

# FUNDAMENTOS QUÍMICOS DE LA INGENIERÍA -(I. Mecánica y Tecnologías Industriales)

## - FEBRERO 2014 - 2ª semana

Utilice el número de hojas que necesite para contestar a las preguntas propuestas. Debe entregar todas las hojas incluidas las de la propuesta de examen en las que ha de marcar la solución correcta a las preguntas tipo test.

### PROBLEMA (2,5 puntos)

1- Para la obtención de manganeso metal, se mezclan 30 kg del mineral hausmanita ( $Mn_3O_4$ ) con 9 kg de carbón de coque y se introducen en un horno eléctrico. Al finalizar el proceso de reducción del mineral, se separa el manganeso metal obtenido, que arroja un peso de 18,5 kg Y queda un residuo formado por carbón y por la hausmanita que no ha reaccionado. Se pide:

1°) Escribir ajustada la reacción de reducción de la hausmanita por el carbón

2°) El porcentaje de conversión del mineral a manganeso

3°) El peso del residuo que no ha reaccionado

4°) El volumen de monóxido de carbono desprendido en normales

DATOS: Masas atómicas del C = 12,0; O = 16,0 Y Mn: 54,94 g/mol Volumen Molar: 22,4 L/mol

### PREGUNTAS( 5,0 puntos)

1.- El valor del pH de una disolución de acetato sódico ( $CH_3-COONa$ ) 1,0 M es:

a) 9,38

b) 2,38

c) 5,38

d) 4,77

Dato:  $K_a$  del ácido acético =  $1,7 \cdot 10^{-5}$

2.- A 1650°C la  $K_c$  para el equilibrio  $H_2(g) + CO_2(g) \rightleftharpoons H_2O(g) + CO(g)$  es 4,2. Si en un recipiente de 2L de capacidad se introducen 0,4 moles de  $H_2$ , 0,4 moles de  $CO_2$ , 1,0 mol de agua y 1,0 mol de  $CO$ , para alcanzar el equilibrio:

a) aumenta la concentración de  $CO$

b) la reacción se desplaza a la izquierda

c) la reacción se desplaza a la derecha

d) disminuye la concentración de  $CO_2$

3.- ¿Cuál es el potencial de electrodo estándar ( $E^\circ$ ) para la célula en la que se produce la siguiente reacción:  $Br^- (ac) + MnO_4^- (ac) \dots\dots\dots > Mn^{2+}(ac) + Br_2 (liq.)?$

a) - 0,44V

b) 7,63 V

c) 9,14V

d) 0,44V

Datos:  $E^\circ (Br_2 / Br^-) = 1,065 V$ ;  $E^\circ (MnO_4^- / Mn^{2+}) = 1,51 V$

4.- La obtención industrial del ácido sulfúrico se basa en la oxidación catalítica del  $SO_2$  según la ecuación:  $SO_2 (g) + \frac{1}{2} O_2 (g) \rightarrow SO_3 (g)$ ;  $\Delta H < 0$ . Para aumentar la formación de  $SO_3$  se deberá:

a) aumentar la presión parcial de oxígeno

b) aumentar la temperatura

c) disminuir la temperatura

d) disminuir la presión total

5.- Complete las siguientes frases:

a) la aleación Cu/ Zn se denomina ....

b) para galvanizar el hierro, debe introducirse en un baño de .....

c) el proceso que utiliza aluminio para obtener metales por reducción, se denomina .....

6.- La cantidad de un producto no iónico de peso molecular 150 g/mol que deberá añadirse a 1 litro de agua para que su punto de congelación sea  $-15^\circ C$  es:

a) 80,6 g

b) 1209,6

c) 609,2 g

d) 1,209 g

Datos:  $K_f = 1,86 ^\circ C \cdot mol/K$

7.- Señale las afirmaciones que no son correctas:

a) las parafinas o alcanos dan reacciones de sustitución

b) las reacciones de alquilación de parafinas originan olefinas

c) las olefinas no presentan isómeros

d) las olefinas son la base de los polímeros por adición

- 8.- El gas de síntesis es un producto de gran interés industrial por sus aplicaciones sintéticas. Indique a partir de que recursos naturales se obtiene y como se transforma en metanol.
- 9.- En la transesterificación con metanol de un aceite vegetal se obtienen 150 moles de biodiesel, y los litros de glicerina formados son:  
 a) 10,26 L  
 b) 5,13L  
 c) 6,53 L  
 d) 3,42 L  
 Datos masa molar (g/mol) C = 12,0; H = 1,0; O = 16,0 ; Densidad de la glicerina = 1,325g/cc
- 10.- Esquematice el proceso de formación de la fibra de carbono

