

# 北京科技大学

## 2012 年硕士学位研究生入学考试试题

试题编号: 809 试题名称: 冶金物理化学 (共 2 页)

适用专业: 冶金工程\冶金工程(专业学位)

说明: 所有答案必须写在答题纸上, 做在试题或草稿纸上无效。

### 一、简答题(每小题7分, 共70分)

- 1) 试用热力学原理简述碳氧反应可能的产物及得到这些产物的条件?
- 2) 简述熔渣完全离子结构理论模型的假设条件。
- 3) 描述溶液中活度的三种标准态的热力学特征?
- 4) 试简单推导当 $O_2$ 的气相分压大于 $10^{-5}MPa$ 时硫容量的表达式。
- 5) 试推导: 在铁液中(等温、等压下), 除铁元素之外的其他组元的浓度都趋于零时, 组元以1%为标准态的活度系数的表达式(即Wagner模型)。
- 6) 试推导正规溶液的过剩摩尔自由能 $\Delta_{mix} G_m^E$ 、过剩摩尔熵 $\Delta_{mix} S_m^E$ 和过剩摩尔焓 $\Delta_{mix} H_m^E$ 。
- 7) 试讨论: 为什么由有效边界层的概念得到的多相反应动力学基本方程总是

$$J = k_d(c_s - c_b)$$

而不是  $J = k_d(c_b - c_s)$  ?

- 8) 在真空下吹氩脱碳是冶炼超低碳钢的主要方法, 用冶金动力学原理简述真空中钢包底吹氩过程钢液中溶解的碳和氧反应机理? 对钢液中碳的浓度很低时, 讨论可能的限制环节是哪一步?
- 9) 试讨论溶质渗透理论和表面更新理论的传质系数  $K_d$  的形式, 哪一个更准确?
- 10) 推导在铁液深度为  $H$  的耐火材料的器壁上, 所有可能的活性气隙的孔径上能产生的最大气泡体积(刚要脱离活性气隙的哪一刻)是多少?

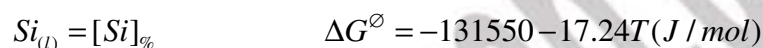
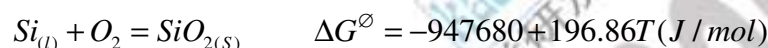
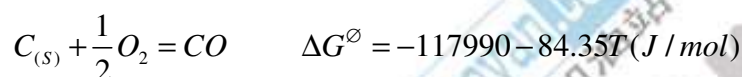
二、(25 分) 将含 $[\%C]=3.5, [\%Si]=0.6$ 的铁水兑入转炉中, 在  $1300^\circ C$  下吹氧炼

钢, 假定气体压力为  $1.01325 \times 10^5 \text{ pa}$ , 钢液表面的渣中 (以纯物质为标准态)  $\text{SiO}_2$  的活度为 0.2。

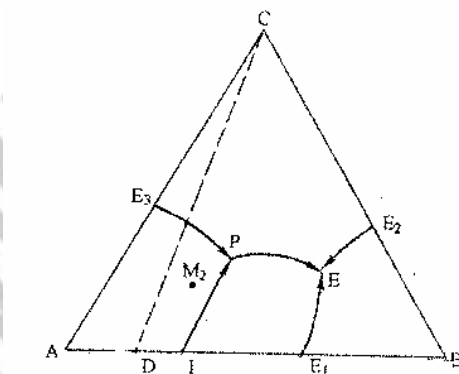
试问:

- 1) 此时铁水中的碳和硅哪个先氧化?
- 2) 如果是碳和硅其中的一个先氧化, 氧化到什么程度另一个开始氧化? (注: 只写出条件, 不须计算碳和硅的具体浓度; 假设钢液表面的渣中以纯物质为标准态的  $\text{SiO}_2$  的活度始终为 0.2)。

已知:  $e_c^c = 0.14, e_c^{\text{Si}} = 0.08, e_{\text{Si}}^{\text{Si}} = 0.11, e_{\text{Si}}^c = 0.18$



三、(25 分) 对于如下三元系相图, 成分为  $M_2$  点的液相, 用相图的相关原理分析其冷却过程, 并划出冷却曲线。



四、(30 分) 在石墨坩埚内进行高炉渣中  $\text{CaO}$  对铁水的脱硫实验, 温度为  $1500^\circ\text{C}$ 。试求: 1) 写出脱硫反应, 并分析高炉渣脱硫反应的机理;

2) 铁水中的  $[\text{S}]$  含量从 0.80% 降至 0.023% 所需的时间。

已知: 1) 渣-铁界面上 S 的平衡浓度为 0.013%;

2) S 在铁水中的扩散是脱 S 反应的限制环节;

$$3) \frac{A_{m-s}}{V_m} = 0.43 \text{ cm}^2 \cdot \text{cm}^{-3}, \quad D_{(\text{s})} = 4 \times 10^{-5} \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}, \quad \delta_m = 0.03 \text{ cm},$$

其中,  $V_m$  和  $A_{m-s}$  分别为铁水体积和铁-渣界面面积,  $\delta_m$  和  $D_{(\text{s})}$  分别为铁渣界面铁水一侧有效边界层厚度和硫在铁水中扩散系数。