

# FUNDAMENTOS QUÍMICOS DE LA INGENIERÍA (I. ELÉCTRICA) - 2016 - Febrero - 2ª S.

## PROBLEMA (3,5 PUNTOS)

1.-Para fabricar un acero inoxidable al Cr/Ni (18/8) conteniendo un 1% de C, en un horno Siemens-Martín. Se parte de un arrabio purificado conteniendo únicamente un 0,1% de carbón al que se añaden las cantidades necesarias de Ni en forma de metal, de grafito y de ferrocromo con una composición de 55% de Cr y 45% de Fe. Se pide:

- 1) Las cantidades necesarias de ferrocromo, Ni y Grafito para obtener 10 t del acero inoxidable de la composición indicada.
  - 2) Describa brevemente el proceso para obtener el acero por el método de Siemens-Martin.
- DATOS: Masas atómicas del C; Cr; Fe; Ni son respectivamente: 12,0; 52,0; 55,9 y 58.7 g/mol.

## CUESTIONES (5 PUNTOS)

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

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

2.- Indique la base o el ácido conjugado, en solución acuosa, de las siguientes especies:

Escriba en cada caso, la reacción ácido base correspondiente:

- a)  $\text{H}_3\text{O}^+$  ; b)  $\text{NH}_3$  ; c)  $\text{Cl}^-$  ; d)  $\text{B}^{3+}$

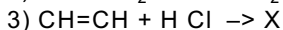
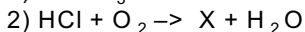
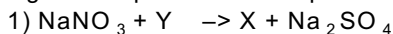
3.- Escriba ajustadas las reacciones de obtención del "Gas de síntesis" por reacción del metano con vapor de agua a alta temperatura. Calcule el valor de la entalpía de la reacción.

DATOS: Entalpías de formación expresadas en kJ/mol son:

del  $\text{CO}(\text{g}) = -110,5$  ; del  $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) = -262,0$  y del  $\text{CH}_4(\text{g}) = -74,8$  .

4.- Escriba las reacciones en el cátodo y en el ánodo y la reacción global, incluyendo la reacción secundaria, que se producen en la electrólisis del cloruro sódico en una cuba con ánodo de carbón y cátodo de mercurio

5.- Completar y ajustar las reacciones, indicando cuales son los compuestos desconocidos, en la síntesis de los siguientes productos de aplicación industrial.



## TEMA (1.5 PUNTOS)

Efecto de la concentración sobre la fuerza electromotriz: Ecuación de Nernst. Baterías primarias y secundarias. Celdas de combustible.

## SOLUCIONES

### PROBLEMA

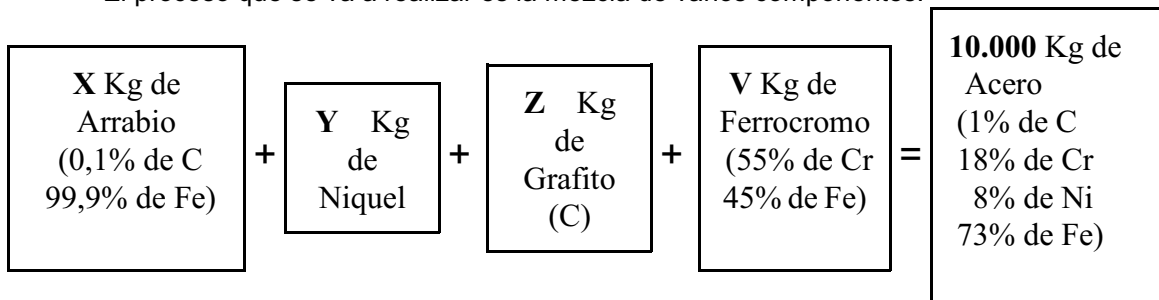
Para fabricar un acero inoxidable al Cr/Ni (18/8) conteniendo un 1% de C en un horno Siemens-Martín. Se parte de un arrabio purificado conteniendo únicamente un 0,1% de carbón al que se añaden las cantidades necesarias de Ni en forma de metal, de grafito y de ferrocromo con una composición de 55% de Cr y 45% de Fe. Se pide:

- 1) Las cantidades necesarias de níquel, grafito y ferrocromo para obtener 10 t del acero inoxidable de la composición indicada.
- 2) Describa brevemente el proceso para obtener el acero por el método de Siemens-Martin.

