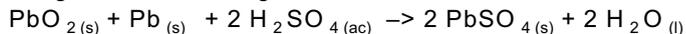


**FUNDAMENTOS QUÍMICOS DE LA INGENIERÍA ( MECÁNICA)**  
**2014 septiembre . Original**

**PROBLEMA ( 2,5 puntos)**

La principal aplicación del plomo se encuentra en la fabricación de acumuladores que se utilizan en los automóviles para suministrar energía al motor. Consisten en un conjunto de celdas en las que los electrodos están sumergidos en ácido sulfúrico. Durante el proceso de descarga de un acumulador de plomo cuando el motor arranca, se produce la siguiente reacción global en cada celda:



Se pide:

- Indicar el cátodo y ánodo de cada celda y las reacciones que tienen lugar en cada electrodo.
- La fuerza electromotriz de la celda suponiendo condiciones estándar y la variación de energía libre estándar de la reacción. ¿Es espontánea la reacción de recarga? Justifique la respuesta.
- ¿Qué cantidad de Pb se ha consumido cuando la batería haya suministrado 100 culombios?

DATOS:  $E^\circ_{\text{PbSO}_4(s)/\text{Pb}(s)} = -0,36 \text{ V}$  y  $E^\circ_{\text{PbO}_2(s)/\text{PbSO}_4(ac)} = 1,69 \text{ V}$ ;  $F = 96500 \text{ C}$ ; Masa atómica Pb = 207,2 g/mol

**PREGUNTAS TEST ( 5,0 puntos)**

1.- Formular los siguientes compuestos:

- Nitrato de plata
- Sulfato amónico
- Bicarbonato sódico
- Sulfuro amónico
- Dicromato potásico
- Butanona
- Acetato de etilo
- 2-metil butano
- 1,3-butano-diol
- Etilamina

2.- El análisis de un agua industrial contaminada indica que tiene 0,82 g/l de  $\text{Cd}^{2+}$ . Su molaridad y su molalidad es:

Datos: masa atómica del Cd = 112,41

- $7,29 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$  y  $7,29 \cdot 10^{-4} \text{ mol/Kg}$
- $7,29 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$  y  $14,58 \cdot 10^{-4} \text{ mol/Kg}$
- $14,58 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$  y  $7,29 \cdot 10^{-4} \text{ mol/Kg}$
- $4,58 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$  y  $7,29 \cdot 10^{-4} \text{ mol/Kg}$

3.- Al añadir el anticongelante etilenglicol ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ ) a 100 mL de agua destilada, la temperatura de ebullición de esta asciende a  $104,5^\circ\text{C}$ . La temperatura de congelación de esa mezcla será:

Datos: masa atómica (g/mol) de C = 12; H = 1; O = 16.  $K_{p\text{EBULLICIÓN}} = 0,512 \text{ }^\circ\text{C/mol}$ ;  $K_{p\text{FUSIÓN}} = 1,86^\circ\text{C/mol}$

- $-4,5^\circ\text{C}$
- $-9,0^\circ\text{C}$
- $-16,39^\circ\text{C}$
- $-1,5^\circ\text{C}$

4.- El pH de una lluvia ácida caída en un bosque de Alemania fue 2,40. La concentración de ión hidrógeno en ese agua es:

- $2,54 \cdot 10^{-2} \text{ moles/L}$
- $4,21 \cdot 10^{-2} \text{ moles/L}$
- $3,98 \cdot 10^{-3} \text{ moles/L}$
- $3,00 \cdot 10^{-3} \text{ moles/L}$

5.- La resistencia mecánica de un cemento es tanto más elevada cuanto mayor es su contenido en:

- Silicato tricálcico ( $\text{SiO}_2 \cdot 3\text{CaO}$ )
- Alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )
- Ferrito dicálcico ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{CaO}$ )
- Óxido de calcio ( $\text{CaO}$ )

6.- Los compuestos 2-buteno y ciclobutano son isómeros porque

- los dos son compuestos gaseosos
- los dos son hidrocarburos
- los dos tiene la misma fórmula molecular
- los dos se obtiene en la destilación del petróleo.

