

EXAMEN Septiembre 2005 (RESERVA). QUÍMICA APLICADA A LA INGENIERÍA (Especialidades Mecánico y Electrónica Industrial)

NO SE PERMITE NINGÚN TIPO DE MATERIAL ADICIONAL (ÚNICAMENTE SE PERMITE CALCULADORA NO PROGRAMABLE)

PROBLEMA (3,5 puntos)

Para obtener ferrocromo (aleación de Fe-Cr) a escala de laboratorio, se mezclan uniformemente en un crisol 150g del mineral cromita ($\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$), del 95% de riqueza y 52 g de aluminio en polvo. Se introduce una cinta de magnesio metal en la mezcla y se prende, la energía de la combustión de la cinta inicia el proceso de reducción que continua hasta que se agota el reactivo limitante. Una vez enfriado el crisol, se recupera el ferrocromo. Se pide:

- 1º) La reacción ajustada que se produce en el crisol: ¿ De que tipo es, cómo se denomina y cual es el papel del Mg?.
 - 2º) Cual es el reactivo limitante y cual es el porcentaje del reactivo en exceso
 - 3º) El peso de ferrocromo obtenido y su composición en centesimal considerando que el rendimiento del proceso es del 95%.
 - 4º) El calor producido en el proceso en condiciones estándar. Considere despreciable el calor desprendido en la combustión de la cinta de magnesio.
- DATOS: Masas atómicas del O; Al; Cr y Fe: 16,00; 26,98; 52,00 y 55,85 g/mol. Las DH^0 del FeO ; Cr_2O_3 y Al_2O_3 , son respectivamente: -266,2; - 1139,7 y - 1675,7 kJ/mol.

PREGUNTAS (4 puntos). Debe elegir contestar a 4 de las 5 propuestas

- 1) Una disolución acuosa 0,1molal de glucosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), presenta una temperatura de congelación igual al de otra disolución conteniendo 34,2 g de sacarosa por kg de agua. ¿ cual es la masa molecular de la sacarosa ?.
DATOS: Masas atómicas del H; C y O: 1,0; 12,0 y 16,0 g/mol.
- 2) Aplicando la teoría de hibridación represente la molécula de cloruro de berilio, indique que tipo de hibridación presenta, cual es el ángulo de enlace, la polaridad del enlace Cl-Be y el momento dipolar de la molécula.
- 3) ¿ Cual es la materia prima para obtener "cal apagada"? . Describa brevemente el proceso para su síntesis industrial, escriba las reacciones en que se basan
- 4) Indique cuales son los compuestos X; Y y Z, y ajuste las reacciones de obtención amoniaco, partiendo de metano y de agua, además de Z, como materias prima:
$$\begin{array}{l} \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Calor}} \text{X} + \text{H}_2 \\ \text{X} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad\quad\quad} \text{Y} + \text{H}_2 \\ \text{H}_2 + \text{Z} \xrightarrow{\text{Pt}} \text{amoniaco} \end{array}$$
- 5) Para la una reacción química: $\text{A}_{(g)} + \frac{1}{2} \text{B}_{(g)} \longrightarrow \text{C}_{(g)}$. Se cumple que en un momento dado, la relación entre las concentraciones del producto y de los reactivos ($Q_{(p)}$) tiene un valor que es el doble de la constante de equilibrio (K_p). Escriba las expresiones de Q_p y de K_p e indique el sentido en el que desplazara en ese momento la reacción hasta alcanzar el equilibrio.

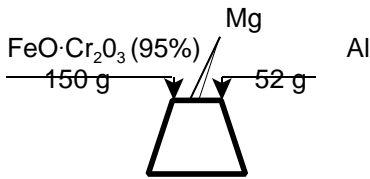
TEMAS (2,5 puntos). Debe elegir contestar a 1 de los 2 que se proponen:

- 1- Factores que influyen en la velocidad de una reacción. Ecuación de Arrhenius
- 2- Metalurgia del Hierro

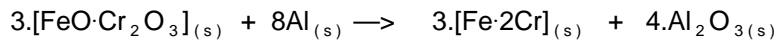
SOLUCIONES

Problema

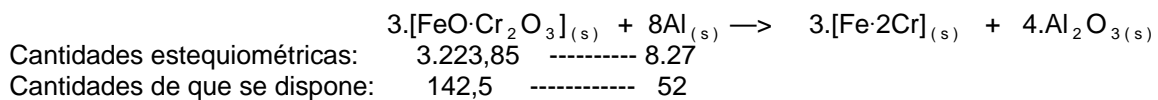
ESQUEMA:



1 - La reacción que tiene lugar es la reducción del mineral mediante el aluminio metálico, recibe el nombre de aluminotermia, en la cual el magnesio se utiliza solamente para iniciar la reacción. La reacción ajustada es



2 - Para determinar cual es el reactivo limitante consideramos la estequiometría de la reacción, en la cual de cromita pura solamente tenemos el 95% del mineral: $150 \cdot 0,95 = 142,5$ g, y así:



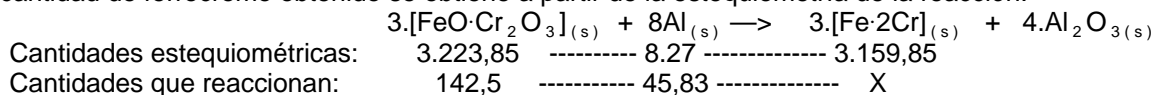
Comparando ambas, vemos que el reactivo limitante va a ser la cromita, por lo que vamos a calcular cuanto Aluminio se necesita para reaccionar con esos 142,5 g de cromita:

$$g \text{ Al} = \frac{142,5 \cdot 8 \cdot 27}{3 \cdot 223,85} = \mathbf{45,83 \text{ g de Aluminio se necesitan}}$$

(Si el reactivo limitante fuera el Al, se necesitarían más de los 52 g de los que se dispone, y solamente se emplean 45,83)

$$\text{y sobran} = 52 - 45,83 = \mathbf{6,17 \text{ g de Al que sobran}} \Rightarrow \mathbf{\% \text{ en exceso} = \frac{6,17}{52} \cdot 100 = 11,86\%}$$

3º - La cantidad de ferrocromo obtenido se obtiene a partir de la estequiometría de la reacción:



$$\text{Donde } X = \frac{142,5 \cdot 3 \cdot 159,85}{3 \cdot 223,85} = 101,75 \text{ g de ferrocromo se obtendrían si el rendimiento fuera}$$

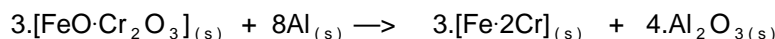
del 100%, pero como el rendimiento de la aluminotermia es solamente del 95%, se obtendrá el 95 de esa cantidad, que es:

$$\text{Cantidad real de ferrocromo obtenida} = 0,95 \cdot 101,75 = \mathbf{96,67 \text{ g de ferrocromo que se obtienen}}$$

Para determinar la composición centesimal hemos de tener en cuenta la propia fórmula del ferrocromo, que es: $\text{Fe} \cdot 2\text{Cr}$, cuyo peso molecular es 159,85 g, y en la cual vemos que hay 1 átomo-g de hierro (55,85 g) por cada 2 átomos-g de Cr (2.52 g)

$$\% \text{ de Cr} = \frac{2,52}{159,85} \cdot 100 = \mathbf{65,06\% \text{ de Cr}} ; \% \text{ de Fe} = \frac{55,85}{159,85} \cdot 100 = \mathbf{34,94\% \text{ de Fe}}$$

4º - La ΔH^0 desprendido por mol de cromita según la reacción que nos dan :



lo obtenemos a partir de las entalpías y reacciones de formación de los compuestos que intervienen, y que son:

- a) $\text{Fe} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{FeO} ; \Delta H^0 = - 262,2 \text{ kJ}$
- b) $2.\text{Cr} + \frac{3}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 ; \Delta H = - 1139,7 \text{ kJ}$
- c) $2.\text{Al} + \frac{3}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 ; \Delta H = 1675,7 \text{ kJ}$

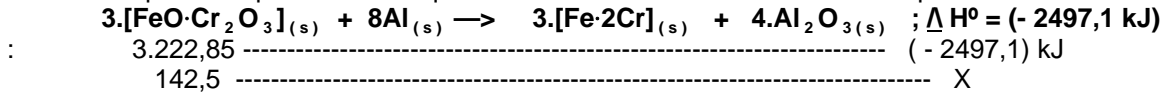
Las cuales hemos de combinar de la siguiente forma para obtener la reacción pedida:

- 3.a) $3.\text{FeO} \rightarrow 3.\text{Fe} + 3/2 \text{O}_2$; $\Delta H^0 = 3.(+ 262,2 \text{ kJ})$
- 3.b) $3.\text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow 6.\text{Cr} + 9/2 \text{O}_2$; $\Delta H^0 = 3.(+ 1139,7 \text{ kJ})$
+4.c) $8.\text{Al} + 6 \text{O}_2 \rightarrow 4.\text{Al}_2\text{O}_3$; $\Delta H = 4.(- 1675,7 \text{ KJ})$

 $3.[\text{FeO}\cdot\text{Cr}_2\text{O}_3]_{(s)} + 8\text{Al}_{(s)} \rightarrow 3.[\text{Fe}\cdot 2\text{Cr}]_{(s)} + 4.\text{Al}_2\text{O}_{3(s)}$; $\Delta H^0 = (- 2497,1 \text{ kJ})$
cantidad ésta que si queremos expresar como kJ/mol, teniendo en cuenta que en esta reacción se forman

$$3 \text{ moles de ferrocromo, será: } \Delta H^0 = \frac{- 2497,1}{3} = - 832,37 \text{ kJ/mol}$$

El calor desprendido por la cromita que ha reaccionado se obtiene de la estequiometría de la reacción



$$X = \frac{142,5.(-2497,1)}{3.222,85} = - 529,87 \text{ kJ}$$

Nota: Se considera despreciable el calor de combustión del exceso de aluminio

PREGUNTAS

1ª) Pregunta.

