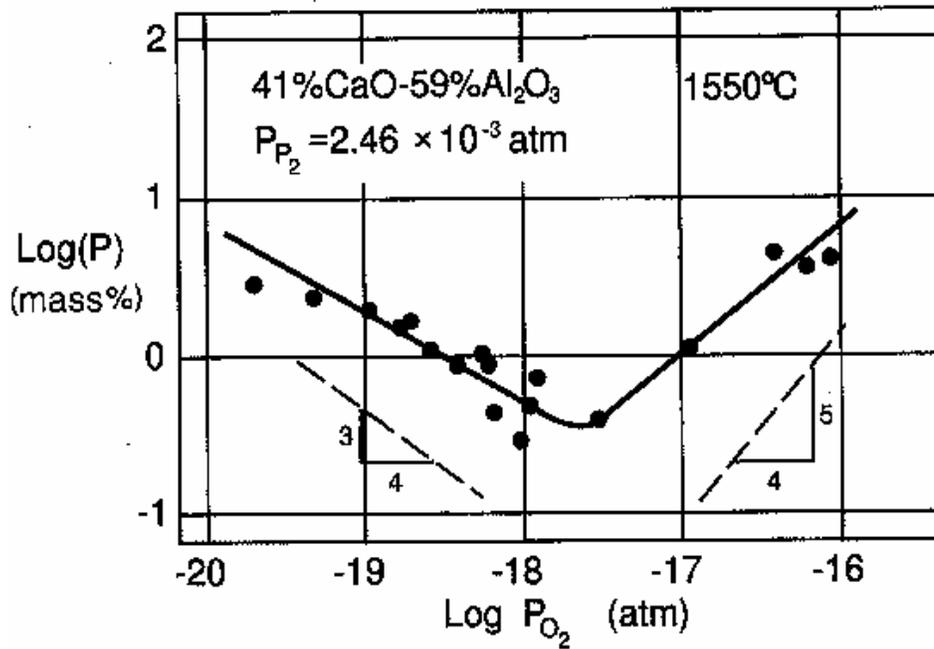
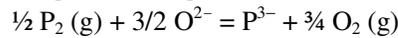
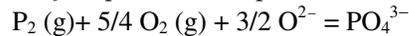


Refino dos Aços UFF 2005- Exercícios preparatórios para a 2ª Prova



1. A Figura acima apresenta o teor de P em escória CaO-Al₂O₃ em função da pressão parcial de oxigênio. (Momakawa e Sano, 1982), mantida a pressão de P constante (isto é, um mesmo potencial químico de P no sistema). Observa-s que o P pode se dissolver na escoria de duas formas: como íon Fosfeto e como íon Fosfato. Estas reações podem ser expressas como:



Identifique, na figura, as regiões correspondentes às duas reações, explicando a sua opção. Considerando que a solubilidade máxima de oxigênio no aço a 1550 °C é de aproximadamente 0,2% e que a lei de Sievert, nesta T, para o oxigênio, é dada por $\%O = 2600 \sqrt{P_{O_2}}$, identifique a maior quantidade de P na escória possível, em condições oxidantes.

Considerando que, no conversor, $\%C\%O = 28 \times 10^{-4}$, identifique a quantidade de P nesta escoria para as condições reinantes no conversor quando $\%C$ é de 0.05% (típico de fim de sopro em aço baixo C)

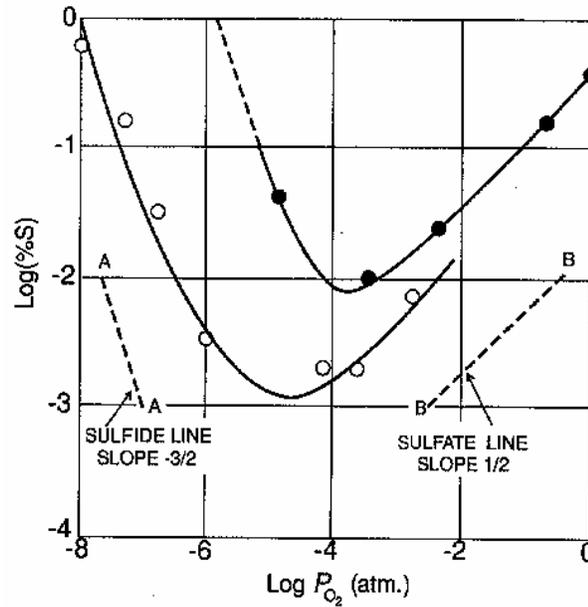
Considerando que um aço desoxidado ao Al teria cerca de 0.0003% de oxigênio em solução, identifique o teor de P na escória para esta condição de “desfosforação em condições redutoras”.

