{NHCO} - (\text{CH}_2)_4 - \text{CO} - \text{NH} - (\text{CH}_2)_4 - \text{CO} -]_n$$

nylon 6,6 (Ver pág 675)



Fibra de Kevlar (Ver pág 676)

10.- Señale las afirmaciones que son correctas, justificando la respuesta

- a) Los jabones son sustancias tensioactivas
- b) el biodiesel es un ester
- c) en la fabricación del jabón se obtiene glicerina
- d) las siliconas son solubles en agua

SOLUCIÓN: - Opción a: Sí, (Ver pág 657 del texto recomendado)
- Opción b: Sí, (Ver pág 561 del texto recomendado)
- Opción c: Sí, (Ver pág 656 del texto recomendado)
- Opción d: No, (Ver pág 696 del texto recomendado)