

QUÍMICA APLICADA A LA INGENIERÍA
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL EN MECÁNICA
Septiembre-2008 - Original

Problema (3,5 puntos)

Para fabricar un acero inoxidable al Cr/Ni (1818) 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.

Preguntas (4 puntos) Debe contestar únicamente a 4 preguntas de las 5 que se proponen

- 1) El último elemento químico descubierto recibe el nombre de ROENTGENIUM (Rg), su número atómico es Z-111 ¿Cuál sería su configuración electrónica, su electrón diferenciador, grupo y periodo al que pertenece, y valores de los números cuánticos principal y secundario de su electrón diferenciador.
- 2) Escribir las reacciones, si se producen, cuando se disuelven en agua los siguientes compuestos: dióxido de carbono; amoníaco; metano; dióxido de azufre; nitrógeno y óxido de calcio. Indique en cada caso, si se produce un cambio de pH del agua y cuál es la causa?. Justifique la respuesta.
- 3) ¿Qué temperatura mínima se necesita para la reducción del rutilo (TiO_2) a metal mediante carbón?. Datos: Las entalpías y entropías estándares respectivas del C; CO; Ti y TiO_2 son: 0 kJ/mol y 5,7 J/mol K; -110,5 kJ/mol y 197,7 J/mol K; 0 kJ/mol y 30,6 J/mol K; -944,7 kJ/mol y 50,3 J/mol K.
- 4) El cloro ocupa el 9º lugar en importancia dentro de la Industria Química. Describa brevemente un método de obtención industrial e indique alguna de sus aplicaciones más importantes.
- 5) ¿Qué es el "gas de agua" o "gas de síntesis" y como se obtiene?. Indique una aplicación industrial.

Temas (2,5 puntos) Debe contestar únicamente a 1 tema de los 2 que se proponen

- 1.- Presión osmótica
- 2.- Síntesis industrial del nitrógeno

RESOLUCIÓN

PROBLEMA

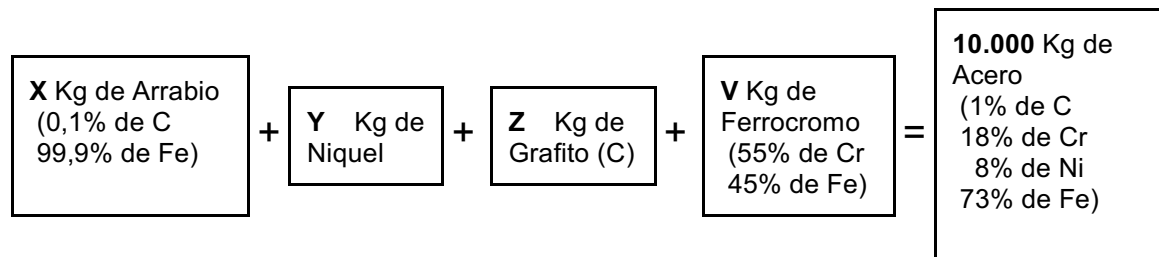
Para fabricar un acero inoxidable al Cr/Ni (18/8) conteniendo un 1% de C en un horno Siemens-Martín. Se parte de un arrabio purificado conteniendo únicamente un 0,1% de carbón al que se añaden las cantidades necesarias de Ni en forma de metal, de grafito y de ferrocromo con una composición de 55% de 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 = 100 Kg de C 18% de Cr = 1800 Kg de Cr 8% de Ni = 800 Kg de Ni 73% de Fe = 7300 Kg de Fe
--	---	--

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

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

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 Y = 800 Kg de Ni $v = \frac{1800}{0,55} = \mathbf{3272,73 \text{ Kg de ferrocromo}}$
--	---

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

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

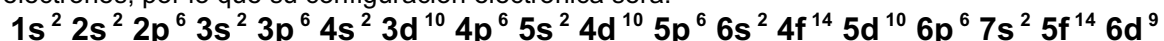
2) Describa brevemente el proceso para obtener el acero por el método de Siemens-Martin (Ver pág. 475 del texto)

CUESTIONES

1ª - El último elemento químico descubierto recibe el nombre de ROENTGENIUM (Rg), su número atómico es Z-111 ¿ Cual sería su configuración electrónica, su electrón diferenciador, grupo y periodo al que pertenece, y valores de los números cuánticos principal y secundario de su electrón diferenciador.