Em sua opinião, qual das condições representa uma de-P mais efetiva? Porque? Qual seria o efeito da temperatura nas reações em questão? Porque?

2. A semelhança do fósforo, o enxofre reage para formar sulfeto ou sulfato, dependendo do potencial de oxigênio reinante no sistema.

A Figura abaixo mostra a faixa de potencial de oxigênio em que as diferentes reações são possíveis.

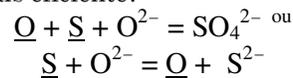
Refino dos Aços UFF 2005- Exercícios preparatórios para a 2ª Prova



Teor de S em escórias. Pontos abertos: escórias CaO-FeO 1873K, $P_{SO_2}=6-8\%$.
Pontos pretos: CaO-FeO-SiO₂ 1773K $P_{SO_2}=2\%$ McGannon 1964

Identifique os pontos correspondentes aos três potenciais de oxigênio discutidos no item anterior (de-P) no diagrama acima.

Qual a reação de de-S mais eficiente?



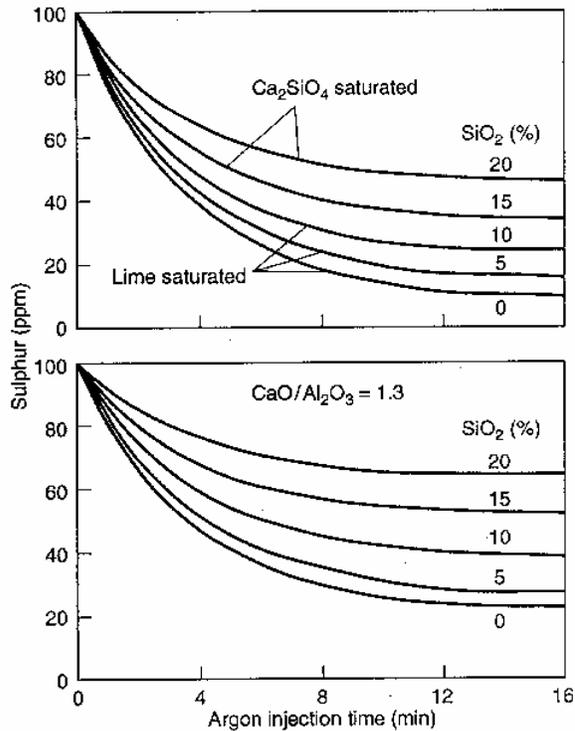
3. A energia em um arco elétrico depende da tensão e da corrente aplicadas. Para viabilizar o uso de correntes razoáveis (da ordem de kA), tensões elevadas (e arcos longos) precisam ser empregadas em fornos elétricos a arco. O arco não pode ficar descoberto, sob pena de aquecer excessivamente as paredes e a abobada do forno. Uma opção interessante é aumentar o volume (e não a quantidade) da escória através da formação de CO em seu interior, a chamada escória “espumante”. Para que a escória “espume” é necessário trabalhar a reação $C+FeO=CO+Fe$. O controle do FeO da escória se faz através da oxidação do banho e a presença de C é garantida através da injeção de material rico em C (coque ou grafita) diretamente na escoria.

Trace, esquematicamente, o equilíbrio da reação acima, em um gráfico %C do aço versus % FeO da escória. Indique o que ocorre em cada região do gráfico, especialmente em que região a escoria deve “espumar”. Para manter as condições favoráveis a formação de “escória espumante” o que é necessário, além de injetar C na escória?

4. 1. Turkdogan modelou a desulfuração por escória em panela, obtendo os resultados abaixo:

Refino dos Aços UFF 2005- Exercícios preparatórios para a 2ª Prova

Estes resultados foram obtidos supondo que o transporte de enxofre no metal controla o processo de de-S.



a) Descreva TODAS as etapas cinéticas que podem influenciar o processo de remoção do enxofre do aço neste caso.

b) Supondo, como Turkdogan que o transporte no metal controla a remoção de enxôfre, formule a equação de fluxo de enxôfre.

