

---

## 中国科学院研究生院（金属研究所）

### 2008 年招收攻读硕士学位研究生复试专业综合试题

考生须知：

1. 本试卷满分为 100 分，全部考试时间总计 180 分钟。
  2. 所有答案必须写在答题纸上，写在试题纸上或草稿纸上一律无效。
- 

#### 必答题（共 60 分）

一、概念(任选 5 题，每题 1 分)：

- 1) 配位数 2) 菲克(Fick)扩散定律 3) 热力学三定律 4) 能带 5) 同素异形体 6) 倒易点阵

二、概述元素周期表的理论意义和应用价值。(5 分)

三、质量为  $m_1$  的人，站在相对于地面静止的质量为  $m_2$  的车上，假设车与地面无摩擦力存在，当人以速度  $v_1$  在车上向前运动时，车会如何运动，速度多少？(4 分)

四、什么是晶体？什么是非晶体？当金属发生非晶态-晶态转变时，哪些性能会发生变化？如何变化？(5 分)

五、气体分子运动论中常用理想气体模型，为什么利用理想气体模型推导的压强和实测的压强有差别？(5 分)

六、1~5000 号运动员按顺序排成一排。教练下令：“单数运动员出列！”剩下的运动员重新排队编号。教练又下令：“单数运动员出列！”如此下去，最后只剩下一个人，这名运动员的初始编号是几号？(4 分)

七、试用较简单的方法来鉴别出外形尺寸相同的纯金、纯铜、黄铜、纯铁、低碳钢、不锈钢和纯铝，并说明其道理。(5 分)

八、金属可以通过合金化改性，试举例说明。(5 分)

九、日光灯为什么比白炽灯更节能？(4 分)

十、盐碱地中农作物容易枯萎，良田中施肥太多也会使农作物失水，为什么？(5 分)

十一、2008 年我国南方出现了历史上罕见的大面积冻雨灾害，试分析冻雨形成的原因，如何减少损失，及其科学依据。(5 分)



十二、请以《材料与节能减排》为题，写一篇 500 字左右的短文。(8 分)

选答题(请从以下四类中任选一类，每类共 40 分)

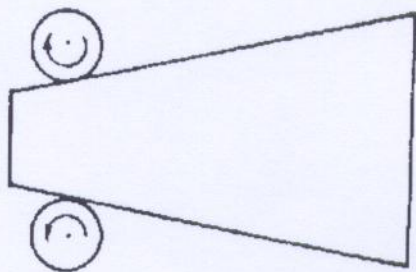
材料类(共 40 分)

一、问答题(每小题 5 分，共 15 分)

- 1、金属材料、陶瓷材料、高分子材料和复合材料在化学键上有哪些差别?
- 2、以空位机制进行扩散时，空位迁移过程中并未形成新的空位，但扩散激活能中却包含空位形成能，为什么?
- 3、试述碳钢和铝合金热处理强化机理有何不同?

二、分析题(第 1、2 小题各 8 分，第 3 小题 9 分，共 25 分)

- 1、二元合金中组元 A 熔点为  $600^{\circ}\text{C}$ ，组元 B 熔点为  $500^{\circ}\text{C}$ ，两组元在液态无限互溶，固态时 A 在 B 中的最大固溶度为 30 wt%，室温时最大固溶度为 10 wt%，但在固态 B 不溶于 A，A-40wt%B 的液态合金在  $300^{\circ}\text{C}$  时发生共晶反应。绘出合金相图，并分析 A-55wt%B 合金在室温下的组织组成物和及其相对量。
- 2、位错反应条件是什么? 分析位错反应  $\frac{a}{2}[\bar{1}10] \rightarrow \frac{a}{6}[\bar{1}2\bar{1}] + \frac{a}{6}[\bar{2}11]$  能否进行?
- 3、如图所示，对一楔形铝板进行轧制，轧辊间距不变。
  - (1) 画出经轧制并完全再结晶后铝板内的晶粒大小沿板长方向变化示意图;
  - (2) 如轧制后在低温退火，何处先发生再结晶? 为什么?



