

中国科学院大学（金属研究所）

2014 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，闭卷考试。
 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）

1. 如何确定晶面指数和晶向指数？（4 分）
2. 你用什么办法能粗略地测出材料的比热和密度？（4 分）
3. 铜的原子序数为 29，原子量 63.54，有两种同位素 $\text{Cu}63$ 和 $\text{Cu}65$ ，试求两种同位素的含量之比。（4 分）
4. Al_2O_3 的密度为 3.8g/cm^3 ，试求 1mm^3 中有多少原子？1g 中有多少原子？（4 分）
5. 试画出 fcc 和 bcc 的晶胞结构，指出八面体间隙的位置，并分别计算八面体间隙的大小（以晶胞体积为单位）。（4 分）
6. 举例说明离子晶体、聚合物和非晶体的结构特点。（6 分）
7. 材料的功能特性有哪些？请列举出 3-4 种。（4 分）
8. 举例说明材料相变过程中熵和体积是如何变化的？（5 分）
9. 列出三种以上材料在服役过程中发生失效的方式。（4 分）
10. 有 7 名运动员参加男子 5 千米的决赛，他们是：S、T、U、W、X、Y 和 Z。运动员穿的服装不是红色，就是绿色，没有运动员同时到达终点。已知的信息如下：相继到达终点的运动员，他们的服装不全是红色的，Y 在 T 和 W 之前的某一时刻到达终点。在 Y 之前到到终点的运动员，恰好有两位穿的是红色衣服。S 是第六

个到达终点的运动员。Z 在 U 之前的某一时刻到达终点。(5 分)

1) 以下哪项列出的 (从左至右), 可能是运动员从第一至第七相继到达终点的名次?

a) X Z U Y W S T

b) X Y Z U W S T

c) Z W U T Y S X

d) Z U T Y W S X

2) 以下哪项列出的运动员, 所穿的服装不可能是红色的?

A、S 和 X B、T 和 S C、U 和 W D、W 和 T

3) 如果 X 第三个到达终点, 以下哪位运动员的服装一定是绿色的?

A、S B、T C、U D、W

4) 如果恰好有三位运动员的服装都是绿色的, 以下哪位运动员的服装一定是绿色的?

A、S B、T C、W D、Z

5) 以下哪项列出的运动员不可能相继到达终点?

A、U 和 Y B、X 和 Y C、Y 和 W D、Y 和 Z

11. 两个空心球, 大小及重量相同。一个是金, 一个是铅。表面涂有相同颜色的油漆。现在要求在不破坏表面油漆、不使用仪器设备的条件下指出哪个是金的, 哪个是铅的。(4 分)

12. 阅读该论文后写出 150-200 字的摘要。(12 分) 论文内容详见附页。

选答题（请从以下四类中任选一类，共 40 分）

材料类（共 40 分）

一、名词解释（每题 2 分，共 10 分）

堆垛层错 TCP 相 超结构 Kirkendall 效应 孪生

二、简答题（每题 4 分，共 12 分）

- 1、晶体缺陷有哪几种？其中哪些是热力学平衡缺陷？
- 2、三元相图中的垂直截面和水平截面各有什么作用？
- 3、对铸件进行均匀化退火的作用是什么？其原理是什么？

三、论述题（每题 6 分，共 18 分）

- 1、画图说明位错交滑移形成 Frank-Read 位错源，并说明位错增殖对金属力学性能的影响。
- 2、金属在热加工过程中，其组织会经历哪些变化？试述引起组织变化的原因。
- 3、45 号钢正火和淬火得到的组织有什么不同？形成不同组织的原因是什么？

