

中国科学技术大学

2014 年硕士学位研究生入学考试试题参考答案

(固体物理)

一、简答题（每小题 9 分，共 25 分）

(1) 在晶格振动理论和能带论中都用到绝热近似，请简述其联系和区别。(2)，对于 Na 晶体，请比较基于能带理论计算的能带和基于空格子模型得到的能带有何主要区别，原因是什么？(3) 一般纯金属的电阻率有哪几项贡献？如果对该金属掺入少量非磁性杂质，这几项会如何变化？如果掺入的是磁性杂质，会有什么新效应？(4) 如何从霍尔系数确定载流子浓度和类型？为什么一些材料的霍尔系数测量值和基于自由电子论的理论值相差很远，甚至符号也相反？(5) 为什么会出现量子霍尔效应？

答：(1) 电子质量远小于离子质量，电子运动速度远高于离子运动速度，把电子和离子实分开处理的方法就是绝热近似。在处理晶格振动时，近似地认为电子能很快适应离子位置的变化，因此把原子当作没有结构的质点来处理。而在处理电子运动时，可以认为离子不动。(2) 由于周期势场的影响，实际的能带在布里渊区边界会打开能隙。(3) 由杂质缺陷导致的剩余电阻以及由晶格振动引起的本征电阻。掺入少量非磁性杂质将增大剩余电阻，而本征电阻基本不

变。如果掺入的是磁性杂质，还将出现近藤效应。(4) $R_H = \frac{1}{nq}$ ，实际材料

体系可能同时存在两种载流子：电子和空穴。(5) 量子霍尔效应出现的原因在于二维电子气态密度是常数。

二、(25 分) 金属铝具有面心立方 (fcc) 结构，假定每个原子贡献 3 个价电子。(1) 请按照自由电子气模型计算该金属的费米半径。(2) 如果考虑周期势的影响，按照近自由电子近似画出布里渊区 (110) 面费米面截面图。(3) 试在第一布里渊区表示铝的前三个能带在 (110) 面上费米面截面图。

解：

(1) 假定 fcc 结构的晶格常数为 a ，每个立方晶胞中有 4 个铝原子，每个原子贡献 3 个价电子，则电子密度 $n = \frac{12}{a^3}$ ；那么费米半径为：

$$k_F = \left[3\pi^2 \left(\frac{12}{a^3} \right) \right]^{\frac{1}{3}} = 2.255 \frac{\pi}{a}$$

考试科目：固体物理

第 1 页 共 5 页