

EEIMVR-UFF Refino dos Aços I – P1, Julho 2016 Sem consulta

1. Uma aciaria LD usa um modelo simples de balanço de massa e de energia, similar ao desenvolvido durante o curso de Refino dos Aços I. O modelo calcula a temperatura de fim de sopro com base nos dados de carregamento e no conhecimento da basicidade, FeO da escória e composição do aço desejado. 1.1 Após realizar o cálculo para uma certa combinação de dados de entrada, observou-se que a temperatura de fim de sopro obtida era muito elevada. Cite duas ações possíveis para reduzir a temperatura de fim de sopro. 1.2 Cite dois efeitos observados no modelo quando o teor de silício do gusa é aumentado.
 - 1.1 Para reduzir a temperatura de fim de sopro pode-se:
 - a) Carregar mais sucata
 - b) Carregar menos gusa
 - c) Carregar gusa de mais baixo teor de Si
 - d) Carregar gusa de mais baixa temperatura
 - e) Opções que tem o mesmo efeito mas não são usadas: aumentar a quantidade de escória, aumentar a basicidade.
 - 1.2 Quando o teor de silício do gusa é aumentado:
 - a) Aumenta a temperatura de fim de sopro
 - b) Mantida a basicidade constante, aumenta o consumo de cal e a quantidade de escória
 - c) Aumenta a quantidade de oxigênio a soprar
2. Ao montar o modelo de balanço térmico, esta aciaria precisou definir equações para a entalpia dos elementos puros e para a entalpia dos compostos. Com base nas tabelas abaixo apresente uma equação válida para o Ferro puro acima de 1400K e para o FeO puro acima de 1400K. Explique cada um dos termos das equações justificando (não esqueça das unidades, por favor!).

Para o ferro puro H_{298} é igual a zero (H Standard Element Reference). Usando a fórmula $A+BT$ da coluna da direita da Tabela 13.3 tem-se:

$$H_{Fe}^T - H_{Fe}^{298.15} = H_{Fe}^T = 46,3 + 0,1969 \frac{Kcal}{Kg} de Fe$$

Para o FeO puro, H_{298} não é zero e sim:

$$H_{FeO}^{298.15} = \Delta H_{f_{FeO}}^{298.15}$$

Pois, usando o valor da coluna da direita da Tabela superior:

$$\Delta H_{f_{FeO}}^{298.15} = H_{FeO}^{298.15} - H_{Fe}^{298.15} - \frac{1}{2} H_{O_2}^{298.15} = H_{FeO}^{298.15} - 0 - 0 = -\frac{887,96 Kcal}{Kg} FeO$$

Logo, usando os valores da coluna da direita da Tabela 13-3 e combinando com o valor acima:

$$\begin{aligned} H_{FeO}^T - H_{FeO}^{298.15} &= -17,4 + 0,2366T \\ H_{FeO}^T - H_{FeO}^{298.15} &= -17,4 + 0,2366T + H_{FeO}^{298.15} \\ H_{FeO}^T - H_{FeO}^{298.15} &= -17,4 + 0,2366T + \Delta H_{f_{FeO}}^{298.15} \\ H_{FeO}^T &= -17,4 + 0,2366T - 887,96 \frac{Kcal}{kg} FeO \end{aligned}$$

EEIMVR-UFF Refino dos Aços I – P1, Julho 2016 Sem consulta

Heats of Formation of Compounds from Elements at 298°K, Kilocalories

Compound	Heat of formation per Kg of:	Heat of formation per Kg.of:
Al ₂ O ₃	-7405.49	Al
CO	-2199.83	C
CO ₂	-7830.97	C
CaC ₂	- 351.80	Ca
CaO	-3779.94	Ca
CaS	-3131.24	Ca
Fe ₃ C	+ 497.92	C
FeO	-1142.35	Fe
Fe ₂ O ₃	-1761.86	Fe
Fe ₃ O ₄	-1598.33	Fe
Fe ₃ P	-1801.74	P

Table 13-3 BOF Steelmaking, ISS-AIME, 1982, vol II, pg 855
Enthalpy Changes Due to Temperature