物理类(每题 5 分，共 40 分)

- 1、孤立原子中的电子沿着具有恒定能量的轨道(如 s, p, d 等)运动，为什么将这些孤立原子组成晶体时会形成能带?

- 2、螺旋轴和滑移反映面是否属于点群操作？并说明其原因。
- 3、面心结构中只有全奇全偶的衍射出现，如果在面心结构的中心再加入一个格点，会有什么衍射出现？
- 4、基于薛定谔方程的第一原理计算，可以得到 0K 时的电子运动状态，为什么其结果可以用来解释一些高温材料（如熔点为 1580°C 的 Fe）的电子结构？
- 5、能否用赝势法计算原子核芯电子状态，并说明其理由。
- 6、太阳能电池一般是渗杂的半导体材料，渗杂可以扩大太阳能电池可吸收可见光谱的范围，为什么？
- 7、位错环是否可仅由刃型位错构成？为什么？
- 8、杂质原子在晶体原子中的扩散系数高于晶体原子本身的自扩散系数，为什么？

## 加工类（共 40 分）

### 一、解释下列概念(每题 2 分，共 10 分)

1、过冷度 2、加工硬化 3、Mises 屈服准则 4、塑性与塑性指标 5、钎焊

### 二、简答下列问题(每题 3 分，共 12 分)

- 1、概述金属凝固时的热力学和动力学能障？凝固过程是如何克服这两个能障的？
- 2、说明应变速率对金属塑性变形的影响。
- 3、说明氢致裂纹机理。
- 4、说明焊接熔池的特征，以及它对焊缝凝固组织的影响。

### 三、分析题(每题 6 分，共 18 分)

- 1、某工厂生产的大轧辊中，发现铸件晶粒十分粗大，分析产生这一现象的原因并提出改进的措施。
- 2、焊接 16Mn 钢板时，有时焊缝切面在金相分析中发现有魏氏组织，分析：
  - 1) 魏氏组织形成的原因，它对性能的影响；
  - 2) 提出可能的解决方案。
- 3、某工厂购置一批 45#钢，发现其塑性较差，分析指出钢中杂质元素超标，分析钢中可能有哪些有害杂质元素，它们各自对塑性有何影响？



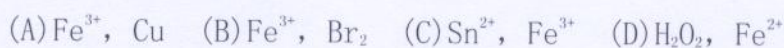
## 化学类 (共 40 分)

- 1、解释无水硫酸铜在空气中由白变蓝的现象。(2 分)
- 2、写出三种主要铁矿石原料的名称和化学式。(3 分)
- 3、分别举出氢原子作为电子受体和电子给体的含氢化合物。(2 分)

4、已知  $\varphi_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = 0.77\text{V}$      $\varphi_{\text{Br}_2/\text{Br}^-} = 1.07\text{V}$

$\varphi_{\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}} = 1.78\text{V}$      $\varphi_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = 0.34\text{V}$      $\varphi_{\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}} = 0.15\text{V}$

那么在标准状态下, 下列物质中哪组可以共存? 写出不能共存物质的反应方程式。(6 分)



- 5、解释  $\text{N}_2$  的离解能比  $\text{N}_2^+$  的离解能大、而  $\text{O}_2$  的离解能却比  $\text{O}_2^+$  的离解能小的原因。(6 分)
  - 6、相同浓度的  $\text{CdCl}_2$  和  $\text{NH}_4\text{Cl}$  水溶液哪个导电性更强, 并说明原因。(3 分)
  - 7、为什么  $\text{PCl}_5$  可存在, 而  $\text{NCl}_5$  则不能存在?(5 分)
  - 8、为什么不能用加热  $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  脱水的方法制备出无水  $\text{AlCl}_3$ ? (4 分)
  - 9、为什么石墨能导电, 金刚石不能导电, 金刚石比石墨更硬?(3 分)
  - 10、写出下列分子的空间构型, 哪种偶极矩不为零? 为什么?(6 分)
- (A)  $\text{BeCl}_2$     (B)  $\text{BF}_3$     (C)  $\text{NF}_3$     (D)  $\text{CH}_4$