

武汉科技大学

2004 年硕士研究生入学考试试题

课程名称：冶金物理化学

总页数：2

说明：1. 适用专业：钢铁冶金；2. 可使用的工具：计算器、直尺、铅笔；

3. 答题内容写在答题纸上，写在试卷上一律无效。

一、（6 分×10=60 分）简要解答下列各题

- 1、用 ΔG° 判断化学反应方向有无限制条件？如果有，是什么？如果无，说明理由。
- 2、分别写出三元渣 $\text{CaO}-\text{SiO}_2-\text{P}_2\text{O}_5$ 的碱度 R 和剩余碱 B 的表达式。
- 3、分别写出钢液中元素 M 经由直接氧化、间接氧化、和渣-铁界面反应氧化成 $\text{MO}_{2(s)}$ 的三个反应式。
- 4、 $A \rightarrow B$ 为 0 级反应， A 的初始浓度为 C_0 。推导出反应过程中 A 的浓度 C 和反应时间 t 的关系式。
- 5、渣-铁反应去硫过程的控制环节是硫在铁液中的扩散。已知渣-铁界面上硫的分配比为 L_s ，硫在铁液中的传质系数为 β_s 。试写出当硫在渣和铁中浓度分别为 $(\%S)$ 和 $[\%S]$ 时此去硫过程的速率式。
- 6、一原始半径为 r_0 的 $\text{MO}_{(s)}$ 正在被 CO 还原成 $M_{(s)}$ 。当还原度达到 R 时，未还原的 $\text{MO}_{(s)}$ 核心的半径 r 为何？
- 7、写出温度为 $T\text{K}$ ，压强为 P' Pa 的 1mol 理想气体的吉布斯能 (G) 表达式，说明式中其它量的意义。
- 8、 $a_R = r^0 a_{H_2}$ 证明之。
- 9、 $\text{MO}_{2(s)}$ 的标准生成反应吉布斯能为 $\Delta G_{\text{MO}_2}^0$ ，分解压为 $P_{\text{O}_2(\text{MO}_2)}$ ，试推导 $\Delta G_{\text{MO}_2}^0$ 和 $P_{\text{O}_2(\text{MO}_2)}$ 的关系式。
- 10、遵守亨利定理的稀溶液组元的以纯物质为标准态的活度系数为 r^0 ，证明之。

二、（15 分）试计算与组成(摩尔百分数)为：CaO 20%，SiO₂ 20%，FeO 50%，MnO 10%，（ $r_{\text{FeO}}=0.5$ ， $r_{\text{MnO}}=0.8$ ， $f_{\text{Mn}}=2$ ）的熔渣平衡的钢液中锰和氧的含量。

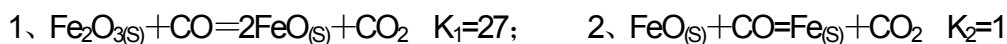
已知：1、 $[\text{Mn}] + 1/2\text{O}_2 = (\text{MnO}) \quad K_1 = 4.8 \times 10^4$ ；

2、 $[\text{Fe}] + 1/2\text{O}_2 = (\text{FeO}) \quad K_2 = 1.2 \times 10^4$ ；

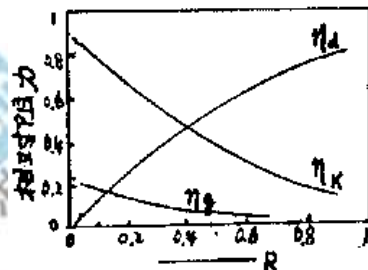
3、与纯 FeO 渣平衡的钢液含氧量为 0.24%。

三、（15 分）根据双膜理论，写出渣-铁反应过程 $[\text{Mn}] + (\text{FeO}) = [\text{Fe}] + (\text{MnO})$ 的组成步骤。

四、(15 分) 1000°C 反应器中发生还原反应 $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{CO} = 2\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{CO}_2$ 。试求反应达到平衡时反应器中气体组成。已知 1000°C 时:



五、(15 分) 在实验条件下用 H_2 还原 $\text{MO}(\text{s})$ 矿球。测得 H_2 的外扩散、 H_2 的内扩散、界面化学反应对过程的相对阻力 η_g 、 η_d 、 η_k ($\eta_g + \eta_d + \eta_k = 1$) 随矿球还原度 R 的变化关系如右图所示。试说明此关系并解释之。



六、(15 分) 渣-铁界面反应 $[\text{M}] + (\text{FeO}) = (\text{MO}) + [\text{Fe}]$ $\Delta H > 0$

- 1、写出平衡常数 K 的表达式;
- 2、基于 K 的表达式, 写出 M 在渣-铁间分配比 $L_M = (\% \text{MO}) / [\% \text{M}]$ 的表达式 (设 $f_M = 1$);
- 3、基于 L_M 的表达式, 说明采取哪些措施有助于将 M 从铁液中去除 (MO 为酸性氧化物)。

七、(15 分) 见右图。图中体系 M 重 150g , 1200°C 。现将其向常温冷却。

- 1、写出体系 M 在 600°C 所发生的相变反应名称和反应式;
- 2、写出体系 M 在 $900-600^{\circ}\text{C}$ 所发生的相变反应式;
- 3、写出体系 M 在刚冷至 600°C 时的相构成和各相重量;
- 4、写出体系 M 在离开 600°C 时的相构成和各相重量。
- 5、写出体系 M 在 0°C 时的相构成和各相重量。
- 6、示意画出体系 M 的冷却曲线

