

中国科学院研究生院（金属研究所）

2009 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均一律无效。
-

必答题（共 60 分）

1. 请解释下列概念（共 5 分，每题 1 分）：
 - 1) 热力学平衡态；2) 过冷度；3) 相；4) 系统误差；5) 比热
2. 请说明水的三种形态以及环境气压对其形态转变的影响（6 分）。
3. 将一根点燃的火柴，置于一支室用温度计的水银球下，便会看到水银柱先下降然后急剧上升的现象，为什么？（6 分）
4. 氢能源有哪些优缺点？（6 分）
5. 分别举出三种金属腐蚀现象和腐蚀防护措施。（6 分）
6. 根据哪些物理性质可以将金属和非金属区别开来？（6 分）
7. 如果速度为 v 的子弹恰好可以击穿 h 厘米厚的钢板，那么要击穿 $2h$ 厘米厚的钢板，子弹的速度要达到多少？为什么？如果考虑到材料的性能，是否要对结果进行修正？为什么？（8 分）
8. 给你一块秒表和一根绳子，设计一个方案测量一座高楼的高度。（5 分）
9. 遵循有效数字的原则计算 $(4.8 \times 10^{-2}) \times (1.92 \times 10^{-4})$ 的值。（4 分）
10. 请以《材料与人类文明》为题，写一篇 500 字左右的短文。（8 分）

选答题（从下面四类中任选一类作答，每类 40 分）

物理类（共 40 分）

1. 名词解释（共 15 分，每题 3 分）
 - (1) 布里渊区
 - (2) 霍耳效应
 - (3) 费米面
 - (4) 磁畴

(5) 库珀对

2. 固体中存在哪几种抗磁性？铁磁性和反铁磁性是怎样形成的？（5分）
3. 简述半导体的导电机理，分析其电导率的温度关系？（5分）
4. 在一维周期场近自由电子模型近似下，格点间距为 a ，请画出能带 $E(k)$ 示意图，根据 $E(k)$ 示意图说明在晶体中会发生什么物理现象。（7分）
5. 当自由原子组成分子或晶体时，它的能级会发生什么变化？组成共价键的电子是否具有相同的能量？为什么？（5分）
6. 布洛赫函数和赝势函数描述的是什么类型的原子？说明其原因。（3分）

加工类（共 40 分）

一、概念题（每题 2 分，共 10 分）

1. 铸件的正偏析与负偏析
2. 焊接热影响区
3. 材料塑性指标
4. 流变铸造
5. 溶质分配系数

二、简答题（每题 4 分，共 12 分）

1. 钢中磷危害及控制方法。
2. 铸件中缩孔与疏松缺陷，说明两者的区别、形成机理和防止措施。
3. 影响金属塑性成形因素有哪些？

三、分析题（每题 6 分，共 18 分）

1. 某一大型铸钢件发现内部晶粒比较粗大，试简单分析大型铸钢件内部形成等轴晶区的几种可能机制，以及提出大型铸钢件细化晶粒的技术措施。
2. 分析开放式和封闭式浇注系统优缺点。
3. 某厂一 45Mn 钢焊接后出现冷裂纹，试说明焊接冷裂纹特征是什么？影响焊接冷裂纹产生因素有哪些？如何防止？

化学类（共 40 分）

一、选择题（共 10 分，每题 2 分）：

1. $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 、 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ HAc 、 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaCl 、 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ CaCl_2 溶液中，凝固点最低的是.....（ ）
(A) $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ (B) $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ HAc

(C) $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaCl (D) $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ CaCl₂

2. 若 1) $\text{A}+\text{B}=\text{C}+\text{D}$ $\Delta H_1^\ominus=-40.0\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

2) $2\text{C}+2\text{D}=\text{E}$ $\Delta H_2^\ominus=-60.0\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

则反应 $\text{E}=2\text{A}+2\text{B}$ 的 ΔH^\ominus 为..... ()

(A) $140\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ (B) $-140 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

(C) $-20 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ (D) $20 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