RESOLUCIÓN

Si tiene 111 protones en el núcleo, se trata del elemento con número atómico 111, y tendrá también 111 electrones, por lo que su configuración electrónica será:



El electrón diferenciador es el último electrón que entra a formar parte de la configuración (es el que diferencia a este elemento del inmediatamente anterior), por lo que será el segundo del subnivel $6d^9$, y sus dos primeros números cuánticos son: N° cuántico principal: **6**

$$\text{N}^\circ \text{ cuántico secundario: } \mathbf{d} \Rightarrow \mathbf{2}$$

Se encontrará en el **6º periodo** (6 es el número cuántico mayor que aparece en su configuración) y puesto que el último electrón es el d^9 , se encontrará en el 9º grupo de los d (metales de transición):

Grupo 1B ó 11

2ª Escribir las reacciones, si se producen, cuando se disuelven en agua los siguientes compuestos: dióxido de carbono; amoníaco; metano; dióxido de azufre; nitrógeno y óxido de calcio. Indique en cada caso, si se produce un cambio de pH del agua y cual es la causa?. Justifique la respuesta.

RESOLUCIÓN

Modificarán el pH del agua aquellas sustancias que reaccionen con ella para formar ácidos o bases, los cuales al disociarse liberarán protones o iones hidróxido respectivamente, o bien se disocian liberando protones o iones hidróxido:

$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$ se forma un ácido débil, por lo que disminuirá el pH

$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4\text{OH}$ se forma una base débil, por lo que aumentará el pH

$\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$ no se produce reacción ni disociación alguna, por lo que no modificará el pH del agua

$\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$ se forma un ácido fuerte, por lo que disminuye el pH

$\text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$ no se produce reacción ni disociación alguna, por lo que no modificará el pH del agua

$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$ Se forma una base fuerte, por lo que aumentará el pH

3ª - ¿Qué temperatura mínima se necesita para la reducción del rutilo (TiO_2) a metal mediante carbón?.
Datos: Las entalpías y entropías estándares respectivas del C; CO; Ti y TiO_2 son: 0 kJ/mol y 5,7 J/mol K; -110,5 kJ/mol y 197,7 J/mol K; 0 kJ/mol y 30,6 J/mol K; -944,7 kJ/mol y 50,3 J/mol K.

RESOLUCIÓN

Para que tenga lugar un proceso espontáneamente ha de cumplirse que $\Delta G < 0$, y puesto que el valor de la energía libre de Gibbs viene dado por la expresión: $\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S$, el valor mínimo que ha de tener la temperatura a la cual se realiza debe ser aquel que haga que: $\Delta G = 0$, por tanto tenemos:

$$0 = \Delta H - T \cdot \Delta S \implies T = \frac{\Delta H}{\Delta S}$$

Y para la reacción de reducción: $\text{TiO}_2 + 2\text{C} \rightarrow \text{Ti} + 2\text{CO}$, sabemos que:

$$\begin{aligned}\Delta H_{\text{REACCIÓN}} &= \Delta H_{\text{PRODUCTOS}} - \Delta H_{\text{REACTIVOS}}; \\ \Delta S_{\text{REACCIÓN}} &= \Delta S_{\text{PRODUCTOS}} - \Delta S_{\text{REACTIVOS}}\end{aligned}$$

$$\Delta H_{\text{REACCIÓN}} = \Delta H_{\text{Ti}} + 2 \cdot \Delta H_{\text{CO}} - \Delta H_{\text{TiO}_2} - 2 \cdot \Delta H_{\text{C}} = 0 + 2 \cdot (-110,5) - (-944,7) - 0 = 723,7 \text{ KJ/mol} = 723700 \text{ J/mol}$$

$$\Delta S_{\text{REACCIÓN}} = \Delta S_{\text{Ti}} + 2 \cdot \Delta S_{\text{CO}} - \Delta S_{\text{TiO}_2} - 2 \cdot \Delta S_{\text{C}} = 30,6 + 2 \cdot 197,7 - 50,3 - 2 \cdot 5,7 = 364,30 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$$

Sustituyendo: $T = \frac{723700}{364,30} = 1986^\circ\text{K} = 1713^\circ\text{C}$, por tanto el proceso se producirá

espontáneamente a temperaturas superiores e esa

4ª - El cloro ocupa el 9º lugar en importancia dentro de la Industria Química. Describa brevemente un método de obtención industrial e indique alguna de sus aplicaciones más importantes.

Ver pág. 330 del texto recomendado

5ª - ¿Qué es el "gas de agua" o "gas de síntesis" y como se obtiene?. Indique una aplicación industrial.

Ver pág. 303 del texto recomendado

Temas (2,5 puntos) Debe contestar únicamente a 1 tema de los 2 que se proponen

1.- **Presión osmótica:** Ver pág. 142 del texto recomendado

2.- **Síntesis industrial del nitrógeno:** Ver pág. 361 del texto recomendado

El texto recomendado es: QUÍMICA APLICADA A LA INGENIERÍA. Caselles, M.J., Gómez, M.R., Molero, M y Sardá, J. Unidades Didácticas de la UNED. Madrid-2004