

FUNDAMENTOS QUIMICOS DE LA INGENIERÍA (I. MECÁNICA-T. INDUSTRIAL)
2017 - FEBRERO - 2ª semana

PROBLEMA (3,5 puntos)

El ferrocromo es una aleación de Fe y Cr, que se emplea para la obtención de aceros al cromo. Se obtiene por reducción con carbón de la cromita ($\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$) a alta temperatura. Para su obtención, se alimenta un horno con 850 kg del mineral, con una riqueza del 90% y carbón de coque en exceso. Si el rendimiento del proceso de 1°)

Dibujar el esquema del proceso y ajustar la reacción de reducción que tiene lugar en el horno

1°) Dibujar el esquema del proceso y ajustar la reacción de reducción que tiene lugar en el horno

2°) Plantear las ecuaciones de balance de masa y determinar los kg de aleación obtenidos, considerando que el 1% del carbón necesario para la reducción estequiométrica, se incorpora a la aleación como carbono elemental disuelto.

3°) Plantear las ecuaciones de balance de masa y determinar las cantidades de níquel en forma de metal y de ferrocromo, que deben añadirse a un arrabio al que previamente se han eliminado todas sus impurezas, para obtener un 1 tonelada de acero inoxidable con el 18% de Cr y el 8% de Ni. Considere despreciable el C en el acero.

CUESTIONES (5,0 puntos)

1ª - Cuando se quema azufre en condiciones estándar el óxido que se obtiene en mayor proporción es el SO_2 en lugar del SO_3 . En tanto que por consideraciones termodinámicas este es más estable. ¿Podría indicar a que es debido?

DATOS: ΔH° de SO_2 y SO_3 , son respectivamente: - 300 kJ/mol y - 371 kJ/mol.

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 cuál es la causa? Justifique adecuadamente la respuesta.

3ª- Para la reacción de descomposición del pentóxido de dinitrógeno (N_2O_5) en dióxido de nitrógeno y en oxígeno. Escriba la reacción de descomposición y calcule la velocidad de producción de O_2 considerando los siguientes datos experimentales a 50°C:

Tiempo (s)	0	150	300
Conc. N_2O_5 (mol/L)	0,0312	0,0280	0,0243

4ª- La metalurgia de los metales nobles como el oro y la plata, se basa en el aprovechamiento de menas de muy baja ley. Describa uno de los métodos más utilizado para la concentración de la mena.

5ª- Un hidrocarburo responde a la formula molecular C_5H_{12} Escriba las formulas desarrolladas de los isómeros posibles y diga su nombre.

TEMA (1,5 puntos)

Propiedades físicas y químicas de los metales

SOLUCIONES

PROBLEMA (3,5 puntos)

El ferrocromo es una aleación de Fe y Cr, que se emplea para la obtención de aceros al cromo. Se obtiene por reducción con carbón de la cromita ($\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$) a alta temperatura. Para su obtención, se alimenta un horno con 850 kg del mineral, con una riqueza del 90% y carbón de coque en exceso. Si el rendimiento del proceso de 100%

Dibujar el esquema del proceso y ajustar la reacción de reducción que tiene lugar en el horno

1°) Dibujar el esquema del proceso y ajustar la reacción de reducción que tiene lugar en el horno

2°) Plantear las ecuaciones de balance de masa y determinar los kg de aleación obtenidos, considerando que el 1% del carbón necesario para la reducción estequiométrica, se incorpora a la aleación como carbono elemental disuelto.

3°) Plantear las ecuaciones de balance de masa y determinar las cantidades de níquel en forma de metal y de ferrocromo, que deben añadirse a un arrabio al que previamente se han eliminado todas sus impurezas, para obtener un 1 tonelada de acero inoxidable con el 18% de Cr y el 8% de Ni. Considere despreciable el C en el acero.

