

中国科学院研究生院（金属研究所）

2010 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、请解释下列概念（10 分）

应力；韧度；韧脆转变；金属间化合物；氧化还原反应。

二、从下列各组量子数中选出合理的一组（ ）（2 分）

	n	l	m	m _s
A、	3	0	+1	$-\frac{1}{2}$
B、	2	2	0	$+\frac{1}{2}$
C、	4	3	-4	$-\frac{1}{2}$
D、	4	2	+2	$+\frac{1}{2}$

三、为什么把分子定义为“保持物质一切性质的最小微粒”是不准确的？（3 分）

四、天空中的云有白色的，黑色的，还有彩色的，为什么？（4 分）

五、精彩的乒乓球比赛进入了争夺前 4 名阶段，三名观众热烈议论，预测比赛结果。甲说：王皓第一，许昕第三；乙说：马龙第一，马琳第四；丙说：马琳第二，王皓第三；比赛结果表明三位观众都只说对了一半。究竟比赛结果是怎样排名的？（5 分）

六、请简述下列科学家的主要贡献。（5 分）

牛顿（Isaac Newton）；法拉第（Michael Faraday）；弗莱明（Alexander Fleming）；伦琴（Wilhelm Conrad Röntgen）；钱学森。

七、列举现代和古代建筑中采用的两种复合材料，及其优缺点。（5 分）

八、简述导电陶瓷和导电高分子材料的导电原理。（5 分）

九、设子弹的质量为 0.01kg，速度为 $1.0 \times 10^3 \text{m/s}$ ，通过计算说明子弹的运动表现为粒子性，服从经典力学规律。（设子弹速度的不确定程度为 10^3m/s ，普朗克常数 $h=6.626 \times 10^{-34} \text{J}\cdot\text{s}$ ）（6 分）

十、阅读下面的科技论文，然后写一篇 300 字左右的摘要。（15 分）

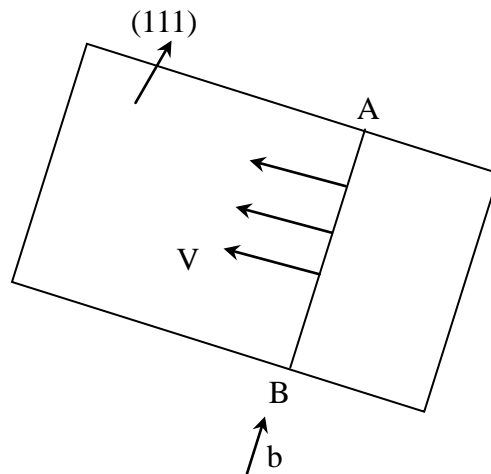
论文题目是《预退火热处理对非晶态 Ni-P 合金晶化动力学的影响》，内容详见附页。

选答题（请从以下四类中任选一类，共 40 分）

材料类（共 40 分）

一、Hume-Rothery 相是一种什么类型的相？说明其成分、结构和键的特性。（5 分）

二、在 fcc 晶体的 (111) 面上有一螺型位错（如图所示），图示说明该螺型位错的增殖机制。（5 分）



三、孪生变形与位错运动有何关系？以 fcc 晶体为例说明。（5 分）

四、Cottrell 气团理论是怎样解释低碳钢屈服现象的？该理论能用于解释 Cu 晶须中的不连续屈服现象吗？为什么？（5 分）

五、说明 Al-4.5%wtCu 合金在时效中发生脱溶分解的过程，并说明哪些是亚稳相，哪些是稳定相。（5 分）

六、用什么方法可以减小固溶体合金中的枝晶偏析？用 Fick 第二定律说明枝晶偏析是否可以完全消除？为什么？（5 分）

七、图示说明合金凝固的热力学条件。设液相与固相间的自由能差为 $\Delta G_V = \frac{-L_m \Delta T}{T_m}$ ，式中 L_m 为熔化潜热， ΔT 为过冷度， T_m 为熔点。写出临界形核半径与过冷度之间的关系。（5 分）