Material	298 to 1000K		1400 to 2000K		
	Mean specific heat	H ₁₀₀₀ -H ₂₉₈ Kcal/Kg	H _T -H ₂₉₈ = A + BT, Kcal/Kg		
			A	B	
Al	0.390	274	- 7.2	0.2813	a
Al ₂ O ₃	0.261	183	- 8.4	0.3200	b
C	0.335	235	-260.2	0.4812	c
CO	0.264	185	-124.9	0.3043	d
CO ₂	0.258	181	-147.4	0.3217	d
CaC ₂	0.294	207	-	-	a
CaCO ₃	0.262	184	-	-	e
CaF ₂	0.244	171	- 12.4	0.3060	-
CaO	0.210	147	-104.0	. 0.3200	b
CaS	0.210	147	-104.0	0.3200	f
Fe	0.148	104	- 46.3	0.1969	-
Fe ₃ C	0.157	110	-	-	-
FeO	0.184	129	- 17.4	0.2366	-
Fe ₃ O ₄	0.217	153	-	-	e
Fe ₂ O ₃ fume	0.214	150	- 68.2	0.2173	-
Fe ₂ O ₃ slag	0.214	150	-114.5	0.3200	b
FeSi	0.161	113	-	-	e

3. Uma aciaria emprega o silício como desoxidante no seu forno panela, a 1600C. Para ter uma efetiva desoxidação, é empregada uma escória básica, de modo que a atividade da sílica seja baixa na escória. A escória tem $X(\text{CaO})=0.5$ e $X(\text{SiO}_2)=0.2$ e pode ser considerada aproximadamente composta de CaO, Al₂O₃ e SiO₂. Considerando as atividades aproximadas, medidas por Rein e Chipman (figuras a seguir) e que o aço tem, após a desoxidação, 0.2% Si, qual o teor aproximado de alumínio que se pode esperar neste aço, se ocorrer o equilíbrio entre o aço e a escória? Como seria possível, para esta mesma escória, traçar um gráfico que definisse o teor de Al esperado para cada teor de Si possível no aço?

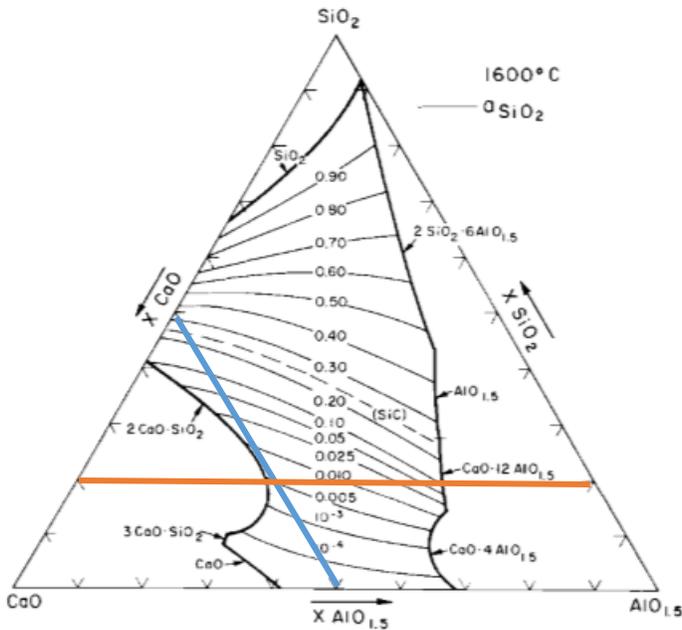


Fig. 5—Activity of SiO₂ in SiO₂-CaO-Al₂O₃ slags at 1600°C.

