

1. (20分)

- (1) (7分) 简述原胞和单胞的区别。画出二维石墨平面的结构示意图并标出基元和原胞，指出原胞中包含多少个原子？指出它是简单格子还是复式格子？
- (2) (9分) X射线衍射晶体学得到了如下结论：其中 f_{cr} 是散射光的振幅， f_e 是电子散射长度， F 是晶胞几何结构因子， S 为晶体结构因子。试说明 F 和 S 如果引起衍射谱的消光？布拉格条件和劳厄条件的本质是什么？怎么通过反射球求出衍射方向？

$$f_{cr} = f_e F S, \quad S = \sum_m e^{-iS \cdot R_m}, \quad F = \sum_j f_{a_j} e^{-iS \cdot r_j}$$

- (3) (4分) 晶体衍射中为什么不能用可见光？温度升高时，晶体 X 射线衍射角如何变化？X 光波长变化时又如何？

2. (24分)

- (1) (8分) 电子的费米分布函数是什么？它的物理实质是什么？说明费米分布函数具有哪些特点？
- (2) (6分) 试解释什么是费米面？费米能级？
- (3) (6分) 金属的费米面随温度如何变化？
- (4) (4分) 绝对零度时，价电子与晶格是否有能量交换？

3. (40分)

- (1) (6分) 什么是简谐近似？试画出一维双原子链晶格振动波的色散关系。
- (2) (10分) 声子和光子有何异同？试写出周期性边界条件，为什么可以如此设定？
- (3) (8分) 采用周期性边界条件讨论波矢 q 的取值，并说明它和介质弹性波波矢取值的差异。
- (4) (8分) 声学支和光学支的物理意义是什么？为什么长声学波为弹性波，长光学波为极化波？
- (5) (8分) 低温下是什么样的格波在起作用？如何理解德拜模型可以很好的解释低温下的热容？
- (6) (附加题 10分) 试求出一维双原子链的声子态密度函数？

4. (16分)

晶格振动与晶体的热学性质(热容、热传导和热膨胀等)、光学性质(晶体的光吸收和光发射等)、电学性质(电导、霍尔效应和超导等)等宏观物理性质有关。试用声子的语言尝试解释其中两种现象？