

PROBLEMA (3,5 puntos)

Un proceso siderúrgico se alimenta en continuo con un mineral de hierro de la siguiente composición:  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 80\%$ ;  $\text{SiO}_2 = 10\%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 5\%$  y el 5% de humedad. Como combustible y agente reductor se alimenta también con carbón de coque en una proporción 1:2, es decir 1 de coque por cada 2 de mineral, cuya composición es la siguiente: 90% de C, 4% de cenizas y 6% de humedad. Como consecuencia del proceso siderúrgico, se obtiene una fundición de hierro con una composición de 92% de Fe, 2% de Si y 6% de C, y una escoria formada por un 2% del Fe contenido en el mineral de partida, por la totalidad del  $\text{Al}_2\text{O}_3$  del mismo mineral, por el resto de silicio en forma de  $\text{SiO}_2$ , que no se ha incorporado a la fundición, y por la totalidad de las cenizas del coque.

Se pide:

- 1) Los Kg de mineral necesarios para obtener 1 Tm/h de fundición
  - 2) Los Kmoles/h de carbono y de silicio que se han incorporado a la fundición
  - 3) Los Kg/h de escoria formados y su composición porcentual
- DATOS: Masas atómicas del Al = 27,0 ; C = 12,0 ; Fe = 55,9 ; O = 16,0 ; Si = 28,1

RESOLUCIÓN

Para simplificar los cálculos vamos a partir de una determinada cantidad de mineral: 100 Kg y calcular todas las demás cantidades relacionadas con ella para, al final, referirlo todo a esa Tm/h de fundición que se quiere obtener.

De acuerdo con lo dicho, el horno se alimentará con 100 Kg de mineral y 50 Kg de coque (proporción 1:2, como se nos indicaba). Las cantidades de cada uno de los componentes en ambos son:

<b>100 Kg de mineral</b>	80 % de $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 80$ Kg los cuales contienen: $80 \cdot \frac{111,8}{159,8} = 55,97$ Kg de Fe
	10 % de $\text{SiO}_2 = 10$ Kg
	5 % de $\text{Al}_2\text{O}_3 = 5$ Kg
	5 % de humedad = 5 Kg (La humedad, debido a las altas temperaturas a las que tiene lugar el proceso se elimina)
<b>50 Kg de coque</b>	90% de C = 45 Kg
	4% de cenizas = 2 Kg
	6% de humedad = 3 Kg

Cuando se produce la reacción en el horno alto, se obtiene una escoria y una fundición cuyas composiciones son:

**Escoria:** - El 2% del hierro del mineral inicial =  $\frac{2}{100} \cdot 55,97 = 1,12$  Kg de Fe

- El total del  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 5$  Kg
- La totalidad de las cenizas del coque = 2 Kg
- El  $\text{SiO}_2$  restante al que va en la fundición

**Fundición:** En ella se encuentra el Fe restante:  $55,97 - 1,12 = 54,85$  Kg de Fe, el cual nos indica que constituye el 92% del total, el cual será, por tanto:  $54,85 \cdot \frac{100}{92} = 59,62$  Kg de fundición se obtienen

- Además contiene un 6% de C =  $59,62 \cdot \frac{6}{100} = 3,58$  Kg de C

- Y también tiene un 2% de Si =  $59,62 \cdot \frac{2}{100} = 1,19$  Kg de Si ;

Este Si procede del  $\text{SiO}_2$  inicial que tenía el mineral, donde teniendo en cuenta que cada mol de  $\text{SiO}_2$  (60,1 g) contiene un mol de Si(28,1 g), la cantidad de  $\text{SiO}_2$  gastada para producir esos 1,19 Kg de Si que se encuentran en la fundición será:  $1,19 \cdot \frac{60,1}{28,1} = 2,54$  Kg de  $\text{SiO}_2$  han sido necesarios para obtener el Si

que va con la fundición, por lo que el resto del  $\text{SiO}_2$  formará parte de la escoria, es decir:

$10 - 2,54 = 7,46$  Kg de  $\text{SiO}_2$  formarán parte de la escoria.