RESOLUCIÓN

La reacción de reducción de la cromita con carbón es: $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3 + 2 \cdot \text{C} \rightarrow \text{Fe} \cdot 2\text{Cr} + 2 \cdot \text{CO}_2$

Cantidad inicial: 90% de 850 = 0,9.850 = 765 Kg de cromita pura

	$\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3 +$	$2 \cdot \text{C}$	\rightarrow	$\text{Fe} \cdot 2\text{Cr} +$	$2 \cdot \text{CO}_2$
Estequiometría	224	$2 \cdot 12 = 24$		160	$2 \cdot 44 = 88$
Cantidad real	765	X		Y	

$$X = \frac{24.765}{224} = 81,96 \text{ Kg de C necesarios} \quad Y = \frac{160.765}{224} = 546,43 \text{ Kg de ferrocromo (Fe.2Cr)}$$

(Dado que el rendimiento es del 100%, las cantidades reales obtenidas son las calculadas)

La cantidad de sólido obtenido (546,43 Kg de ferrocromo) tendrán, además un 1% del carbono utilizado en la reacción = $81,96 \cdot 0,01 = 0,820$ Kg de C, que se incorporarán al ferrocromo.

Por tanto, la cantidad total de sólido obtenida es:

$$546,43 + 0,820 = \mathbf{547,25 \text{ Kg de ferrocromo impuro que se obtendrán}}$$

b) Para preparar 1 Tm = 1000 Kg de acero inoxidable con un 18% de Cr y un 8% de Ni necesitaremos

Ni => 8% de 1000 => $1000 \cdot 0,08 = 80$ Kg de Ni

Cr => 18% de 1000 => $1000 \cdot 0,18 = 180$ Kg de Cr

$$\text{El Cr se obtiene del ferrocromo (FeO.Cr}_2\text{O}_3\text{): } \left\{ \begin{array}{l} 224 \text{ Kg de Ferrocromo} \text{ --- } 2,52 \text{ Kg de Cr} \\ x \text{ --- } 180 \text{ Kg} \end{array} \right. \quad x = \mathbf{387,7 \text{ Kg de}}$$

ferrocromo

De ahí hemos de eliminar la cantidad de Oxígeno, que se perderá al mezclarlos a altas temperaturas, y

esta cantidad es: $\left\{ \begin{array}{l} 224 \text{ Kg de Ferrocromo} \text{ --- } 416 \text{ Kg de O} \\ 387,7 \text{ Kg de Ferrocromo} \text{ --- } 110,8 \text{ Kg de O} \end{array} \right. \quad y = \mathbf{110,8 \text{ Kg de oxígeno}}$

La cantidad de arrabio será la restante hasta los 1000 Kg, teniendo en cuenta que al perderse el oxígeno del ferrocromo, habrá que añadir esa cantidad de arrabio (110,8 Kg más):

$$\text{Cantidad de arrabio} = 1000 - 80 - 387,7 + 110,8 = \mathbf{643,1 \text{ Kg de arrabio}}$$

Por tanto la mezcla que debemos hacer para obtener 1 Tm de acero inoxidable es: es:

- **643,1 Kg de arrabio**
- **387,7 Kg de ferrocromo**
- **80 Kg de Níquel**

CUESTIONES (5,0 puntos)

1ª - Cuando se quema azufre en condiciones estándar el óxido que se obtiene en mayor proporción es el SO_2 en lugar del SO_3 . En tanto que por consideraciones termodinámicas este es más estable.

¿Podría indicar a que es debido?

DATOS: ΔH° de SO_2 y SO_3 , son respectivamente: - 300 kJ/mol y - 371 kJ/mol.

(Ver pág 345 del texto recomendado)

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 cuál es la causa?. Justifique adecuadamente la respuesta.

RESOLUCIÓN

$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$ se forma ácido carbónico, que se disocia dejando libres iones H^+ , lo cual origina un descenso del pH (acidificación de la disolución acuosa)

$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4\text{OH}$ se forma hidróxido de amonio, que se disocia dejando libres iones OH^- , lo cual origina un aumento del pH (basificación de la disolución acuosa)

CH_4 Prácticamente no se disuelve en agua, y aunque lo haga en pequeña cantidad no reacciona con ella, por lo que no produce modificación alguna en su pH

$\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$ se forma ácido sulfuroso, que se disocia dejando libres iones H^+ , lo cual origina un descenso del pH (acidificación de la disolución acuosa)

CH_4 No se disuelve en agua, y aunque lo haga en pequeña cantidad no reacciona con ella, por lo que no produce modificación alguna en su pH