Justifique la respuesta y represente las fórmulas desarrolladas de ambos

7.- En la gasificación del carbón se obtiene fundamentalmente:

- butano y propano
- $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$
- CO e  $\text{H}_2$
- alquitrán y gasóleo

8.- En el craqueo catalítico de las fracciones petrolíferas se obtienen:

- a) gasolinas ricas en hidrocarburos aromáticos y parafinas ramificadas  
 b) gas de síntesis  
 c) reacciones de isomerización  
 d) lubricantes
- 9.- El poli(propileno) es un plástico termoplástico de gran interés industrial. Se obtiene en el laboratorio mediante:  
 a) reacción turbulenta a elevada temperatura  
 b) polimerización por adición  
 c) polimerización por condensación  
 d) por reducción del caucho natural

Escriba la reacción que tiene lugar

10.- Indique cuales de las siguientes afirmaciones son correctas:

- a) la fibra de carbono y el kevlar son poliamidas  
 b) el biodiesel es un éster  
 c) los detergentes y los jabones son sustancias tensioactivas  
 d) el TNT está formado por la mezcla de hidrocarburos aromáticos

Justifique las respuestas dadas

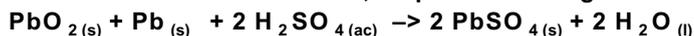
### TEMA ( 2,5 puntos)

Esteres naturales y esterios sintéticos. Interés industrial de cada uno de ellos. Productos que se obtienen ella hidrólisis alcalina de los esterios naturales. Propiedades de los mismos. Represente la estructura química de todos los compuestos mencionados y la reacción que tiene lugar en la hidrólisis alcalina

### SOLUCIONES

#### PROBLEMA ( 2,5 puntos)

La principal aplicación del plomo se encuentra en la fabricación de acumuladores que se utilizan en los automóviles para suministrar energía al motor. Consisten en un conjunto de celdas en las que los electrodos están sumergidos en ácido sulfúrico. Durante el proceso de descarga de un acumulador de plomo cuando el motor arranca, se produce la siguiente reacción global en cada celda:



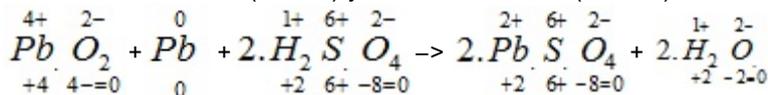
Se pide:

- a) Indicar el cátodo y ánodo de cada celda y las reacciones que tienen lugar en cada electrodo.  
 b) La fuerza electromotriz de la celda suponiendo condiciones estándar y la variación de energía libre estándar de la reacción. ¿Es espontánea la reacción de recarga? Justifique la respuesta.  
 c) ¿Qué cantidad de Pb se ha consumido cuando la batería haya suministrado 100 culombios?

DATOS:  $E^\circ_{\text{PbSO}_4(\text{s})/\text{Pb}(\text{s})} = -0,36 \text{ V}$  y  $E^\circ_{\text{PbO}_2(\text{s})/\text{PbSO}_4(\text{ac})} = 1,69 \text{ V}$ ;  $F = 96500 \text{ C}$ ; Masa atómica Pb = 207,2 g/mol

#### RESOLUCIÓN

Los números de oxidación de todos los elementos que intervienen en la reacción nos indican cuales de ellos cambian, uno de ellos se oxidará (ánodo) y el otro se reduce (cátodo)

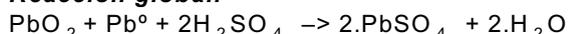


Vemos que el Pb<sup>0</sup> se oxida, pasando a Pb<sup>2+</sup>, mientras que el óxido de plomo (PbO<sub>2</sub>) se reduce pasando también a Pb<sup>2+</sup>. El Pb<sup>2+</sup> queda en forma de sulfato de plomo: PbSO<sub>4</sub>

#### Reacciones en los electrodos:

- Ánodo:  $\text{Pb}^0 \rightarrow \text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^-$   
 - Cátodo:  $\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}^{2+}$

#### Reacción global:



La fuerza electromotriz de la celda es:

$$E^\circ = E_{\text{PbO}_2 / \text{PbSO}_4} + E_{\text{Pb}^0 / \text{PbSO}_4} = E_{\text{PbO}_2 / \text{PbSO}_4} - E_{\text{PbSO}_4 / \text{Pb}^0} = 1,69 - (-0,36); \mathbf{E^\circ = 2,05 \text{ v}}$$