八、二元合金相图分几类？示意画出各自特征性相图。（5 分）

物理类（共 40 分）

一、近自由电子近似与紧束缚近似的出发点各自是什么？（5 分）

二、解释什么是接触电势，产生接触电势的物理本质是什么？（5 分）

三、为什么在高温下永磁体会发生消磁现象。（4 分）

四、解释能带中的成键带与反键带概念。（5 分）

五、在一个大气压常温下，每一克分子体积为 22.414 升，求玻耳兹曼常数 K ，计算时给出各个量的正确单位。(5 分)

六、有 N 个相同原子组成的面积为 S 的二维晶格，在德拜近似下计算比热，并论述在低温极限下比热正比于 T^2 。(8 分)

七、对于算符 \hat{L} 和 \hat{M} 的本征函数方程

$$\hat{L}\varphi_L = L\varphi_L \text{ 和 } \hat{M}\varphi_M = M\varphi_M$$

\hat{L} 、 \hat{M} 为算符， L 、 M 为本征值， φ_L 和 φ_M 是本征函数。

通常 $\varphi_L \neq \varphi_M$ ，当 \hat{L} 和 \hat{M} 满足什么条件时， $\varphi_L = \varphi_M$ ，并证明之。(8 分)

加工类（共 40 分）

一、解释下列概念：（每题 2 分，共 10 分）

动态再结晶；简单加载；非均匀形核；扩散焊；缩松。

二、简要回答以下问题：（每题 4 分，共 12 分）

- 1、请指出 2 种典型的锻造缺陷，并解释其形成原因；
- 2、成分过冷及其对铸造组织的影响；
- 3、举出两种可以提高钢材强度的加工工艺。

三、分析题：（每题 6 分，共 18 分）

- 1、铸件的晶界偏析产生的原因与消除方法；
- 2、焊接内应力产生的原因与消除方法；
- 3、分析圆柱试件高温镦粗时的不同区域变形特点，指出其应力状态和易产生的缺陷。

化学类（共 40 分）

一、质量作用定律适用于（ ）。(2 分)

- A. 只有化学方程式中反应物与生成物系数均为 1 的反应
- B. 只有基元反应
- C. 只有复杂反应
- D. 所有能够进行的反应

二、将 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 下列溶液加水稀释一倍后，pH 值变化最小的是（ ）(2 分)

- A. HCl B. H_2SO_4 C. HNO_3 D. HAc

三、酸碱质子理论认为：_____ 称为酸，

_____称为碱。(2分)

四、判断下列说法是否正确。(每题1分,共4分)

- 1、反应级数与反应分子数是同义词。
- 2、在反应历程中,定速步骤是反应最慢的一步。
- 3、反应速率常数的大小就是反应速率的大小。
- 4、从反应速率常数的单位可以判断反应级数。

五、对于一个放热反应,判断下列说法是否正确。(每题1分,共4分)

- 1、升高温度,速率常数增大平衡常数也增大。
- 2、升高温度,速率常数增大平衡常数减小。
- 3、降低温度,速率常数增大平衡常数也增大。
- 4、降低温度,速率常数减小平衡常数增大。

六、判断下列说法是否正确,并举例说明。(每题2分,共6分)

- 1、非极性分子中只有非极性共价键;
- 2、形成离子晶体的化合物中不可能有共价键;
- 3、色散力只存在于非极性分子之间。

七、阐述如下概念的物理意义。(每题2分,共4分):

- 1、封闭系统和孤立系统。
- 2、过程的自发性和可逆性。

八、解释下列现象:(每题2分,共8分)

- 1、铁与稀盐酸反应只能得到 FeCl_2 , 而与 Cl_2 反应可得到 FeCl_3 。
- 2、金属铁能从 Cu^{2+} 盐溶液中置换出 Cu , 而 FeCl_3 溶液又能溶解铜板。
- 3、储存氯化亚锡的溶液时要在溶液中放一些锡粒。
- 4、纯锌在纯的稀硫酸中反应很慢, 如果往溶液中加入几滴硫酸铜溶液, 反应就明显加快。

九、为什么钢表面镀锌和镀锡都能使钢免遭腐蚀? 一旦镀层轻微破损, 哪种镀层短时间内仍能起到保护作用, 为什么? (4分)

十、某些元素的最外层有2个电子, 次外层有18个电子, 这些元素在周期表中应属于哪族? 哪区? 是金属还是非金属? (4分)