Por tanto, y teniendo en cuenta las cantidades que tomamos como partida, tendremos:

Mineral	Coque	Fundición	Escoria
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 80 Kg (Con 55,97 Kg de Fe)	C = 45 Kg	Fe = 54,85 Kg	Fe = 1,12 Kg
SiO <sub>2</sub> = 10 Kg	Ceniza = 2 Kg	Si = 1,19 Kg	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 5 Kg
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 5 Kg	Humedad = 3 Kg	C = 3,58 Kg	Ceniza = 2 Kg
Humedad = 5 Kg			SiO <sub>2</sub> = 7,46 Kg
<b>Total : 100 Kg</b>	<b>50 Kg</b>	<b>59,62 Kg</b>	<b>15,58 Kg</b>

Estas son las cantidades estequiométricas que van a intervenir en el proceso, por lo que cualquier cálculo lo relacionaremos con ellas.

### 1) Los Kg de mineral necesarios para obtener 1 Tm/h de fundición:

Para 59,62 Kg fundición se necesitan 100 Kg de mineral,  
 1000 Kg-----X **X = 1677,26 Kg/h de mineral**

### 2) Los Kmoles/h de carbono y de silicio que se han incorporado a la fundición

59,62 Kg de fundición contienen 3,58 Kg de C  
 1000 Kg ----- X  $X = 60,04 \text{ Kg de C} = \frac{60,04}{12} = \mathbf{5 \text{ Kmol/h de C}}$

59,62 Kg de fundición contienen 1,19 Kg de Si  
 1000 Kg ----- X  $X = 19,96 \text{ Kg de Si} = \frac{19,96}{28,1} = \mathbf{0,71 \text{ Kmol/h de Si}}$

### 3) Los Kg/h de escoria formados y su composición porcentual

Para 59,62 Kg fundición se obtienen 15,58 Kg de escoria,  
 1000 Kg-----X **X = 261,32 Kg/h de escoria**

La composición porcentual de la escoria la determinamos a partir de las cantidades que conforman los 15,58 Kg calculados inicialmente, así:

$$\text{Fe: } 1,12 \text{ Kg} \implies \frac{1,12}{15,58} \cdot 100 = \mathbf{7,19 \% \text{ de Fe}}$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 = 5 \text{ Kg} \implies \frac{5}{15,58} \cdot 100 = \mathbf{32,09 \% \text{ de Al}_2\text{O}_3}$$

$$\text{Ceniza} = 2 \text{ Kg} \implies \frac{2}{15,58} \cdot 100 = \mathbf{12,84 \% \text{ de cenizas}}$$

$$\text{SiO}_2 = 7,46 \text{ Kg} \implies \frac{7,46}{15,58} \cdot 100 = \mathbf{47,88 \% \text{ de SiO}_2}$$

## PREGUNTAS (4 puntos) Deberá elegir contestar solo a 4 de las 5 preguntas propuestas)

1 - Representar las estructuras de Lewis y calcular la carga formal en los compuestos: Trióxido de azufre y ácido perclórico (clorotetraoxo de hidrógeno)

### RESOLUCIÓN

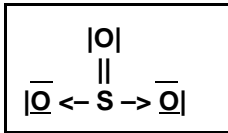
La carga formal se calcula para cada átomo restando al n° de electrones de valencia que tiene el átomo aislado el número de electrones asignados al átomo en la estructura de Lewis.

La carga formal de un átomo en una estructura de Lewis es la carga que tendría ese átomo en la molécula si todos los átomos que la componen tuvieran la misma electronegatividad. Para calcularla se aplican las siguientes reglas:

- 1- Los electrones no compartidos se asignan al átomo en el cual se encuentran
- 2- De los electrones enlazantes se asigna la mitad a cada uno de los átomos que los comparten

Así, tendremos que para cada átomo:

**Carga formal = N° electrones de valencia - N° electrones no compartidos - 1/2 n° de electrones compartidos**



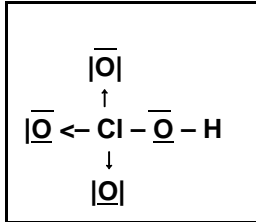
N° de electrones de valencia: **S = 6 ; O = 6**