**TEMA (2,5 puntos)**

Materiales de construcción: la cal, el cemento y el yeso. Describir su naturaleza y el procedimiento de obtención

**SOLUCIONES**

**PROBLEMA (2,5 puntos)**

1- Para la obtención de manganeso metal, se mezclan 30 kg del mineral hausmanita ( $Mn_3O_4$ ) con 9 kg de carbón de coque y se introducen en un horno eléctrico. Al finalizar el proceso de reducción del mineral, se separa el manganeso metal obtenido, que arroja un peso de 18,5 kg Y queda un residuo formado por carbón y por la hausmanita que no ha reaccionado. Se pide:

- 1°) Escribir ajustada la reacción de reducción de la hausmanita por el carbón
- 2°) El porcentaje de conversión del mineral a manganeso
- 3°) El peso del residuo que no ha reaccionado
- 4°) El volumen de monóxido de carbono desprendido en normales

**DATOS:** Masas atómicas del C = 12,0; O = 16,0 Y Mn: 54,94 g/mol Volumen Molar: 22,4 L/mol

**RESOLUCIÓN**

1°) La reacción ajustada es:  $Mn_3O_4 + 4 C \rightarrow 3 Mn + 4 CO$

2°) Para calcular el porcentaje de conversión hemos de calcular la cantidad de Manganeso que había en la muestra inicial, partiendo de la fórmula de la magnetita: ( $Mn_3O_4$ ) :

$$\left. \begin{array}{l} (3 \cdot 54,94 + 4 \cdot 16) \text{g de } Mn_3O_4 \text{ --- } 3 \cdot 54,94 \text{ g Mn} \\ 30 \text{Kg} \text{-----} X \end{array} \right\} X = \frac{30 \cdot 3 \cdot 54,94}{3 \cdot 54,94 + 4 \cdot 16} = 21,61 \text{ Kg Mn en la muestra}$$

Si se obtienen 18,5 Kg, la proporción es:  $\% = \frac{18,5}{21,61} \cdot 100 = 85,61\%$  de Mn se recupera

3°) El residuo que no ha reaccionado está compuesto por el Carbón en exceso, y la magnetita que queda sin reaccionar. Para calcularlos, determinaremos las cantidades de  $Mn_3O_4$  y de Carbono que han reaccionado para obtener esos 18,5 Kg de Mn, quedando sin reaccionar el resto. Con esta misma reacción calcularemos la cantidad de CO que se ha desprendido

| $Mn_3O_4 +$      | $4 C$        | $\rightarrow$ | $3 Mn +$         | $4 CO$                   |
|------------------|--------------|---------------|------------------|--------------------------|
| 1 mol = 228,82 g | 4 mol = 48 g |               | 3 mol = 164,82 g | 4 mol = 4.22,4 L en C.N. |
| X                | Y            |               | 18500 g          | Z                        |

$$X = \frac{18500 \cdot 228,82}{164,82} = 25683,6 \text{ g de } Mn_3O_4 \text{ que reaccionan}$$

Quedan sin reaccionar: 30000 - 25683,6 = 4316,4 g de  $Mn_3O_4$  que no reaccionan

$$Y = \frac{18500 \cdot 48}{164,82} = 5387,7 \text{ g de C que reaccionan}$$

Quedan sin reaccionar: 9000 - 5387,7 = 3612,3 g de C que no reaccionan

La cantidad que queda sin reaccionar es: 4316,4 g de  $Mn_3O_4$  + 3612,3 g de C =

$$7928,7 \text{ g no reaccionan: } \frac{4316,4}{7928,7} \cdot 100 = 54,44\% \text{ de } \text{Mn}_3\text{O}_4$$

$$\frac{3612,3}{7928,7} \cdot 100 = 45,56\% \text{ de C}$$

$$4^\circ) Z = \frac{18500,4 \cdot 22,4}{164,82} = 10057 \text{ Litros de CO que se desprenden, en C.N.}$$

### PREGUNTAS ( 5,0 puntos)

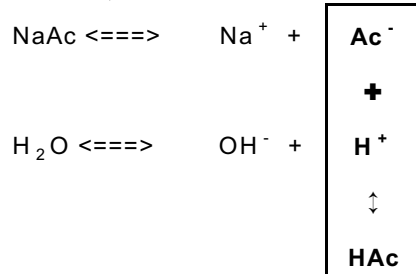
1.- El valor del pH de una disolución de acetato sódico ( $\text{CH}_3\text{-COONa}$ ) 1,0 M es:

- a) 9,38
- b) 2,38
- c) 5,38
- d) 4,77

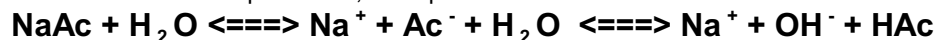
Dato:  $K_a$  del ácido acético =  $1,7 \cdot 10^{-5}$

RESOLUCIÓN

La sal NaAc es un electrolito que se disocia en disolución acuosa, coexistiendo con los iones procedentes de la disociación del agua e interaccionando con ellos de tal forma que los iones  $\text{Ac}^-$  se combinarán en parte con los  $\text{H}^+$  ( ó  $\text{H}_3\text{O}^+$  ) para formar el ácido HAc , siendo estas reacciones las siguientes:



Si englobamos en uno solo estos tres procesos, nos quedará:



b) Calcular el valor del pH

La constante de equilibrio para este proceso de hidrólisis es

$$K_H = \frac{[\text{OH}^-] \cdot [\text{HAc}]}{[\text{Ac}^-]}$$

; Para determinar el valor de esta constante de hidrólisis, hemos de tener en cuenta que las

reacciones de disociación de las que procede, y sus constantes, son:

a) la de disociación del agua:  $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{OH}^- + \text{H}^+$  ; ( $K_w = 10^{-14}$ )

b) La inversa de la disociación del HAc:  $\text{Ac}^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{HAc}$   $K_d = \frac{1}{K_a} = \frac{1}{1,7 \cdot 10^{-5}} = 5,88 \cdot 10^4$

Por tanto, la constante para la reacción global ( hidrólisis ) es el producto de ambas:  $K_w \cdot K_d$ , o lo que es lo

$$\text{mismo: } K_H = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{1,7 \cdot 10^{-5}} = 5,88 \cdot 10^{-10}$$

Teniendo en cuenta que las concentraciones de  $\text{OH}^-$  y de HAc son iguales, (por cada molécula de agua que se disocia se produce un  $\text{OH}^-$  y un  $\text{H}^+$  que reacciona después con un  $\text{Ac}^-$  y puesto que el NaAc es una sal, electrolito fuerte, y por tanto está completamente disociada, la concentración de iones  $\text{Ac}^-$  será la misma que la inicial de NaAc, de la cual habrá desaparecido una cantidad para reaccionar con los iones  $\text{H}^+$  para formar HAc, pero esta cantidad es despreciable debido al pequeño valor de la constante de disociación del HAc, así:

$$5,88 \cdot 10^{-10} = \frac{[\text{OH}^-] \cdot [\text{HAc}]}{1} ; 5,88 \cdot 10^{-10} = \frac{[\text{OH}^-]^2}{1} \text{ de donde } [\text{OH}] = 2,42 \cdot 10^{-5} ; \text{pOH} = -\lg 2,42 \cdot 10^{-5} = 4,61 \text{ y por lo tanto:}$$

$$\text{pH} = 14 - 4,61 = 9,38 \quad (\text{Opción a)})$$

2.- A  $1650^\circ\text{C}$  la  $K_c$  para el equilibrio  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$  es 4,2. Si en un recipiente de 2L de capacidad se introducen 0,4 moles de  $\text{H}_2$ , 0,4 moles de  $\text{CO}_2$ , 1,0 mol de agua y 1,0 mol de CO, para alcanzar el equilibrio:

- a) aumenta la concentración de CO
- b) la reacción se desplaza a la izquierda
- c) la reacción se desplaza a la derecha
- d) disminuye la concentración de  $\text{CO}_2$

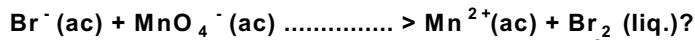
RESOLUCIÓN

El valor de la ley de acción de masas con las cantidades introducidas es:

$$K = \frac{[H_2O][CO]}{[H_2][CO_2]} = \frac{\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}}{\frac{0,4}{2} \cdot \frac{0,4}{2}} = \frac{\frac{1}{4}}{\frac{0,16}{4}} = \frac{1}{0,16} = 6,25 > 4,2, \text{ por lo que el equilibrio se desplazará hacia la izquierda}$$

(hacia los reactivos) (Opción b)

3.- ¿Cuál es el potencial de electrodo estándar (E°) para la célula en la que se produce la siguiente reacción:



