

No.: 809-1

北京科技大学

2008 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: 钢铁冶金、有色金属冶金、冶金物理化学、工业生态

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。

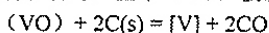
考试自带计算器。

一、简要回答下列问题 (70 分, 每题 10 分)

1. 简述标准生成自由能的定义, 并举例说明?
2. 在氧势图中, 为什么 CO 的曲线的斜率小于零, 其意义如何?
3. 简述规则溶液的定义。
4. 指出 1000K 时, 在标准状态下, 下述几种氧化物哪一个最容易生成。
已知各氧化物的标准生成吉布斯自由能如下

$$\begin{aligned} \text{MnO} & \quad \Delta_f G^\theta = (-384930 + 76.36T) \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \\ \text{Mn}_2\text{O}_3 & \quad \Delta_f G^\theta = (-969640 + 254.18T) \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \\ \text{MnO}_2 & \quad \Delta_f G^\theta = (-52300 + 201.67T) \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \\ \text{Mn}_3\text{O}_4 & \quad \Delta_f G^\theta = (-1384900 + 350.62T) \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \end{aligned}$$
5. 简述三元系相图的重心规则。
6. 简述熔渣 $\text{CaO}-\text{SiO}_2$ 的光学碱度的表达式。
7. 简述边界层理论, 说明它对建立多相反应动力学方程的意义。
8. 简述炼钢过程碳-氧反应动力学的机理。
9. 试推导未反应核模型在“内扩散为限制环节”时的速率方程 (假设界面化学反应为不可逆的)。
10. 简述溶质渗透理论的要点。

二、(30 分) 高炉冶炼含钒矿石时, 渣中 (VO) 被碳还原的反应为



设 $p_{\text{CO}} = 100\text{kPa}$, 生铁中含有 $w[\text{V}] = 0.45\%$, $w[\text{C}] = 4.0\%$, $w[\text{Si}] = 0.8\%$, 渣中 (VO) 的摩尔分数为 $x_{\text{VO}} = 0.001528$ 。计算 1500℃ 时, 与此生铁平衡的渣中 (VO) 的活度及活度系数。

已知: $\text{C}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{O}_2 = \text{CO} \quad \Delta_f G^\theta = (-114390 - 85.77T) \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$

$\text{V}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{O}_2 = \text{VO}(\text{s}) \quad \Delta_f G^\theta = (-424700 + 80.0T) \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$

$\text{V}(\text{s}) = [\text{V}]_{1\%} \quad \Delta_{\text{sol}} G^\theta = (-20700 - 45.6T) \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$

$e_{\text{V}}^{\text{C}} = -0.34, e_{\text{Si}}^{\text{V}} = 0.042, e_{\text{V}}^{\text{V}} = 0.015$

以下三、四题适合于统考生, 单考生不作:

三 (30 分) 实验测得 Fe—C 熔体中碳的活度 a_{C} (以纯石墨为标准态) 与温度 T 及浓度 x_{C} 的关系如下

$$\lg a_{\text{C}} = \lg \left(\frac{x_{\text{C}}}{1 - 2x_{\text{C}}} \right) + \frac{1180}{T} - 0.87 + \left(0.72 + \frac{3400}{T} \right) \left(\frac{x_{\text{C}}}{1 - x_{\text{C}}} \right)$$

(1) 求 $\lg \gamma_{\text{C}}$ 与温度 T 及浓度 x_{C} 的关系式;

(2) 求 $\lg \gamma_{\text{C}}^\theta$ 与温度 T 的关系式及 1600℃ 时的 γ_{C}^θ ;

(3) 求反应 $\text{C}(\text{石墨}) = [\text{C}]_{1\%}$ 的 $\Delta_{\text{sol}} G^\theta$ 与温度 T 的二项式关系表达式;

(4) 当 1600℃ 铁液含碳量为 $w[\text{C}] = 0.24\%$ 时, 碳的活度 (以 $w[\text{C}] = 1\%$ 溶液为标准态) 是多少?

四 (20 分) 对渣-钢反应 $[\text{A}] + (\text{B}^2) = (\text{A}^2) + [\text{B}]$

- (1) 分析该反应的动力学机理;
(2) 若反应达稳态, 推导反应的动力学方程。

以下三、四题适合于单考生, 统考生不作:

三、(30 分) 将含 $w[C] = 3.8\%$ 、 $w[Si] = 1.0\%$ 的铁水兑入转炉中, 在 1250°C 下吹氧炼钢, 假定气体压力为 100kPa , 生成的 SiO_2 为纯物质, 试问铁水中哪个元素先氧化?

已知: $e_C^C = 0.14$, $e_C^{Si} = 0.08$, $e_{Si}^{Si} = 0.11$, $e_{Si}^C = 0.18$

- | | | |
|-----|---|---|
| (1) | $\text{C}_{(s)} + \frac{1}{2} \text{O}_2 = \text{CO}$ | $\Delta_f G^\theta = (-117990 - 84.35T) \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$ |
| (2) | $\text{Si}_{(l)} + \text{O}_2 = \text{SiO}_{2(s)}$ | $\Delta_f G^\theta = (-947676 + 196.86T) \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$ |
| (3) | $\text{C}_{(s)} = [\text{C}]_{1\%}$ | $\Delta_{\text{sol}} G^\theta = (22594 - 42.26T) \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$ |
| (4) | $\text{Si}_{(l)} = [\text{Si}]_{1\%}$ | $\Delta_{\text{sol}} G^\theta = (-131500 - 17.24T) \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$ |

四、(20 分) 对渣-钢反应 $[A] + (\text{B}^{2+}) = (\text{A}^{2+}) + [\text{B}]$

- (1) 分析该反应过程的机理。
(2) 写出各基元过程的动力学方程, 并画出组元 A 在熔渣和金属中的浓度分布示意图。