

一、名词解释（30分）：

- 1、威格纳-赛兹原胞，基元，布喇菲格子；
- 2、格波，声学支格波，声子，光学声子；
- 3、费米面，费米能，费米温度；
- 4、布洛赫波；能带；空穴；
- 5、直接带隙半导体，本征激发，N型半导体

二、判断题（25分）

1. 布拉格反射发生在晶体的边界上。
2. 即使在绝对零度，金属中的电子仍有相当大的平均动能。
3. 电阻是周期性势场对电子的散射引起的。
4. 晶体可以有1,2,3,4,5度旋转对称轴。
5. 晶体声子数不守恒。
6. 二维蜂窝结构分别有声学支格波和光学支格波各2支。
7. 格波的色散关系只能在第一布里渊区表示才有物理意义。
8. 长声学波可以导致离子晶体的宏观极化。
9. 二维晶格在长波近似中，对于光学波，晶格可以看作是连续介质。
10. 对于能带顶部的电子，其有效质量 $m^*$ 小于零。
11. 空穴的速度与对应的逸失电子（能带中的空缺电子）速度方向相反。
12. 一般情况下，晶体中电子的有效质量是各向同性的。
13. 布里渊区的边界一定是能量的不连续面。
14. 德·哈斯-范·阿尔芬效应是确定载流子有效质量的有力工具。
15. 通过研究回旋共振现象通常用来测量金属的费米面。
16. 能带中电子运动的半经典模型描述没有碰撞时布洛赫电子在外加电场或磁场下的运动。
17. 绝对零度下，半导体的能带的填充情况和绝缘体相同，能带的差别在于禁带宽度。
18. 在绝对零度下，半导体的纯净完整晶体都是绝缘体，但是它的电阻率强烈地依赖于温度。电阻率随温度的升高而迅速增加。
19. n型半导体的霍尔系数为正数，p型半导体的霍尔系数为负数。
20. 半导体中涉及深能级的复合是间接复合。
21. 氯化铯结构与体心立方结构不同，前者的晶格不是布喇菲格子，后者的晶格是布喇菲格子。
22. 在绝对零度下，金属电子的基态能量为零。
23. 声子服从玻色-爱因斯坦统计。
24. 晶体内电子的能带是各向异性的。
25. 第一布里渊区的边界就是晶格格点与最近邻及次近邻格点之间的垂直平分面。

三、简答题（15分）

1. （3分）为什么温度升高，费米能降低？
2. （3分）在绝对零度时还有格波存在吗？若存在，格波间还有能量交换吗？
3. （3分）半导体载流子浓度与什么因素有关？如何测量载流子浓度？
4. （3分）能带带顶和带底的电子与晶格的作用各有什么特点？
5. （3分）试说明晶格振动的Einstein模型、Debye模型及Debye温度？

#### 四、计算题(30分)

1. 试用德拜模型，求  $T = 0K$  时，晶格得零点振动能。
2. 已知 Cu 的密度  $\rho_m = 8.95g/cm^3$ ；原子量为 63.54；价电子数为 1。电子的有效质量  
为  $m^* = m_0 = 9.11 \times 10^{-31}kg$ ；普朗克常数；玻尔兹曼常数  $k_B = 1.38 \times 10^{-23}J/K$ ；阿伏伽  
德罗常数  $N = 6.022 \times 10^{23}mol^{-1}$ ，计算 Cu 的：
  - (1) 传导电子的浓度
  - (2) 费米能量  $E_F$
  - (3) 费米温度  $T_F$
  - (4) 费米速度  $v_F$
  - (5) 费米面上电子的平均自由程  $l_F$
3. 求出一维、二维金属中自由电子的能态密度。