

中国计量大学

2020 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，答在试卷或草稿纸上无效。

一、名词解释：（每小题 4 分，共 20 分）

- (1) 固溶体；
- (2) 非均匀形核；
- (3) 成分过冷；
- (4) 上坡扩散；
- (5) 自发辐射。

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) 将纯铁从室温升高至 912°C 附近时，结构会发生从体心立方到面心立方的转变，其体积会出现急剧的膨胀。
- (2) 在实际材料的应用中，科学家往往通过减少位错的密度，以此来提高材料的强度。
- (3) 由于面心立方晶体的间隙比体心立方晶体的间隙数量要少，所以尺寸较小的原子在面心立方晶体结构中的固溶极限相对要小。
- (4) 固态相变时，母相中的晶体缺陷会阻碍新相的形成。
- (5) 将再结晶完成后的金属继续加热至某一温度以上，或更长时间的保温，会发生二次再结晶，形成更加细小的晶粒组织。

三、简答题：（每小题 5 分，共 30 分）

- (1) 石墨和金刚石之间有什么异同点？简述两者之间出现性能差异的原因。
- (2) 分子量很大的线型高分子，在加热过程中能否出现液态和气态？为什么？
- (3) 常用提高材料强度的途径有哪些，简述各种强化方式的机理。
- (4) 在半导体中适量掺入杂质和对半导体加热，都能使它的电导率增加，但其机理有何不同？

(5) 什么是时效? Al-Cu 合金时效通常经历哪些过程? 说明其产生时效强化的原因。

(6) 某低碳钢零件要求各向同性, 但在热加工后形成比较明显的带状组织。请提出几种具体方法来减轻或消除在热加工中形成的带状组织。

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: $[113]$ 、 $[2\bar{1}2]$ 、 $[221]$; (6 分)

(2) 在立方晶系中绘出晶面指数: (022) 、 $(2\bar{1}2)$ 。(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) $a[120] + a[011] \rightarrow \frac{a}{2}[132] + \frac{a}{2}[130]$

(2) $\frac{a}{2}[\bar{1}10] \rightarrow \frac{a}{6}[\bar{1}2\bar{1}] + \frac{a}{6}[\bar{2}11]$

六、简要回答问题并根据要求绘图: (共 15 分)

(1) 面心立方晶胞中的最密排面是 (111) 还是 (110) ? 在平面上汇出面心立方晶胞中 (111) 与 (110) 晶面上的原子排布示意图。(6 分)

(2) 将一楔型铜片置于间距恒定的两轧辊间轧制, 如图 1 所示。请画出此铜片经完全再结晶后晶粒大小沿片长方向变化的示意图; 如果在较低温度下退火, 何处先发生再结晶? 请简要说明具体原因。(9 分)

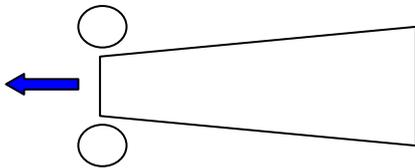


图 1

七、计算: (每小题 6 分, 共 24 分)

(1) Ni 的晶体结构为面心立方结构, 其原子半径为 $r = 0.1243 \text{ nm}$, 试问: Ni 原子在 $\langle 100 \rangle$ 或 $\langle 111 \rangle$ 方向是否相接触? 并求出 Ni 的晶格常数和密度。备注: Ni 的原子量为 58.7, 阿伏伽德罗常数为 6.02×10^{23} 。(6 分)

(2) MgO 具有 NaCl 型结构 (面心立方点阵)。已知 Mg^{2+} 的离子半径为 0.078 nm 、 O^{2-} 的离子半径为 0.132 nm 。试求 MgO 的密度 ρ 以及致密度 k 。(Mg 的原子量 24.31, O 的原子量 16.00, $N_A = 6.023 \times 10^{23}$)。(6 分)

(3) 已知 Cu-30%Zn 合金的熔点为 983℃, 再结晶激活能为 250KJ/mol, 此合金在 400℃ 的恒温下完成再结晶需要 1 个小时, 则 390℃ 恒温下完成再结晶需要多少小时? (6 分)

(4) 在 900℃ 对一批钢齿轮成功渗碳需要 10 个小时, 此温度下铁为面心立方晶体。如果渗碳炉在 900℃ 运行 1 个小时需要耗费 1000 元, 在 1000℃ 运行 1 小时需要耗费 1500 元。请问: (a) 将渗碳温度提高到 1000℃ 完成同样渗碳效果, 是否可以提高其经济效益? (b) 如果提高渗碳温度, 实际生产中还需要考虑哪些因素? 已知扩散激活能为 137.52KJ/mol。 (6 分)

八、试从材料本身特性(熔化熵、固液界面)以及外界环境(温度梯度)两方面, 论述平面生长和枝晶生长的条件, 并简要绘出不同情况下晶体生长的固液界面图。(共 7 分)

九、Pb-Sn 二元合金相图如图 2 所示。根据相图回答下列问题: (室温下, Sn 在 Pb 中的溶解度以 2% 计算; Pb 在 Sn 中的溶解度以 1% 计算) (共 14 分)

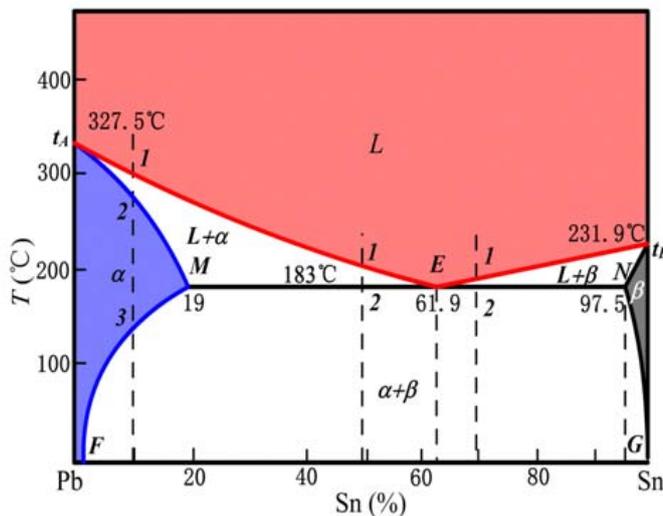


图 2

(1) Sn 含量为 10% 的合金, 从高温缓慢冷却至室温, 先后发生哪些转变? 绘出不同温度区间的组织示意图。(3 分)

(2) Sn 含量为 49% 的合金, 从高温缓慢冷却至室温, 先后发生哪些转变? 绘出不同温度区间的组织示意图。(3 分)

(3) Sn 含量为 70% 的合金, 从高温缓慢冷却到室温, 分别存在哪些相? 计算各相所占比例。(4 分)

(4) Sn 含量为 70% 的合金, 从高温缓慢冷却到室温, 分别存在哪些组织? 计算各组织所占比例。(4 分)

【完】