### RESOLUCIÓN

En este caso, vamos a realizar un balance de materia para los cuatro elementos que intervienen en el proceso: C, Fe, Ni y Cr, teniendo en cuenta que nos indican tanto la cantidad total de acero inoxidable a obtener como su composición, por lo que se pueden calcular directamente las cantidades de cada uno de estos elementos que tendremos al final.

El proceso que se va a realizar es la mezcla de varios componentes:



Las cantidades de cada elemento en el producto final y en cada uno de los que mezclamos son:

Cantidad de acero a obtener: 10 t = 10.000 Kg	Cantidades de cada elemento que contiene:	1% de C = <b>100 Kg de C</b> 18% de Cr = <b>1800 Kg de Cr</b> 8% de Ni = <b>800 Kg de Ni</b> 73% de Fe = <b>7300 Kg de Fe</b>
--	---	--

X Kg de arrabio	Contiene:	0,1% de C = $\frac{0,1}{100}X = (0,001X)$ Kg de C 99,9% de Fe = $\frac{99,9}{100}X = (0,999X)$ Kg de Fe
-----------------	-----------	--

V Kg de ferrocromo	Contiene:	55% de Cr = $\frac{55}{100}V = (0,55V)$ Kg de Cr 45% de Fe = $\frac{45}{100}V = (0,45V)$ Kg de Fe
--------------------	-----------	--

Haciendo ahora un balance de materia para estos cuatro elementos, tendremos:

$\left. \begin{array}{l} \text{C: } 0,001X + Z = 100 \\ \text{Fe: } 0,999X + 0,45V = 7300 \\ \text{Ni: } Y = 800\text{Kg} \\ \text{Cr: } 0,55V = 1800\text{Kg} \end{array} \right\}$	Resolviendo el sistema, tenemos  <b>Y = 800 Kg de Ni</b>  $v = \frac{1800}{0,55} = 3272,73$ Kg de ferrocromo
--	--

$$0,999 \cdot X + 0,45 \cdot 3272,73 = 7300 ; X = \frac{7300 - 0,45 \cdot 3272,73}{0,999} = 5833,11 \text{ Kg de arrabio}$$

$$0,001 \cdot 5833,11 + Z = 100 ; Z = 100 - 0,001 \cdot 5833,11 = 94,17 \text{ Kg de grafito}$$

2) Describa brevemente el proceso para obtener el acero por el método de Siemens-Martin (Ver pág. 475 del texto)

**CUESTIONES (5 PUNTOS)**

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

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

RESOLUCIÓN

**Opción a)** (Ver pág 447 del texto recomendado)

2.- Indique la base o el ácido conjugado, en solución acuosa, de las siguientes especies:

Escriba en cada caso, la reacción ácido base correspondiente:

- a)  $\text{H}_3\text{O}^+$  ; b)  $\text{NH}_3$  ; c)  $\text{Cl}^-$  ; d)  $\text{B}^{3+}$

RESOLUCIÓN

El concepto de ácido y base conjugados derivan de la teoría ácido-base de Brönsted; según la cual ambos, ácido y base conjugados, se diferencian en un protón:

- El ácido es una sustancia capaz de ceder un protón al disolvente y se convierte en su base conjugada,
- La base es una sustancia capaz de aceptar un protón del disolvente, convirtiéndose en su ácido conjugado

a)  $\text{H}_3\text{O}^+$ : Es un ácido ya que puede ceder protones, convirtiéndose en su base conjugada:  **$\text{H}_2\text{O}$**

b)  $\text{NH}_3$ : Puede comportarse como ácido y como base (es una sustancia anfótera):

- Es un ácido ya que puede ceder protones, convirtiéndose en su base conjugada:  $\text{NH}_2^+$
- Es una base ya que puede aceptar protones, convirtiéndose en su ácido conjugado:  $\text{NH}_4^+$

c)  $\text{Cl}^-$ : Es una base ya que puede aceptar protones, convirtiéndose en su ácido conjugado:  $\text{HCl}$

d)  $\text{B}^{3+}$ : No posee protones para ceder, ni los acepta (si tiene carga positiva no puede aceptar iones  $\text{H}^+$ ), por lo que no es una sustancia ácida o básica según la teoría de Brønsted, por lo que no hay ácido o base conjugada.