N_2 Prácticamente no se disuelve en agua, y aunque lo haga en pequeña cantidad no reacciona con ella, por lo que no produce modificación alguna en su pH

$\text{Ca(OH)}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2.\text{OH}^-$ Al disolverse en agua, se disocia dejando libres iones OH^- , lo cual origina un aumento del pH (basificación de la disolución acuosa)

3ª- Para la reacción de descomposición del pentóxido de dinitrógeno (N_2O_5) en dióxido de nitrógeno y en

oxígeno. Escriba la reacción de descomposición y calcule la velocidad de producción de O₂ considerando los siguientes datos experimentales a 50°C:

Tiempo (s)	0	150	300
Conc. N ₂ O ₅ (mol/L)	0,0312	0,0280	0,0243

RESOLUCIÓN

La reacción de descomposición es: $2.N_2O_5 \rightarrow 4.NO_2 + O_2$

La velocidad de producción de O₂ depende obviamente de la concentración del reactivo (N₂O₅) en cada momento

La velocidad de reacción está relacionada con la concentración inicial del reactivo por medio de una expresión que depende del orden de reacción: $V = k.[A]^\alpha$; $\frac{d([A]^0) - [A]}{dt} = k([A])^\alpha$ donde α es el orden de reacción, y esta ecuación diferencial, al resolverla, las expresiones dependen obviamente del orden de reacción.

Las ecuaciones de velocidad son:

- Orden 0: $[A] = [A]^0 - k.t \implies k = \frac{[A]^0 - [A]}{t}$

- Orden 1: $\ln \frac{[A]^0}{[A]} = k.t \implies k = \frac{1}{t} \cdot \ln \frac{[A]^0}{[A]}$

Para comprobar cual es el orden de reacción, hemos de calcular el valor de la constante de velocidad "k" en los dos casos que nos dan, y ha de tener el mismo valor. Vamos a comprobar para Orden 0 y orden 1

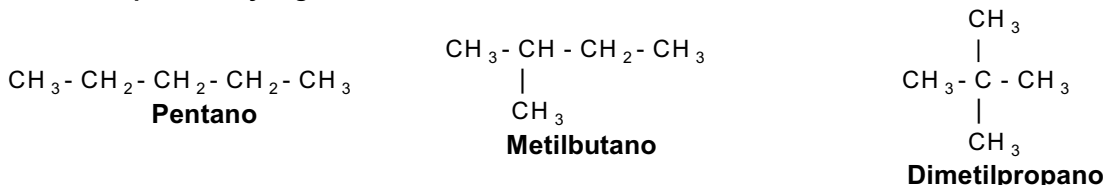
Tiempo (s)	0	150	300
Conc. N ₂ O ₅ (mol/L)	0,0312	0,0280	0,0243
Orden 0: $k = \frac{[A]^0 - [A]}{t}$		$k = \frac{0,0312 - 0,0280}{150} = 2,13 \cdot 10^{-5}$	$k = \frac{0,0312 - 0,0243}{300} = 2,33 \cdot 10^{-5}$
Orden 1: $k = \frac{1}{t} \cdot \ln \frac{[A]^0}{[A]}$		$k = \frac{1}{150} \cdot \ln \frac{0,0312}{0,0280} = 7,21 \cdot 10^{-4}$	$k = \frac{1}{300} \cdot \ln \frac{0,0312}{0,0243} = 8,33 \cdot 10^{-4}$

Con estos valores, podemos deducir que es de orden 0 (la diferencia entre los valores de k es menor que para orden 1). Vamos a tomar el valor de "k" como la media de ambos: $k = 2,23 \cdot 10^{-5}$

Por tanto, la ecuación de velocidad será: $0,0312 - [N_2O_5] = 2,23 \cdot 10^{-5} t$

4ª- La metalurgia de los metales nobles como el oro y la plata, se basa en el aprovechamiento de menas de muy baja ley. Describa uno de los métodos más utilizados para la concentración de la mena. (Ver pag 423 y sig. del texto recomendado)

5ª- Un hidrocarburo responde a la formula molecular C₅H₁₂ Escriba las formulas desarrolladas de los isómeros posibles y diga su nombre.



TEMA (1,5 puntos)

Propiedades físicas y químicas de los metales

(Ver pág 420 del texto recomendado)