La ENERGÍA LIBRE ESTÁNDAR de la pila es:  $\Delta G^\circ = -n \cdot F \cdot E^\circ_{\text{PILA}} = -2 \cdot 96500 \cdot 2,05 = -395650 \text{ j}$

Puesto que  $\Delta G^\circ < 0$ , este proceso es espontáneo, por lo que el proceso de recarga, que es el proceso contrario:  $2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{PbO}_2 + \text{Pb}^0 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ , tendrá un valor de la energía libre opuesto, es decir:  $\Delta G^\circ = 395650 > 0$ , por lo tanto el proceso de recarga NO ES ESPONTÁNEO.

Para calcular la cantidad de plomo consumida podemos aplicar la ley de Faraday:  $g = \frac{Pm \cdot (I \cdot t)}{v \cdot 96500}$ ;

$$g = \frac{207,2 \cdot 100}{2 \cdot 96500} = 0,107 \text{ g de plomo consumidos}$$

O bien por la estequiometría de la reacción anódica:

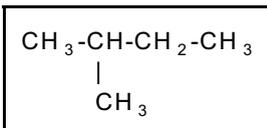
Pb <sup>0</sup>	→	Pb <sup>2+</sup> +	2.e <sup>-</sup>	$x = \frac{207,2100}{2.96500} = 0,107 \text{ g de plomo consumidos}$
207,2 g			2.96500 C	
x			100 C	

**PREGUNTAS TEST ( 5,0 puntos)**

**1.- Formular los siguientes compuestos:**

- Nitrato de plata:..... AgNO<sub>3</sub>  
 Sulfato amónico:..... (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
 Bicarbonato sódico:.... NaHCO<sub>3</sub>  
 Sulfuro amónico:..... (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S  
 Dicromato potásico:.... K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>  
 Butanona:..... CH<sub>3</sub>-CO-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub>  
 Acetato de etilo:..... CH<sub>3</sub>-COOCH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>

2-metil butano:.....



- 1,3-butano-diol:..... CH<sub>2</sub>OH-CH<sub>2</sub>-CHOH-CH<sub>3</sub>  
 Etilamina:..... CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>-NH<sub>2</sub>

**2.- El análisis de un agua industrial contaminada indica que tiene 0,82 g/l de Cd<sup>2+</sup> . Su molaridad y su molalidad es: Datos: masa atómica del Cd = 112,41**

<p>a) 7,29. 10<sup>-4</sup> mol/L y 7,29. 10<sup>-4</sup> mol/Kg          b) 7,29.10<sup>-4</sup> mol/L y 14,58.10<sup>-4</sup> mol/Kg          c) 14,58. 10<sup>-4</sup> mol/L y 7,29. 10<sup>-4</sup> mol/Kg          d) 4,58. 10<sup>-4</sup> mol/L y 7,29. 10<sup>-4</sup> mol/Kg</p>	$M = \frac{g}{Pm \cdot L} = \frac{0,82}{112,411} = 0,00729 \text{ M} = 7,29 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ $m = \frac{g}{Pm \cdot Kg_{soln}} = \frac{0,82}{112,411} = 0,00729 \text{ m} = 7,29 \cdot 10^{-3} \text{ M}$
---	---

(\*) Probablemente haya un error en el enunciado y deba decir 0,082 g/l, con lo cual la respuesta correcta sea la a)

**3.- Al añadir el anticongelante etilenglicol (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>) a 100 mL de agua destilada, la temperatura de ebullición de esta asciende a 104,5°C. La temperatura de congelación de esa mezcla será:**

Datos: masa atómica (g/mol) de C = 12; H = 1 ; O = 16. K<sub>p,EBULLICIÓN</sub> = 0.512 °C/mol; K<sub>p,FUSIÓN</sub> = 1,86°C/mol