3. H_2AsO_4^- 的共轭碱是..... ()

(A) H_3AsO_4 (B) $\text{HA}_5\text{O}_4^{2-}$ (C) AsO_4^{3-} (D) H_2AsO_3^-

4. 298K 时, 在标准 Ag-Cu 原电池正极半电池中加入氨水, 那么..... ()

(已知 $E_{\text{Ag}^+/\text{Ag}}^\ominus=0.7996\text{V}$, $E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^\ominus=0.337\text{V}$)

(A) 原电池电动势减小 (B) 原电池电动势不变

(C) 原电池电动势增大 (D) 无法确定

5. 下列各体系中, 溶质和溶剂分子之间, 三种范德华力和氢键都存在的是..()

(A) I_2 的 CCl_4 溶液 (B) I_2 的 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 溶液

(C) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 的水溶液 (D) CH_3Cl 的 CCl_4 溶液

二、填空题 (共 5 分):

$n=3$, $l=1$ 的原子轨道 (符号) 是_____, 轨道的形状为_____, 它可以有_____种空间取向, 它们的符号为_____, 总共最多可容纳_____个电子。

三、问答题 (共 25 分):

1. NH_3 、 PH_3 、 AsH_3 分子中的键角依次为 107° 、 93.08° 、 91.8° , 键角逐渐减小, 请解释其成因。(5 分)

2. 某一元弱酸 HA 的浓度为 $0.010\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$, 在常温下测得其 pH 为 4.0。求该一元弱酸的解离常数和解离度。(5 分)

3. 实验测得 $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ 和 $\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{3+}$ 均为反磁性物质 (磁矩等于零), 请分别说明其杂化轨道类型。(5 分)

4. 以下说法是否正确? (共 6 分, 每题 1 分)

(1) 某反应的速率常数的单位是 $\text{mol}^{-1}\cdot\text{dm}^3\cdot\text{s}^{-1}$, 该反应是一级反应。

(2) 化学动力学研究反应的快慢和限度。

(3) 活化能大的反应速度受温度的影响大。

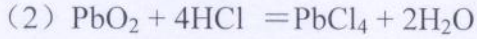
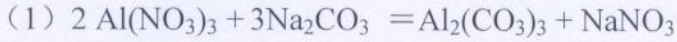
(4) 反应历程中的速控步骤决定了反应速率, 因此在速控步骤前发生的反

应在速控步骤后发生的反应对反应速率都毫无影响。

(5) 反应速率常数是温度的函数，也是浓度的函数。

(6) 将固体 NH_4NO_3 溶于水形成溶液，该过程的 $\Delta G > 0$ 。

5. 请说明下列方程式为什么与实验事实不符？（4分）



材料类（共 40 分）

一、解释下列基本概念（共 10 分，每题 2 分）：

1. 拓扑密堆相
2. 肖脱基空位
3. 交滑移
4. 时效硬化
5. 白口铸铁

二、判断下列表述是否正确，正确请打√，错误请打×（共 10 分，每题 2 分）：

1. 马氏体相变的速度是由碳原子在铁中的扩散速率所决定的。（ ）
2. 冷加工硬化的纯铜，经过后续退火后可发生软化，这是由于其内部发生了固态相变所引起的再结晶所致。（ ）
3. 在熔体凝固过程中，由于硅的液-固界面类型为“粗糙界面”，所以在负的温度梯度下，易于形成树枝晶形貌的微观组织。（ ）
4. 随着晶粒尺寸的减小，金属材料的强度和硬度均会得到显著提高。（ ）
5. 由材料拉伸实验获得的延伸率和断面收缩率是通常用于评价材料韧性的技术指标。（ ）

三、回答下列问题（共 20 分，每题 4 分）：

1. 碳原子和钴原子在纯铁中的扩散速度哪一个快？为什么？（C、Co、Fe 的原子半径分别为 0.091nm、0.125nm、0.126nm）
2. 在相同的过冷度下，比较均匀形核与非均匀形核两种情况下的临界半径、临界形核功、临界晶核体积，哪一个大？
3. 试举例说明，如何利用热分析方法测定固溶体类型的二元合金相图？
4. 试从强度、弹性、耐磨性三个方面比较高分子材料和金属材料的力学性能特点？
5. 改善陶瓷材料脆性的途径有哪些？简述其基本原理。