Si se tiene en cuenta la teoría de Lewis, presenta un comportamiento de ácido muy débil ya que es capaz de aceptar pares de electrones, pero no hay una base conjugada ya que no existe intercambio de protones

3.- Escriba ajustadas la reacciones de obtención del "Gas de síntesis" por reacción del metano con vapor de agua a alta temperatura. Calcule el valor de la entalpía de la reacción.

DATOS: Entalpías de formación expresadas en kJ/mol son:

del  $\text{CO(g)}$  = -110,5 ; del  $\text{H}_2\text{O(g)}$  = -262,0 y del  $\text{CH}_4\text{(g)}$  = -74,8 .

RESOLUCIÓN

La reacción que tiene lugar es:  $\text{CH}_4\text{(g)} + \text{H}_2\text{O (v)} \rightarrow \text{CO (g)} + 3\text{H}_2\text{(g)}$

- La variación de entalpía  $\Delta H$  para esta reacción es:  $\Delta H_{\text{REACCIÓN}} = \Delta H_{\text{PRODUCTOS}} - \Delta H_{\text{REACTIVOS}}$

$$\Delta H_{\text{REACCIÓN}} = \Delta H_{\text{CO}} + 3 \cdot \Delta H_{\text{H}_2} - \Delta H_{\text{CH}_4} - \Delta H_{\text{H}_2\text{O}} = -110,5 + 3 \cdot 0 - (-74,8) - (-262,0) = +226,3 \text{ kJ}$$

4.- Escriba las reacciones en el cátodo y en el ánodo y la reacción global, incluyendo la reacción secundaria, que se producen en la electrólisis del cloruro sódico en una cuba con ánodo de carbón y cátodo de mercurio

RESOLUCIÓN

Las cubas con ánodo de carbón y cátodo de mercurio se utilizan en la electrólisis del cloruro sódico disuelto en agua para la obtención industrial del cloro. (Ver pág. 332 del texto recomendado)

Las reacciones que tienen lugar son:

- ÁNODO:  $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$

- CÁTODO:  $2\text{Na}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Na}$ ; este Na forma una amalgama con el mercurio:  $\text{Na} + \text{Hg} \rightarrow \text{NaHg}$

- REACCIÓN GLOBAL:  $2\text{Cl}^- + 2\text{Na}^+ \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{Na}$

Posteriormente, la amalgama de sodio y mercurio reacciona con el agua, formando ion  $\text{Na}^+$ , y iones  $\text{OH}^-$   
 $\text{NaHg} \rightarrow \text{Na}^+ + 1\text{e}^- + \text{Hg}$  (que se recupera)

$2\text{H}_2\text{O} + 1\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$

Y estos iones  $\text{OH}^-$  junto con los iones  $\text{Na}^+$  forman hidróxido de sodio, que se obtiene también.

5.- Completar y ajustar las reacciones, indicando cuales son los compuestos desconocidos, en la síntesis de los siguientes productos de aplicación industrial.

1)  $\text{NaNO}_3 + \text{Y} \rightarrow \text{X} + \text{Na}_2\text{SO}_4$

2)  $\text{HCl} + \text{O}_2 \rightarrow \text{X} + \text{H}_2\text{O}$

3)  $\text{CH} \equiv \text{CH} + \text{HCl} \rightarrow \text{X}$

RESOLUCIÓN

1)  $\text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$

2)  $4\text{HCl} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

3)  $\text{CH} \equiv \text{CH} + \text{HCl} \rightarrow \text{CHCl} = \text{CH}_2$

TEMA (1.5 PUNTOS)

Efecto de la concentración sobre la fuerza electromotriz: Ecuación de Nernst. Baterías primarias y secundarias. Celdas de combustible.

(Ver pág 275 y siguientes del texto recomendado)