

# 中山大学

## 2019 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码：919

科目名称：固体物理

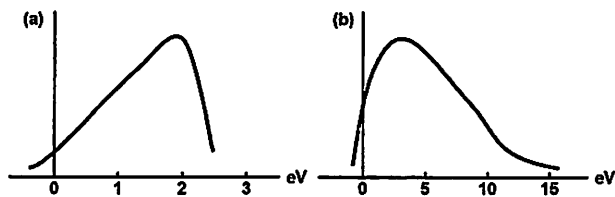
考试时间：2018 年 12 月 23 日 下午

考生须知  
全部答案一律写在答题纸  
上，答在试题纸上的不计分！答  
题要写清题号，不必抄题。

试题名称：固体物理，时间 180 分钟，满分 150 分。

### 一. 简答题（每题 5 分，共 50 分）

1. 晶态，非晶态以及准晶态在原子排列上有什么特点？
2. 晶系类型以及晶体中可以独立存在的对称元素有哪些？
3. 可以测量晶格振动的试验方法有哪些(至少举出 5 例)？
4. 晶体中的位错有哪些类型，各有什么特点？为什么金属淬火后变硬？
5. 为甚 NaCl 晶体对红外光的反射率与波长关系曲线中会出现一个平缓的峰值区？
6. 晶体中原子结合的类型有哪些？
7. 简述作为能带论基础的三个基本近似
8. 为什么电子在宽能带中的共有化运动程度要高于其在窄能带？
9. 晶体中电子遭受散射的类型以及物理实质是什么？如何说明电子在晶体中较长的自由程（几百埃）？
10. 软 X 射线发射谱是获得电子能态密度的重要手段，请根据下图所示，判断哪一种为非导体的能态密度，并说出判据？



二. (25分) 已知金属 Al, Cu 具有面心立方结构 (FCC):

1. 画出它们的晶格结构, 指出它们的原子排列最密排面;
2. 说明它们的倒易点阵类型以及第一布里渊区的形状;
3. 使用波长  $1.54 \text{ \AA}$  的 X 射线照射 Cu 晶面 (晶格常数:  $a=3.61 \text{ \AA}$ ), 说明 X 射线为什么不会在 (100), (110), (422) 以及 (511) 面发生衍射的缘由;
4. 画出其晶格振动的色散关系的基本形状, 指出其特点。

三. (25分) 有  $N$  个原子组成体积为  $V$  的晶体, 在德拜 (Debye) 近似下, 假设其声速为  $v$ , 试求出:

1. 晶格振动态密度  $g(\omega)$ , 并画出  $g(\omega)$  和  $q$  的关系。
2. 德拜温度和德拜频率, 并阐述其相关的意义。
3. 试讨论其与爱因斯坦模型的差异。

四. (25分) 一致 Na 晶体是体心立方格子 (BCC), 晶格常数  $a=4.3 \text{ \AA}$ , 若其电阻率为  $4.3 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$ , Na 晶体的电子又可以看做是自由电子, 试求 Na 晶体电子的驰豫时间以及费米面上电子的平均自由程。

已知:

电子质量:  $m = 9.11 \times 10^{-35} \text{ W} \cdot \text{s}^3 / \text{cm}^2$ ;

元电荷:  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ A} \cdot \text{S}$ ;

普朗克常数:  $\hbar = 1.05 \times 10^{-34} \text{ W} \cdot \text{s}^2$ 。

五. (25分) 设晶格常数为  $a$  的一维晶体, 试求:

1. 其  $s$  态晶体电子状态波函数;
2. 在最近邻相互作用近似下, 由紧束缚近似求出晶体  $s$  态电子的能量;
3. 求出带底和带顶的位置, 画出第一布里渊区的能带结构图, 求出能带宽度并绘制在能带图上;
4. 晶体的能带密度表达式;
5. 推导出带底电子的有效质量, 并简述有效质量的意义;
6. 若带顶出现空穴, 试求其有效质量以及共有化速度;
7. 为什么空穴总出现在能带顶位置?