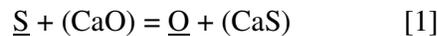
c) Suponha que você conhece a razão de distribuição do enxofre entre

escória e metal $L_s = \frac{(\%S)_{escoria}}{\%S}$,

para todas as escórias testadas. Para uma dada escória, formule um balanço de massa de enxofre para o metal e para a escória, de modo a obter a variação do teor de enxofre do banho em função do tempo. Assuma que L_s é constante para

esta escória e que o peso de metal e de escória são conhecidos, assim com a área de interface metal/ escória e o coeficiente de transporte de massa do enxofre no metal.

I) Franz Oeters formulou um modelo para a desulfuração através da injeção de CaO (Steel Research 56 (1985) 69-74). Neste processo, partículas de CaO são injetadas no banho, formando-se uma camada de CaS em sua superfície. Esta camada sólida formada em torno da partícula evita que toda a partícula seja consumida. A reação



onde os elementos sublinhados estão em solução no ferro descreve bem o processo.

1) Assumindo que esta reação ocorre entre o metal e as partículas quais etapas podem influenciar a cinética do processo de desulfuração?

É razoável assumir que o transporte de S no metal é a etapa que controla o processo e que há equilíbrio na interface. Frequentemente se considera, também, que a concentração de equilíbrio de enxôfre no aço pode ser desprezada nos cálculos cinéticos.

2) Analisando uma partícula, expresse a equação de fluxo de enxôfre no metal sabendo que o coeficiente de transporte de massa do enxôfre é β , o raio da partícula é \bar{r} e o tempo de residência (tempo que uma partícula fica em contacto com o banho) é t_r . Oeters mostrou que o enxôfre absorvido pela partícula é dado por:

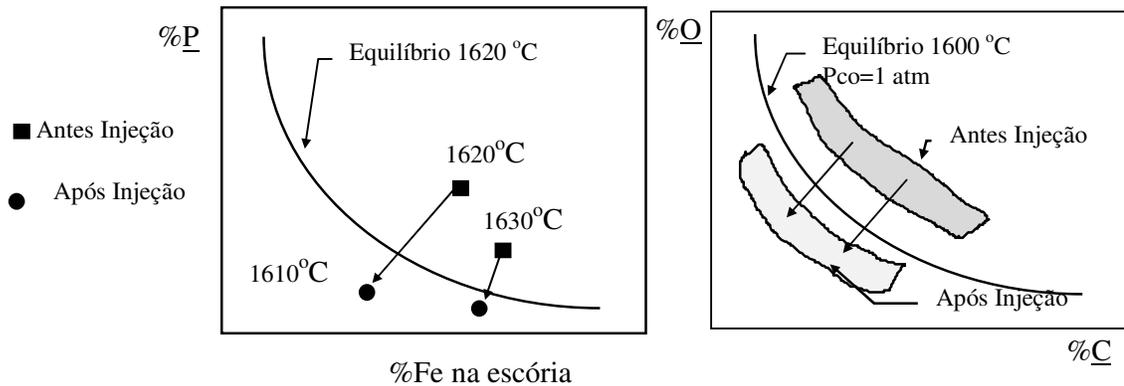
Refino dos Aços UFF 2005- Exercícios preparatórios para a 2ª Prova

$$(S)_f - (S)_{\text{inicial}} = \beta \frac{3}{2} \frac{t_r}{r} [S]_{\text{medio}} \quad [2]$$

Onde as concentrações entre parentesis são da partícula e $[S]_{\text{médio}}$ é o teor médio de enxôfre do banho durante o tempo de residência da partícula.

3) Deduza esta equação.

1. F. Schleimet e co-autores (Iron & Steel Eng. 1981, dec. 1981) fizeram experiências com injeção de gás inerte no metal líquido após o fim de sopro no conversor LD. As figuras abaixo apresentam os resultados obtidos para \underline{P} e \underline{C} vs. \underline{O} .



- a) Explique (termodinamica/ cinética/ modelo de reações no conversor):
- a.1) a variação do \underline{P} antes e depois da injeção do gás inerte.
 - a.2) A variação do produto $\underline{C} \times \underline{O}$ antes e depois da injeção do gás inerte, bem como a posição relativa ao equilíbrio com $P_{\text{co}}=1 \text{ atm}$ a 1600°C.
 - a.3) A variação do Fe na escória, com a injeção.
- b) Qual o efeito da temperatura na desfosforação? Porque? E do grau de oxidação?