

2013 年材料物理基础考研试题（内部）

一、名词解释

- 1、点阵与晶胞；
- 2、位错（指出两种位错并画出图形）；
- 3、布里渊区；
- 4、热电效应；
- 5、声子极化激元和金属等离极化激元（并画出其色散曲线）；
- 6、超导体的穿透深度以及相关长度。

二、简答

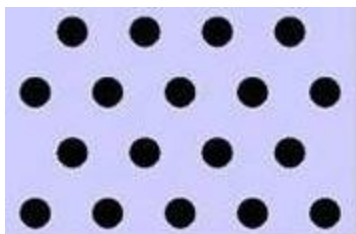
- 1、指出第一二类超导体的异同，并画出图形；
- 2、比较内外光电效应，并说明在内光电效应中，太阳能电池及探测器设备的不同？（至少说出在 PN 结的连接上的区别）
- 3、什么是布洛赫定理，说明其意义和推论。
- 4、比较德拜模型推导的声子热导与（哪个模型忘了）推导的电子热导。（设 1K 和 300K 时，声子与电子的平均自由程 λ 与弛豫时间 τ 相同）

三、假设金属电子是自由电子气，该金属的电子密度为 n ，弛豫时间为 τ ，试分析：

- （1）该金属的费米面和费米能；
- （2）该金属的态密度；
- （3）该金属的电导率，分别计算经典电导率和量子电导率；
- （4）计算该金属的电子热容和电子热导率；
- （5）比较金属的电子电导率和电子热导率。

四、已知有一杂质半导体，如何得知该半导体的种类、带隙、载流子类型及浓度、电子有效质量、迁移率、弛豫时间，写出相关公式，画出相关图形。（还有一些量忘了）

五、二维六角晶格作平面振动而不做竖直振动，近邻原子间距为 a ，如图所示：



- （1）画出正空间和倒空间基矢，并用复数表示为 x 、 y 方向上的矢量；
- （2）画出第一布里渊区，标出原点 A，边界中点 B，顶点 C；
- （3）求声子色散关系，要求用动力学矩阵法，并画出沿 AB、AC 方向上的 $\omega(k)$ 的关系，求出最高对称点的频率。（貌似是频率）
- （4）指出两支波的振动方向。

六、布洛赫振荡

(1) 电子在电场中运动, 波矢随时间的关系为 $\frac{dk}{dt} = c$, c 为常数, 画出其群速度 V_g 、 ε (本征能量)、动量 k 、加速度 a_g 、有效质量 m^* 随时间的图像, 至少画出第一布里渊区。

(2) 原子能带色散关系为 $\varepsilon = -2J \cos k_x a - 200J \cos k_y a$, 加一与 x 轴成 45° 角的电场 ($E_x = E_y$), 求电子的运动轨迹。

PS:

一、前 5 小题见手写资料, 今年考的图像题比较多, 大家注意一下。第 6 题超导相干长度: 从物理本质上来说, 相干长度也就是超导体 Cooper 电子对的电子之间的关联长度, 即关联效应的空间长度, 或 Cooper 电子对在空间的延伸距离, 大约为 $1\text{nm} \sim 100\text{nm}$ 。在相干长度以内, 可以有很多个超导电子对。

实际上, 相干长度是混合态(涡旋态)的第 II 类超导体的一种属性。因为超导区与正常区之间有一个缓变的边界区, 此边界区内的超导电子浓度在垂直边界方向上是随着空间位置而变化的, 这个变化的空间范围就称为超导相干长度 (摘自百度百科)。

伦敦穿透深度: 通常定义穿透深度的位置为磁感应强度降到表面值的 $1/e$ 时的地方。结合伦敦方程和麦克斯韦方程, 在超导体中定义这一值为 λ_L , 并称

$$\lambda_L = \left(\frac{m}{\mu_0 n_s e^2} \right)^{\frac{1}{2}}$$

λ_L 为伦敦穿透深度, 。

二、三、四、六略, 其中第六大题为固体物理书上电子在恒定电场中的运动那一节, 大家自己看书总结吧。

第五大题见手写资料的动力学矩阵解色散关系部分。