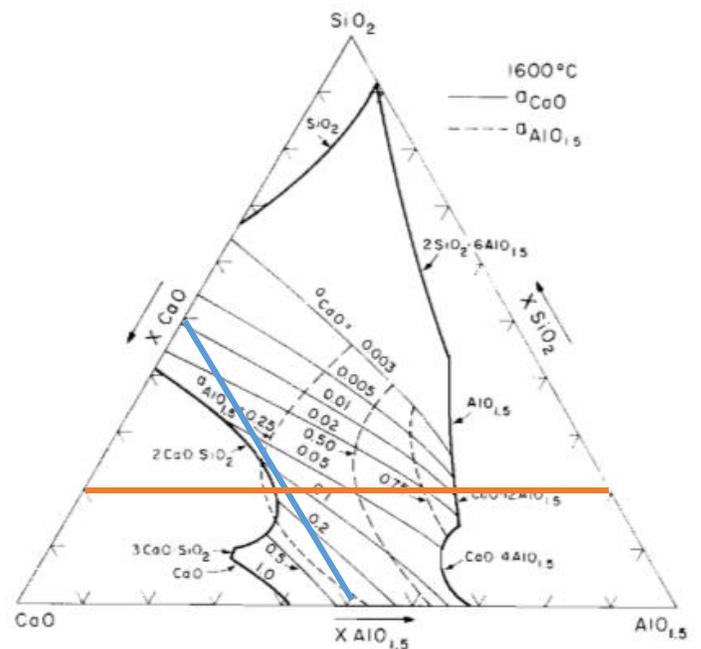


Fig. 8—Activities of CaO and AlO_{1,5} in SiO₂-CaO-Al₂O₃ slags at 1600°C.

Considere a atividade de AlO_{1,5} igual a atividade de Al₂O₃. Para as curvas de “isoatividade” que não estão traçadas no gráfico, interpole aproximadamente com base nas curvas existentes.

Dos gráficos, obtém-se atividade da sílica aproximadamente 0,005 e atividade da alumina (interpolando aproximadamente entre 0,25 e 0,50) aproximadamente 0,30.

					ΔH	$-\Delta S$	
-1.5 Si	O ₂	=	SiO ₂		-952500	202.8	
1 2Al	3/2O ₂	=	Al ₂ O ₃		-1683200	325.6	
-2 Al		=	Al		-63178	-27.91	
1.5 Si		=	Si		-131500	-17.24	
<hr/>							
3/2SiO ₂	2Al	=	3/2Si	Al ₂ O ₃	-325344	51.36	
							T= 1873
					ΔG°	-229147	

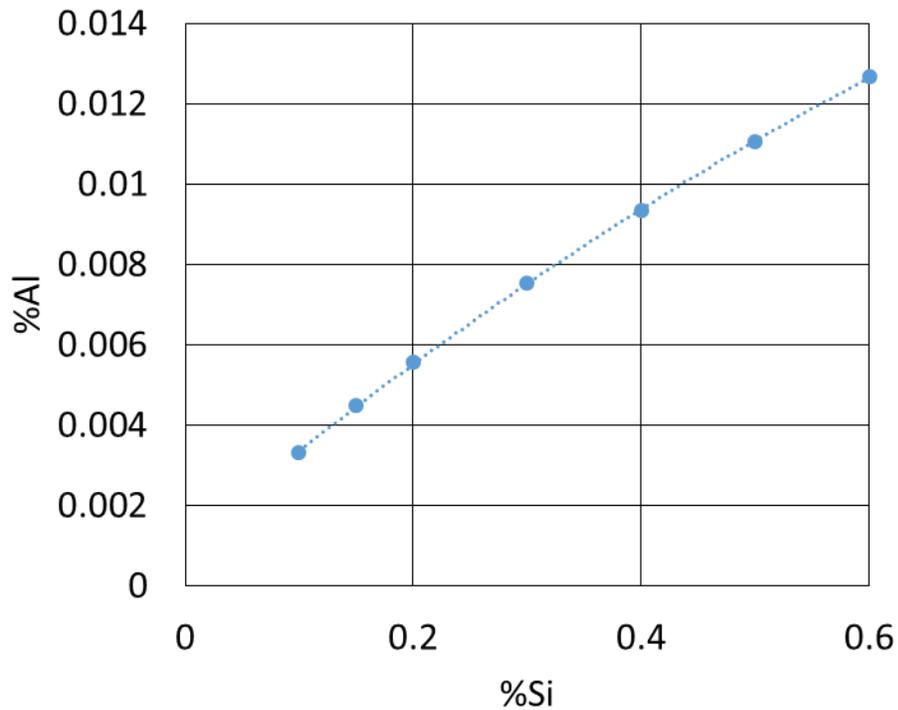
$$\Delta G = 0 = \Delta G^{0'} + RT \ln \frac{a_{Al_2O_3} \%Si^{3/2}}{a_{SiO_2}^{3/2} \%Al^2}$$