Cargas formales: **S = 6 - 1/2(8) = 6 - 4 = +2**

**O = 6 - 4 - 1/2(4) = 6 - 4 - 2 = 0**

Los otros dos O son iguales: **O = 6 - 6 - 1/2(2) = -1**

**O = 6 - 6 - 1/2(2) = -1** Carga total: +2 -1 -1 = 0



N° de electrones de valencia: **Cl = 7 ; O = 6 ; H = 1**

Cargas formales: **Cl = 7 - 1/2(8) = 7 - 4 = +3**

**O = 6 - 4 - 1/2(4) = 6 - 4 - 2 = 0**

**H = 1 - 1/2(2) = 0**

Los otros tres O son iguales: **O = 6 - 6 - 1/2(2) = -1**

**O = 6 - 6 - 1/2(2) = -1**

**O = 6 - 6 - 1/2(2) = -1** Carga total: +3 -1 -1 -1 = 0

**2 - Se disuelve 1 g de una aleación de duraluminio (Al-Cu) en 20 mL de solución acuosa de HNO<sub>3</sub>. La disolución resultante se satura con una corriente de H<sub>2</sub>S, con lo que precipita cuantitativamente todo el Cu<sup>2+</sup> como CuS, éste una vez separado y seco arroja un peso de 95,5 mg. ¿Cual es la composición en % de la aleación inicial?**

**DATOS: Masas atómicas : S = 32,0 ; Cu = 63,5 g/mol)**

RESOLUCIÓN

El Cu que se encuentra en aleación inicial pasa a Cu<sup>2+</sup> al tratar la aleación con HNO<sub>3</sub> y posteriormente, al tratarlo con H<sub>2</sub>S pasa todo él a formar CuS, por lo que vamos a determinar la cantidad de Cu que hay en los 95,5 mg de CuS:

$$\left. \begin{array}{l} 95,5gCuS \text{ --- } 63,5gCu \\ 0,0955 \text{ --- } X \end{array} \right\} x = 0,0635g \text{ de Cu, los cuales se encuentran en el sulfuro, y esta cantidad es}$$

también la cantidad de Cu que hay en el gramo que teníamos de la aleación inicial.

Así, la composición de la aleación inicial es:

$$\text{Cantidad de Cu} = 0,0635 \text{ g ; Proporción : } \frac{0,0635}{1} \cdot 100 = \mathbf{6,35 \% \text{ de Cu}}$$

$$\text{Cantidad de Al} = 1 - 0,0635 = 0,9365 \text{ g ; Proporción : } \frac{0,9365}{1} \cdot 100 = \mathbf{93,65 \% \text{ de Al}}$$

**3 - Para unir grandes planchas de acero se pueden utilizar, sin problemas apreciables de corrosión.**

**Remaches de cobre, sin embargo las planchas de cobre no se pueden unir con remaches de hierro.**

**¿Cual es la causa? (E°<sub>Fe</sub> = - 0,44 v y E°<sub>Cu</sub> = 0,34 v)**

RESOLUCIÓN

Dado que el Cu tiene un potencial más alto que el hierro, será el cobre quien oxide al hierro. Por ello, si los remaches son de Hierro serán los que se oxiden, con lo cual se soltarán y dejarán sueltas las planchas de cobre, mientras que si son las chapas de hierro, éstas no oxidarán a los remaches de cobre por lo que éstos no se soltarán y mantendrán las planchas unidas.

**4 - ¿Qué ecuación relaciona la fem de una pila y la concentración de las especies que intervienen. Ponga un ejemplo característico**

La ecuación de Nernst es la que relaciona la fem con las concentraciones de las especies que intervienen:

$$E = E^{\circ} - \frac{0,0592}{n} \log Kc$$

Así, en una pila Daniell:  $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$  El potencial de la pila es:

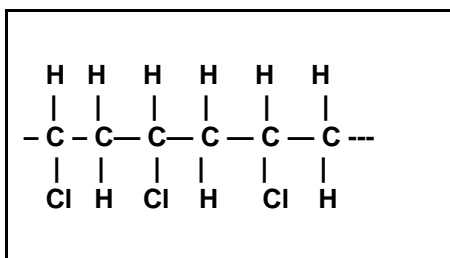
$$E = E^{\circ} - \frac{0,0592}{n} \log \frac{[\text{Zn}^{2+}]}{[\text{Cu}^{2+}]}$$

---

5 - Ponga un ejemplo de un polímero halogenado, represente su estructura y proponga un método industrial de la síntesis de su monómero

RESOLUCIÓN

El polímero más conocido es el cloruro de polivinilo, cuyo monómero es el cloruro de vinilo:  $\text{ClCH}=\text{CH}_2$  en el cual el doble enlace "se abre" formando una cadena:



---

Temas (2,5 puntos) Deberá elegir contestar solo a 1 de los 2 temas propuestos

- 1) Presión de vapor de una disolución. Ley de Raoult
- 2) Métodos de síntesis industrial del cloro