(Datos: E° (Br<sub>2</sub> / Br<sup>-</sup>) = 1,065 V; E° (MnO<sub>4</sub><sup>-</sup> / Mn<sup>2+</sup>) = 1,51 V)

|   |  |
|---|--|
| <p>a) - 0,44V<br/>b) 7,63 V<br/>c) 9,14V<br/>d) 0,44V</p> | <p>El potencial se calcula mediante la ecuación de Nernst: E° = E°<sub>MnO4-/Mn2+</sub> + E°<sub>Br-/Br2</sub> =&gt;<br/>E° = E°<sub>MnO4-/Mn2+</sub> - E°<sub>Br2/Br-</sub> = 1,51 - 1,065 = +0,44 v (Opción d)</p> |
|---|--|

4.- La obtención industrial del ácido sulfúrico se basa en la oxidación catalítica del SO<sub>2</sub> según la ecuación: SO<sub>2</sub> (g) + ½ O<sub>2</sub> (g) → SO<sub>3</sub> (g); ΔH < 0. Para aumentar la formación de SO<sub>3</sub> se deberá:

- a) aumentar la presión parcial de oxígeno
- b) aumentar la temperatura
- c) disminuir la temperatura
- d) disminuir la presión total

Señale la opción correcta y justifique la respuesta

De acuerdo con la Ley de Le Chatelier, dado que se trata de una reacción exotérmica, se verá favorecida por la disminución de la temperatura (Opción c correcta). Además, si se aumenta la presión parcial del oxígeno, estamos aumentando la concentración de un reactivo, por lo que la reacción se desplazará hacia la derecha (Opción a: correcta)

5.- Complete las siguientes frases:

- a) la aleación Cu/ Zn se denomina ....**LATÓN**
- b) para galvanizar el hierro, debe introducirse en un baño de ..... **ZINC**
- c) el proceso que utiliza aluminio para obtener metales por reducción, se denomina..**ALUMINOTERMIA** .

6.- La cantidad de un producto no iónico de peso molecular 150 g/mol que deberá añadirse a 1 litro de agua para que su punto de congelación sea -15°C es: (Datos: K<sub>f</sub> = 1,86 °C.mol/K)

|  |   |
|--|---|
| <p>a) 80,6 g<br/>b) 1209,6 g<br/>c) 609,2 g<br/>d) 1,209 g</p> | <p>La fórmula de la crioscopía es: ΔT = K<sub>f</sub> · <math>\frac{g_{\text{SOLUTO}}}{P_{\text{MOLTO}} \cdot K_{\text{G DITR}}}</math>; sustituyendo: 15 = 1,86 <math>\frac{g_{\text{SOLUTO}}}{150,1}</math>, de donde: g<sub>SOLUTO</sub> = 15 · 150,1 / 1,86 = 1209,7 g (Opción b)</p> |
|--|---|

7.- Señale las afirmaciones que no son correctas:

- a) las parafinas o alcanos dan reacciones de sustitución
- b) las reacciones de alquilación de parafinas originan olefinas
- c) las olefinas no presentan isómeros
- d) las olefinas son la base de los polímeros por adición

8.- El gas de síntesis es un producto de gran interés industrial por sus aplicaciones sintéticas. Indique a partir de que recursos naturales se obtiene y como se transforma en metanol. (Pág. 303)

9.- En la transesterificación con metanol de un aceite vegetal se obtienen 150 moles de biodiesel, y los litros de glicerina formados son:

|   |  |   |
|---|--|---|
| <p>a) 10,26 L<br/>b) 5,13 L<br/>c) 6,53 L<br/>d) 3,42 L</p> | $R-COO-CH_2 \quad CH_2OH$ $R-COO-CH + 3CH_3OH \rightarrow 3R-COOCH_3 + CHOH$ $R-COO-CH_2 \quad CH_2OH$ | <p>Por cada 3 moles de biodiesel se obtiene 1 mol de glicerina, por lo que en este caso se obtendrán 50 moles = 50 · 92 = 3400 g de glicerina: <math>V = \frac{3400}{1,325} = 3470 \text{ mL} =</math><br/><b>V = 3,47 Litros de glicerina (Opción d)</b></p> |
|---|--|---|

Escriba Datos masa molar (g/mol) C = 12,0; H = 1,0; O = 16,0 ;  
Densidad de la glicerina = 1,325g/cc

10.- Esquematice el proceso de formación de la fibra de carbono: (Pág. 378 y 681)

TEMA (2,5 puntos)

**Materiales de construcción: la cal, el cemento y el yeso. Describir su naturaleza y el procedimiento de obtención** (Pág 442 y sig.)