

北京科技大学 2007.11.23

2007 年硕士学位研究生入学考试试题 扫描

试题编号: 409 试题名称: 冶金物理化学 (共 2 页)

适用专业: 钢铁冶金、工业生态、有色金属冶金、冶金物理化学

说明: ①所有答案必须写在答题纸上, 做在试题或草稿纸上无效。

②考试用具: 考生自带计算器

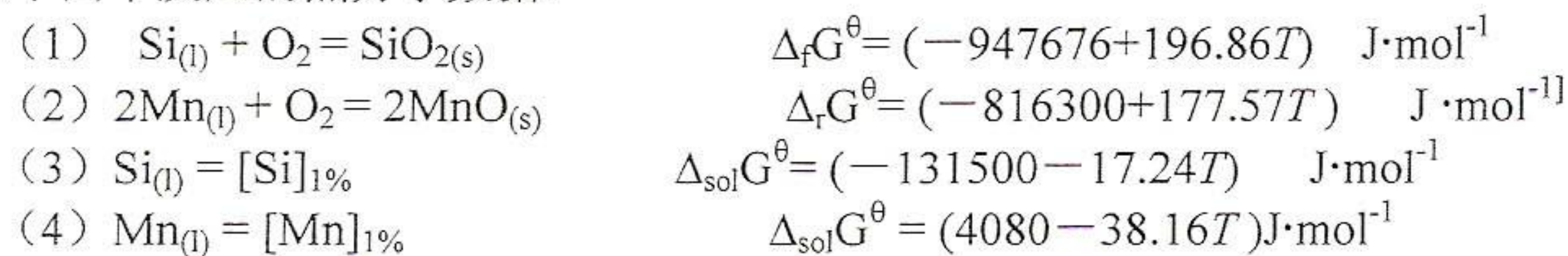
一、简要回答下列问题 (70 分, 每题 7 分)

- 对于有溶液参加的化学反应, 当组元 $[i]$ 的活度以不同标准态计算时, 对化学反应的标准吉布斯自由能变化 $\Delta_r G^\theta$ 数值是否有影响?
- 简述 γ_i^θ 的定义式。
- 简述溶液中的摩尔混合吉布斯自由能变化 $\Delta_{mix} G_m$ 及过剩摩尔混合吉布斯自由能变化 $\Delta_{mix} G_m^E$ 的定义, 并说明它们的区别与联系。
- 已知金属氧化反应方程式 (1)、(2)、(3), 判断三个方程式中, 哪个 M 是固相, 液相, 气相? 确定之后, 计算 M 的熔点和沸点。已知

$(1) 2M + O_2 = 2MO_{(s)} \quad \Delta G_1^\theta = -1215000 + 192.88T$
 $(2) 2M + O_2 = 2MO_{(s)} \quad \Delta G_2^\theta = -1500800 + 429.28T$
 $(3) 2M + O_2 = 2MO_{(s)} \quad \Delta G_3^\theta = -1248500 + 231.8T$
- 举例说明“相界线构筑规则”。
- 用热力学原理简要描述熔渣的氧化还原能力。
- 试从边界层的概念出发简要讨论多相反应过程的传质理论。
- 简述传质系数 k_d 与雷诺数 Re 及施密特数 Sc 的关系。
- 试推导气固相反应的未反应核模型在界面化学反应为限制环节时的速率方程。
- 简述双膜传质理论。

二、(30 分) 若组成为 $w(Al_2O_3)=30\%$ 、 $w(SiO_2)=55\%$ 、 $w(MnO)=15\%$ 的炉渣与成分为 $w[C]=0.30\%$ 、 $w[Si]=0.35\%$ 、 $w[Mn]=1.5\%$ 、 $w[P]=0.05\%$ 、 $w[S]=0.045\%$ 的钢液接触, 问钢液中的 $[Mn]$ 能否将炉渣中 (SiO_2) 还原? 已知下列数据:

1) 以下四个反应的热力学数据:



2) $e_{Si}^{Si} = 0.11$, $e_{Si}^C = 0.18$, $e_{Si}^{Mn} = 0.002$, $e_{Si}^P = 0.11$, $e_{Si}^S = 0.056$,
 $e_{Mn}^{Mn} = 0$, $e_{Mn}^C = -0.07$, $e_{Mn}^{Si} = -0.0002$, $e_{Mn}^P = -0.0035$, $e_{Mn}^S = -0.048$

3) $\gamma_{MnO} = 1.2$, $\gamma_{SiO_2} = 1.4$

4) $M_{Al_2O_3} = 102 \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}$, $M_{SiO_2} = 60 \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}$, $M_{MnO} = 71 \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}$

注: 以下三、四题适合于统考生, 单考生不作:

三 (30 分) 设 Fe-Al 液态合金为正规溶液, 合金中铝的过剩偏摩尔混合吉布斯自由能在 1600℃ 时可用下式表示:

$$\Delta_{mix} G_{Al,m}^E = -53974 + 93094 x_{Al} \quad \text{J} \cdot \text{mol}^{-1}$$

纯液态铁的蒸气压与温度的关系如下式表示：

$$\lg(p^*/p^\ominus) = -\frac{20150}{T} - 1.27 \lg T + 13.98 - \lg 760$$

试求 1600℃ 时铁的摩尔分数 $x_{Fe}=0.6$ 的合金中铁的蒸气压。

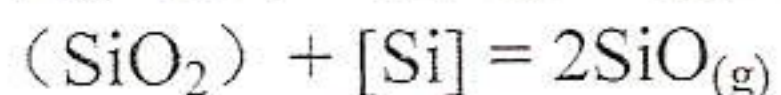
四（20 分）已知炼钢炉渣组成如下：

组元	CaO	SiO ₂	MnO	MgO	FeO	P ₂ O ₅
w(i)	42.68%	19.34%	8.84%	14.97%	12.03%	2.15%

在 1600℃ 时将此渣与含氧 $w[O]=0.058\%$ 的钢液接触，判断此渣的氧化还原性。

注：以下三、四题适合于单考生，统考生不作：

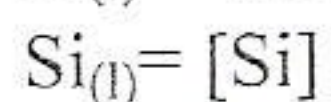
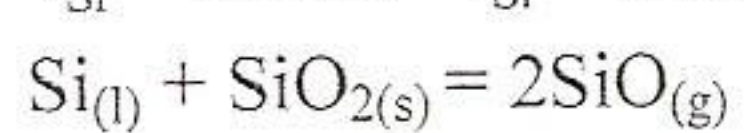
三、（30 分）高炉渣中（SiO₂）与生铁中的[Si]可发生下述反应



问：1800K 上述反应达到平衡时，SiO 的分压可达多少 Pa？

已知 渣中（SiO₂）活度为 0.09。生铁中 $w[\text{C}]=4.1\%$ ， $w[\text{Si}]=0.9\%$ ，

$$e_{\text{Si}}^{\text{Si}} = 0.109, \quad e_{\text{Si}}^{\text{C}} = 0.18,$$



$$\Delta_r G^\ominus = (633000 - 299.8T) \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\Delta_{\text{sol}} G^\ominus = (-131500 - 17.24T) \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$$

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

（1）分析该反应有几个步骤组成。

（2）画出组元 A 在熔渣和金属中的浓度分布示意图。