<p>a) - 4,5°C          b) - 9,0°C          c) -16,39°C          d) - 1,5°C</p>	$\Delta T = k \cdot m; \text{ Para la ebullición: } 4,5 = 0,512 \cdot m; m = \frac{4,5}{0,512} = 8,79 \text{ molal, y así, el descenso de la } T^a$ <p>de congelación será: <math>\Delta T = 1,86 \cdot 8,79 = 16,35; T^a = -16,35^\circ\text{C}</math> (Opción c)</p>
--	--

**4.- El pH de una lluvia ácida caída en un bosque de Alemania fue 2,40. La concentración de ión hidrógeno en ese agua es:**

<p>a) 2,54. 10<sup>-2</sup> moles /L          b) 4,21.10<sup>-2</sup> moles/L          c) 3,98. 10<sup>-3</sup> moles/L          d) 3,00. 10<sup>-3</sup> moles/L</p>	$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] \Rightarrow 2,40 = -\lg[\text{H}^+] \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-2,40} = 3,98 \cdot 10^{-3} \text{ (Opción c)}$
---	--

**5.- La resistencia mecánica de un cemento es tanto más elevada cuanto mayor es su contenido en:**

- a) Silicato tricálcico (SiO<sub>2</sub> · 3CaO)..... (Pág 447)  
 b) Alúmina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)  
 e) Ferrito dicálcico (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · 2CaO)  
 d) Óxido de calcio ( CaO)

**6.- Los compuestos 2-buteno y ciclobutano son isómeros porque:**

Justifique la respuesta y represente las fórmulas desarrolladas de ambos

<p>a) los dos son compuestos gaseosos</p> <p>b) los dos son hidrocarburos</p> <p><b>c) los dos tiene la misma fórmula molecular</b></p> <p>d) los dos se obtiene en la destilación del petróleo.</p>	<p>2-buteno: <math>\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_3</math></p> <p>Ciclobutano: <math>\begin{array}{c} \text{CH}_2 \text{ ---- } \text{CH}_2 \\   \qquad \qquad   \\ \text{CH}_2 \text{ ---- } \text{CH}_2 \end{array}</math></p>	<p>Ambos tienen la misma Fórmula molecular: <math>\text{C}_4\text{H}_8</math></p> <p>(Opción c)</p>
--	---	---

7.- En la gasificación del carbón se obtiene fundamentalmente:

- a) butano y propano
- b)  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$
- c)  $\text{CO}$  e  $\text{H}_2$**
- d) alquitrán y gasóleo

(Pag. 303)

8.- En el craqueo catalítico de las fracciones petrolíferas se obtienen:

- a) gasolinas ricas en hidrocarburos aromáticos y parafinas ramificadas**
- b) gas de síntesis
- c) reacciones de isomerización
- d) lubricantes

(Pag 551)

9.- El poli(propileno) es un plástico termoplástico de gran interés industrial. Se obtiene en el laboratorio mediante: ( Escriba la reacción que tiene lugar )

<ul style="list-style-type: none"> <li>a) reacción turbulenta a elevada temperatura</li> <li><b>b) polimerización por adición</b></li> <li>c) polimerización por condensación</li> <li>d) por reducción del caucho natural</li> </ul>	<p>Pág. 588</p> $\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2 \dots \text{ ---- } \begin{array}{c} \text{CH-CH}_2 \text{ ---CH-CH}_2 \text{ ----} \\   \qquad \qquad   \\ \text{CH}_3 \qquad \qquad \text{CH}_3 \end{array}$
---	--

10.- Indique cuales de las siguientes afirmaciones son correctas:

- a) la fibra de carbono y el kevlar son poliamidas (Incorrecta, solo es poliamida el kevlar. Pag 596))
- b) el biodiesel es un éster (Correcta Pág 551)**
- c) los detergentes y los jabones son sustancias tensioactivas (Correcta Pág 658)**
- d) el TNT está formado por la mezcla de hidrocarburos aromáticos (Incorrecta, es un nitrocompuesto. Pág. 663

Justifique las respuestas dadas

TEMA ( 2,5 puntos)

Esteres naturales y esteres sintéticos. Interés industrial de cada uno de ellos. Productos que se obtienen ella hidrólisis alcalina de los esteres naturales. Propiedades de los mismos. Represente la estructura química de todos los compuestos mencionados y la reacción que tiene lugar en la hidrólisis alcalina (Pág. 637)