

中国计量大学
2019 年硕士研究生招生考试试题

考试科目代码：809 考试科目名称：材料科学基础

所有答案必须写在报考点提供的答题纸上，做在试卷或草稿纸上无效。

一、名词解释：（每小题 4 分，共 20 分）

- (1) 空间点阵；
- (2) 柏氏矢量；
- (3) 中间相；
- (4) 柯肯达尔效应；
- (5) 反应扩散。

二、判断下列说法是否正确，并说明理由：（每小题 4 分，共 20 分）

- (1) 在分子材料的单组元相图中，有属于气相的单相区。
- (2) 一根位错环上，不同的地方可以出现不同的柏氏矢量。
- (3) 在一个大气压下，二元合金最多只能出现四相共存。
- (4) 陶瓷材料之所以比金属材料易碎，其主要原因是陶瓷材料中含有大量的离子键。
- (5) 如果晶体中不存在扩散流，说明原子没有扩散。

三、简答题：（每小题 5 分，共 30 分）

- (1) 简述金属键、离子键以及共价键的各自特点，并据此说明 45 号钢和氧化铝陶瓷性能之间存在的差异，以及引起差异的原因。
- (2) 影响间隙固溶体固溶度的因素有哪些？简述各因素对固溶度的影响规律。
- (3) 和物理气相沉积相比，化学气相沉积具有哪些优点？
- (4) 在三氧化二铝陶瓷烧结过程中，可以添加二氧化钛来降低陶瓷的烧结温度，阐述在三氧化二铝中添加二氧化钛进行陶瓷烧结时的烧结机理。

(5) 请总结位错理论在材料科学中的应用。

(6) 简述不同温度下的回复机制。

四、画出下列晶向指数与晶面指数：（共 10 分）

(1) 在立方晶系中绘出晶向指数： $[221]$ 、 $[\bar{2}12]$ 、 $[112]$ ；（6 分）

(2) 在立方晶系中绘出晶面指数： (011) 、 $(\bar{1}22)$ 。（4 分）

五、判断下列位错反应能否进行，并说明理由：（每小题 5 分，共 10 分）

(1) $a[100] \rightarrow \frac{a}{2}[111] + \frac{a}{2}[\bar{1}\bar{1}\bar{1}]$ ；

(2) $a[110] + a[011] \rightarrow \frac{a}{2}[123] + \frac{a}{2}[12\bar{1}]$ 。

六、简要回答问题并根据要求绘图：（共 15 分）

(1) 图 1 所示的晶体中，ABCD 滑移面上有一个位错环，其柏氏矢量 b 平行于 AC；E 为位错环与 AC 的交点，F 为位错环与 BD 的交点：(a) 指出位错环上 E、F 点以及 E-F 之间的位错类型；(b) 在图中标出使位错环向外运动所需要施加的切应力方向；(c) 该位错环运动出晶体后，晶体外形如何变化？绘出位错环运动出晶体后的简图。（6 分）

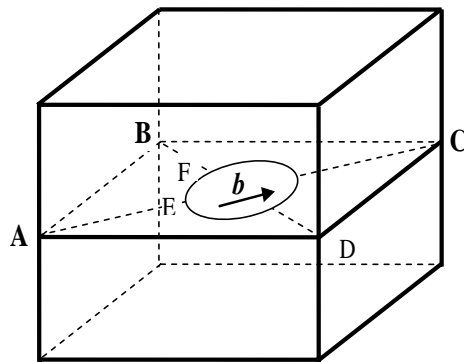


图 1

(2) 铸锭的凝固组织通常分为哪几部分？绘出其示意图，并简要说明每个部分形成的原因。（9 分）。

七、计算：（每小题 6 分，共 24 分）

（1）已知金属铌元素有两种晶体结构：体心立方和面心立方，假设铌为面心立方时，其晶格常数为 0.421 nm，转变为体心立方后，铌原子半径不变，请问转变前后所对应的密度分别为多少？（假设铌的相对原子质量为 93， $N_A=6.02 \times 10^{23}$ ）

（2）氯化铯的晶体结构如图 2 所示。铯与氯的离子半径分别为 0.167 nm 与 0.181 nm，试问：（a）在氯化铯内离子在 $\langle 100 \rangle$ 或 $\langle 111 \rangle$ 方向是否相接触？（2 分）