$$e^{-\frac{\Delta G^{0'}}{RT}} = \frac{a_{Al_2O_3} \%Si^{3/2}}{a_{SiO_2}^{3/2} \%Al^2}$$

$$\%Al = \left(\frac{a_{Al_2O_3} \%Si^{3/2}}{a_{SiO_2}^{3/2} e^{-\frac{\Delta G^{0'}}{RT}}} \right)^{1/2}$$

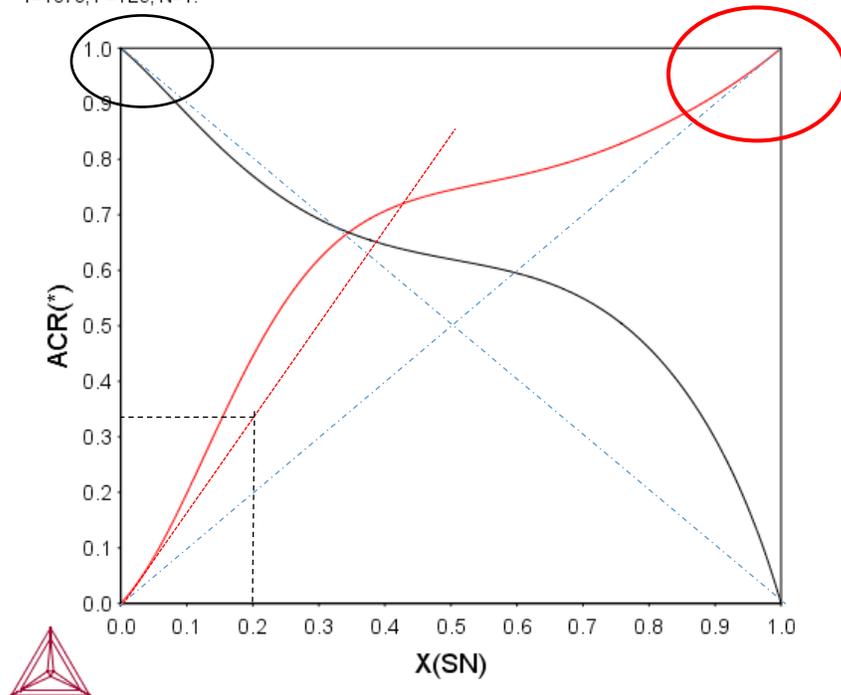
$$\Delta G^{0'} = -220893J$$

$$\%Al = 0,0056\%$$



4. A Figura abaixo apresenta a atividade do Sn e do Fe em misturas líquidas a 1600C. 4.1 Indique, para o Sn e para o Fe a região onde usar a lei de Raoult seria uma boa aproximação, justificando. 4.2 Obtenha um valor aproximado para o γ_{Sn}^0 no Ferro líquido a 1600C. 4.3 Como você poderia calcular o $\Delta G_{Sn}^{1\%}$ no ferro líquido a 1600C.

2016.07.04.14.56.32
 SSOL5: FE, SN
 T=1873, P=1E5, N=1.



4.1 Lei de Raoult para o Ferro: elipse preta

EEIMVR-UFF Refino dos Aços I – P1, Julho 2016 Sem consulta

Lei de Raoult para o Estanho: elipse vermelha

4.2 Lei de Henry. Linha tracejada vermelha.

$$\gamma_{Sn}^0 \approx \frac{0,33}{0,2} = 1,65$$

$$4.3 \Delta G_{M,Sn}^{1\%} = \frac{\gamma_{Sn}^0 0,5565}{M_{Sn}}$$