



Avaliação da Disciplina Pirometalurgia (P1) – 18/06/2021

Nome:

Número USP:

1) Um Rotary Kiln, equipamento usado para calcinação, trabalhando em estado estacionário, ao ar, produz 280 toneladas de cal (impura) por dia a partir de calcáreo. A composição do calcáreo (% massa) é 96 % $\text{CaCO}_{3(s)}$, 2% $\text{SiO}_{2(s)}$; 1% $\text{Fe}_2\text{O}_{3(s)}$; 1% $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$. (a) Calcule a quantidade de calcáreo usada por dia; (b) determine a composição química da cal impura produzida. Faça as considerações que achar necessário.

Dados: Reação de calcinação ocorrendo, $\text{CaCO}_{3(s)} \rightleftharpoons \text{CaO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)}$

Massas molares (g/mol): $M(\text{Ca})=40$; $M(\text{C})=12$; $M(\text{O})=16$; $M(\text{Si})=28$; $M(\text{Fe})=56$; $M(\text{H})=1$

Dica: O $\text{Fe}_2\text{O}_{3(s)}$ e o $\text{SiO}_{2(s)}$ não sofrerão modificações.

2) Hum mil quilogramas de sulfeto de cobre sólido ($\text{Cu}_2\text{S}_{(s)}$) à 1000°C , são oxidados utilizando o ar atmosférico (79 mol% $\text{N}_{2(g)}$; 21 mol% $\text{O}_{2(g)}$) à 25°C , em quantidade estequiométrica, para formar cobre puro líquido e $\text{SO}_{2(g)}$ à 1150°C . O nitrogênio gasoso que acompanha o ar atmosférico também sai do forno a 1150°C . Faça inicialmente um balanço de massa e em seguida um balanço de energia, determinando as perdas térmicas do processo.

OBS. Para efeito de simplificação, estamos desprezando aqui as transformações polimórficas do $\text{Cu}_2\text{S}_{(s)}$ em função da temperatura e os respectivos calores latentes de transição de fases.

Dados:

Calores de formação a 298 K, 1atm:

$\Delta_f H^\circ (\text{Cu}_2\text{S}_{(s)}) = -82,32 \text{ kJ/mol}$; $\Delta_f H^\circ (\text{SO}_2, \text{g}) = -298 \text{ kJ/mol}$

Ponto de fusão do cobre = 1083°C

Calor de fusão do cobre (1083°C ; 1 atm) = 13 kJ/mol

Capacidades térmicas (J/mol.K):

$\text{Cu}_2\text{S}_{(s)}$: 90,3

$\text{Cu}_{(s)}$: $22,7 + 6,3 \cdot 10^{-3} T$

$\text{Cu}_{(l)}$: 31,5

$\text{SO}_{2(g)}$: $44 + 10,7 \cdot 10^{-3} T - 6,0 \cdot 10^{-5} T^2$

$\text{O}_{2(g)}$: $30 + 4,2 \cdot 10^{-3} T - 1,7 \cdot 10^{-5} T^2$

$\text{N}_{2(g)}$: $28 + 4,3 \cdot 10^{-3} T$.

Massas molares em g/mol: $M(\text{Cu})=63,5$; $M(\text{S})=32$; $M(\text{O})=16$; $M(\text{N})=14$.

3) Utilizando o diagrama de Ellingham para óxidos, calcule o $\Delta_r G^\circ$ para a reação $\text{SiO}_{2(s)} + 2\text{C} \rightleftharpoons \text{Si}_{(s)} + 2\text{CO}_{(g)}$ a 1400°C .

4) Considere um material particulado formado por duas fases, $\text{Ni}_{(s)}$ e $\text{NiO}_{(s)}$. Este material está colocado no interior de um tubo de alumina e se encontra a 700°C . Faz-se passar continuamente pelo interior tubo e através deste material uma mistura gasosa composta de $\text{CO}_{(g)} + \text{CO}_{2(g)}$, também a 700°C , cuja composição é 50% CO -50% CO_2 (% molar). O que deve acontecer com o material com o passar do tempo em termos de possíveis reações entre o gás e o sólido?

Dica: Utilize o Diagrama de Ellingham para obtenção dos dados necessários para a resposta.

BOA SORTE!