物理类（共 40 分）

一、名词解释：（每题 2 分，共 8 分）

光电效应 布拉格方程 吉布斯自由能 比热

二、声子碰撞时的准动量守恒为什么不同于普通粒子碰撞时的动量守恒？（4 分）

三、可以测定晶格振动色散关系的实验有哪些？（4 分）

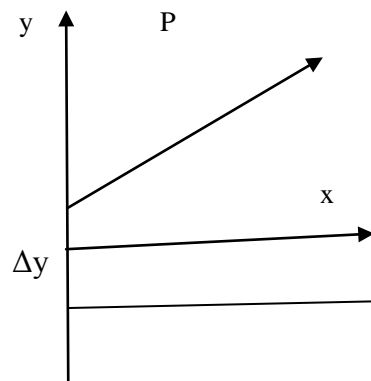
四、非晶体的 X 射线衍射花样特点是什么？（4 分）

五、原子在固体中的扩散机制有几种？（4 分）

六、合金有序过程中，熵如何变化？（4 分）

七、为什么不同金属材料具有不同颜色的光泽？（4 分）

八、粒子经狭缝 Δy 衍射后的动量 P 在 y 方向分量为 ΔP_y ，证明 $\Delta P_y \cdot \Delta y = \pi$ 。（8 分）



加工类（共 40 分）

一、简述下属概念的异同：（4 分）

- 1) 表面能与表面张力 2) 熔化热与熔解热 3) 滑移与孪晶 4) 共晶合金与共析合金

二、简述液态金属凝固过程中均质形核和异质形核的区别，推导均质形核时的临界形核半径，并解释它的意义。（6 分）

三、绘制铁-碳相图，绘制亚共析钢（45 号钢）从液态冷却到室温全过程中的组织变化示意图，试计算室温组织中铁素体和渗碳体的量。（6 分）

四、简述大铸锭凝固组织特征，说明其形成机理，为了细化铸锭组织的晶粒铸造工艺中应采用哪些措施？为什么？（6 分）

五、什么是熔焊？什么是钎焊？它们各自有什么优点？钎焊料一般选

用共晶合金，试说明其原因；又问钎焊过程中钎剂起什么作用？（6分）

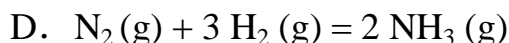
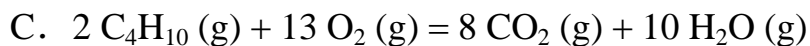
六、简述金属的几个塑性指标，它们各自是如何测定的？影响金属塑性的主要因素有哪些？试列举其中两项说明其微观机理。（6分）

七、试说明焊接热裂纹的特征、形成条件和形成机理。简述化学成分对钢材焊接热裂纹倾向的影响。为什么？（6分）

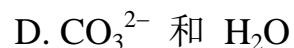
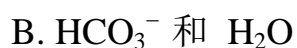
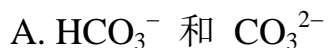
化学类（共 40 分）

一、选择题（共 18 分，每题 3 分）

1. 实际气体对理想气体状态方程有偏差，是因为（）
A. 分子间的碰撞
B. 分子有动能
C. 分子间有引力和分子有体积
D. 分子的形状特殊
2. 将 A (蔗糖 $C_{12}H_{22}O_{11}$) 及 B (葡萄糖 $C_6H_{12}O_6$) 各称出 10 克，分别溶于 100 克水中，成为 A、B 两溶液，用半透膜将两溶液分开后，发现（）
A. A 中水渗入 B
B. B 中水渗入 A
C. 没有渗透现象
D. 以上说法都不对
3. 热力学第一定律说明热力学能变化由吸热和做功决定，此关系只适用于（）
A. 理想气体
B. 封闭系统
C. 孤立系统
D. 敞开系统
4. 下列反应均为放热反应，其中任何温度下都能自发进行的是（）
A. $2 H_2 (g) + O_2 (g) = 2 H_2O (g)$
B. $2 CO (g) + O_2 (g) = 2 CO_2 (g)$



5. 可逆反应 $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 中质子酸是 ()



6. $\text{Pb}^{2+} + 2\text{e} \rightleftharpoons \text{Pb}$ $\varphi^\ominus = -0.1263 \text{ V}$, 下列说法正确的是 ()

A. $[\text{Pb}^{2+}]$ 增大时 φ 增大

B. $[\text{Pb}^{2+}]$ 增大时 φ 减小

C. 金属铅量增大时 φ 增大

D. 金属铅量增加 φ 减小

二、填空题 (共 15 分, 每空 3 分)

1. 两条基本规律控制着自然界自发的方向: (1) 系统倾向于取得最低 _____; (2) 系统倾向于取得最大 _____。

2. 对于基元反应 $2 \text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{NO}_2(\text{g})$ 若使反应器体积缩小一半, 则正反应速率是原来的 _____ 倍。

3. 金刚石熔点很高, 是因为它是 _____ 晶体, CO_2 晶体熔点很低, 是因为它是 _____ 晶体。

三、计算题 (7 分)

下列反应的标准电极电势 $\text{Ag}^+ + \text{e} = \text{Ag}$, $\varphi^\ominus = 0.799 \text{ V}$,

$\text{AgCl}(\text{s}) + \text{e} = \text{Ag}(\text{s}) + \text{Cl}^-$, $\varphi^\ominus = 0.222 \text{ V}$, 试计算 AgCl 的 K_{sp}^\ominus 。