

固体物理（试题）（2010 年）

（闭卷，考试时间 3 小时，试题共 1 页 6 题）

一、（10 分）画出石墨单层（二维晶体）的原子排列、布拉菲格子，选择晶格基矢量，标出原子坐标和求出倒格子基矢量。

二、（10 分）请分别描述金属、掺杂半导体电导率随温度的变化关系，并给出相应的物理解释。

三、（15 分）

1. 试给出温度为 T 时，频率为 ω 的振动模的平均声子数。当 $T \gg \Theta_D$ (Θ_D 德拜温度) 时，在德拜模型下求出体积为 V 的晶体的总声子数；并求出该情况下的晶格比热。
2. 晶格中各种格波达到热平衡的物理原因是什么？
3. 晶格比热理论中德拜近似在低温下与实验符合很好的物理原因是什么。

四、（20 分）

1. 画图表示出 0 维、1 维、2 维和 3 维自由电子气态密度 ($g(E) \sim E$ 关系)。
2. 给出宽度为 L 半导体量子阱中电子能量表达式和态密度表达式。
3. 证明理想二维电子气费米能为

$$E_F = k_B T \ln(e^{n\pi^2 / mk_B T} - 1)$$

其中 n 维单位面积的电子数。

五、（25 分）晶格动量或准动量

1. 波与晶体相互作用时要满足准动量守恒定则。以单声子过程为例给出它的数学表达式，说明式中各物理量的含义。
2. 说明准动量守恒的物理原因。
3. 论证 X 射线晶体衍射满足准动量守恒定则。
4. 在能带近似下推导带间光吸收（直接跃迁）时的准动量守恒定则

六、（20 分）Shubnikov-de Haas (SdH) 效应是指材料的电导率会随磁场的变化而振荡，试给出 SdH 效应的物理解释。下图是石墨单层 SdH 效应的一个实验结果(取自 *Nature*, **483**, 197(05))，实验中磁场垂直于石墨单层，请估计此时石墨单层中的载流子浓度。如果磁场平行于石墨单层，实验结果会有什么变化？为什么？