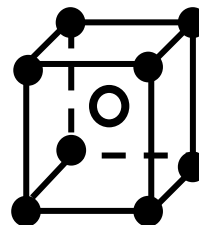


图 2

（b）每个单位晶胞内有几个离子？（2 分）（c）密度 ρ 和致密度 k 各为多少？（2 分）

（3）欲将一批齿轮渗碳，每炉装件 800 件；在 900℃ 渗碳 10 小时可以达到要求。假设在 900℃ 渗碳时每炉每小时的生产成本为 200 元，而在 1000℃ 渗碳时每炉每小时的生产成本为 300 元。问在上述哪个温度下渗碳的成本相对比较低？已知 $Q=32900$ cal/mol， $R=1.987$ cal。（6 分）

（4）在 870℃ 比在 930℃ 渗碳淬火变形小又可以得到较细的晶粒，若已知碳在奥氏体铁中的扩散常数为 2.0×10^{-5} m²/s，扩散激活能为 140×10^3 J/mol，请计算：

（a）870℃ 时碳在奥氏体铁中的扩散系数；（2 分）

（b）将渗层加深一倍需要多少时间？（2 分）

（c）若规定 0.3% C 为渗碳层厚度的量度，则在 930℃ 渗碳 10 小时的渗层厚度为 870℃ 渗碳 10 小时的多少倍？（气体常数 $R=8.314$ J/mol）（2 分）

八、（7 分）描述一种纳米粉体的制备方法，并简要叙述如何对该纳米粉体的形貌以及物相进行表征。

九、（共 14 分）根据图 3 的 Ag-Cu 相图，试计算：

（1）Cu 含量 60% 的合金从高温凝固下来，在 M 点时，存在哪些相？计算该温度下各相的相对含量。（4 分）

（2）Cu 含量 20% 的合金从高温凝固至 400℃，存在哪些相？存在哪些组织？分别计算 400℃ 的相组成与组织组成比例。400℃ 下 Cu 在 Ag 中的固溶度近似以 2% 计算、Ag 在 Cu 中的固溶度近似以 1% 计算。（10 分）

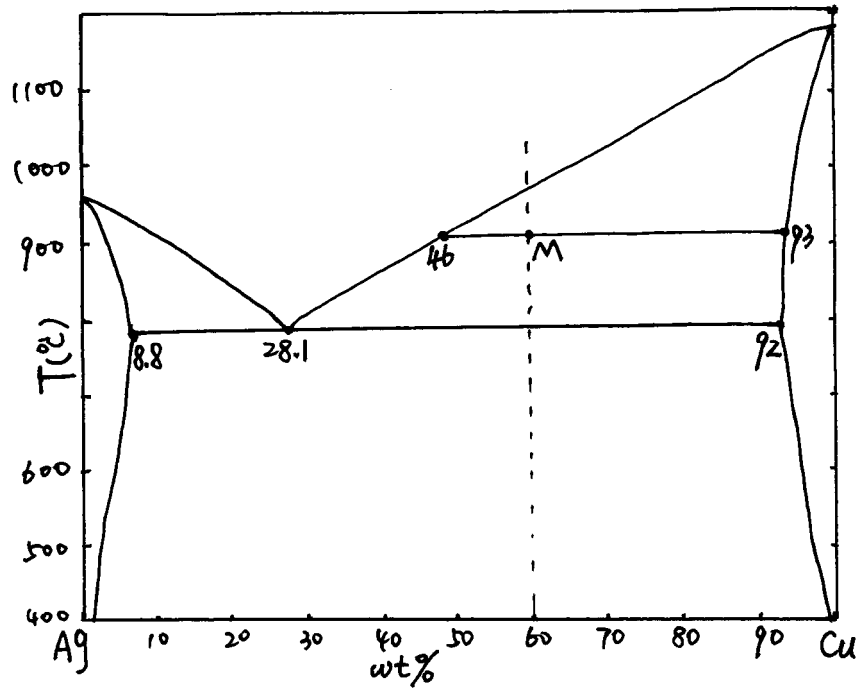


图 3

【完】