Aplicamos la ley del descenso crioscópico: $\Delta T_c = K_c \cdot m \implies \Delta T_c = K_c \cdot \frac{g_{\text{SOLUTO}}}{Pm_{\text{SOLUTO}} \cdot Kg_{\text{DVTE}}}$

siendo: ΔT_c = Descenso crioscópico
 K_c = Constante crioscópica molal
m = Molalidad
 g_{SOLUTO} = Gramos de soluto
 Kg_{DVTE} = Kilogramos de disolvente
 Pm_{SOLUTO} = peso molecular del soluto

Aplicándola a la disolución de los dos solutos, calculamos la temperatura de congelación a partir de la disolución de glucosa, utilizándola después en la de la sacarosa para determinar el peso molecular de ésta, pero dado que no conocemos el valor de la constante crioscópica, vamos a igualar ambas expresiones:

Glucosa: $\Delta T_c = K_c \cdot 0,1$

Sacarosa: $\Delta T_c = K_c \cdot \frac{34,2}{Pm_{\text{SOLUTO}} \cdot 1}$ De donde: $K_c \cdot 0,1 = K_c \cdot \frac{34,2}{Pm_{\text{SACAROSA}} \cdot 1}$

Y de ahí: **$Pm_{\text{sacarosa}} = 342 \text{ g/mol}$**

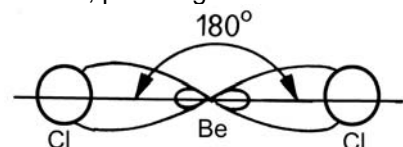
2ª) Pregunta.

La formula del cloruro de berilio es BeCl_2 .

La configuración de capa de valencia del átomo de Be en su estado fundamental es $2s^2 2p^0$.

Puede sufrir una hibridación de los orbitales s y p, para originar **dos Orbitales Híbridos sp**, cuyas direcciones de máxima densidad electrónica forman un ángulo de 180° y conteniendo cada uno 1 electrón. Estos Orbitales Híbridos se combinan cada uno con el orbital de valencia $3p^1$ de cada átomo de Cl, para originar dos enlaces

Be-Cl del tipo $\sigma_{\text{O.H. - P}}$. Como consecuencia la forma de la molécula será:



El ángulo de enlace es: 180°

La polaridad de cada enlace es: $\delta^+ \text{Be} - \text{Cl} \delta^-$ (Sobre el Be habrá un exceso de carga positiva y sobre el Cloro, existirá un exceso de carga negativa).

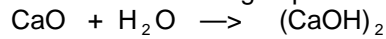
El momento dipolar de la molécula en su conjunto es: $\mu = 0$ ya que se trata de una molécula simétrica y las polaridades de ambos enlaces se anulan entre sí.

3ª Pregunta.

La materia prima para obtención industrial de cal viva (CaO) es la caliza o carbonato cálcico (CaCO₃). El método se basa en la calcinación de la caliza a temperaturas del orden de los 1000°C, con ello tiene lugar la reacción :

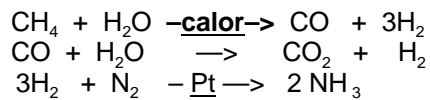


Posteriormente la cal viva se hace reaccionar con agua para dar la cal apagada (CaOH)₂, de acuerdo con la reacción:



4ª Pregunta:

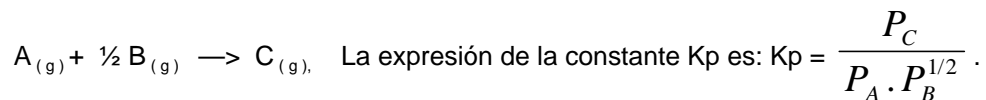
El proceso corresponde a la síntesis industrial de amoníaco (NH₃) a partir de H₂, obtenido partiendo de metano y del aire como materias prima: Los compuestos X Y y Z son respectivamente: CO; CO₂ y N₂. Las reacciones ajustadas son:



donde las dos primeras reacciones corresponden al método industrial de obtención del Hidrógeno a partir del reformado del gas natural y de las fracciones ligeras del petróleo, y la tercera es la que se produce en el proceso Haber de obtención industrial del amoníaco a partir de Nitrógeno e Hidrógeno con un catalizador.

5ª Pregunta.

Si el cociente de reacción Q_p es diferente al de su constante de equilibrio, resulta evidente que la reacción está evolucionando y no ha alcanzado el estado de equilibrio.



Si $Q_p = 2 \cdot K_p$ quiere decir que en el cociente anterior, el valor de P_C es mayor que el que se alcanzará cuando se establezca el equilibrio, por lo que la reacción en ese momento dado estará evolucionando de tal manera que la cantidad de C esté disminuyendo, es decir, se estará desplazando hacia la izquierda.