

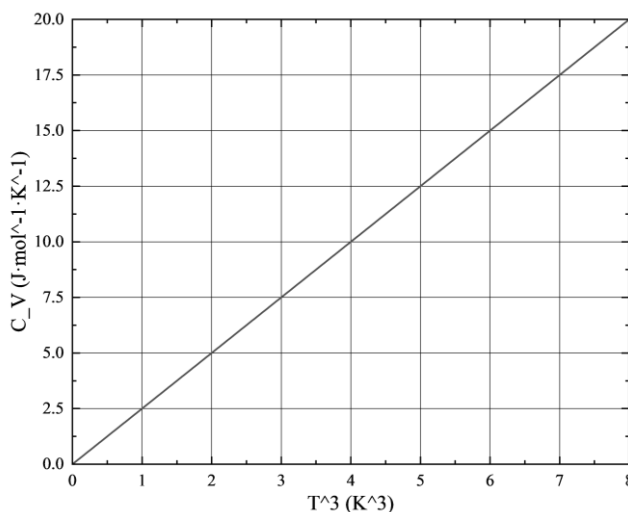
2026 春季学期固体物理 B 期末考试

郑奇靖老师

1. 简答题

1.1 声子的定义是什么？在绝对零度下有没有声子？为什么？有限大晶体内有没有声子？为什么？

1.2 附图是晶体 Ar 的低温热容实验曲线。常数 $\frac{12\pi^4}{5} Nk_B = 1944 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 。试计算晶体的德拜温度 Θ_D 。并在同一 $C_V - T^3$ 图中定量画出德拜温度分别为 $2\Theta_D$ 和 $\Theta_D/2$ 的热容曲线。



1.3 二维电子体系中，维格纳晶体的维格纳-赛兹原胞半径为 R_0 ，电子数密度为 n_0 。试估算电子的平均动能与平均势能。在何种条件下会形成维格纳晶体？所形成的二维维格纳晶体是什么晶格？为什么？

1.4 对于原胞内只含一种原子的简单晶格，是否具有红外吸收谱？为什么？将下列离子晶体的红外吸收波长按由短到长的顺序排列：LiF、NaCl、KBr、RbI、CsI，并说明理由。

1.5 某晶体的一个晶胞内只包含如下 6 个原子：

A 原子在 $(0,0,0)$ 和 $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2})$ ；

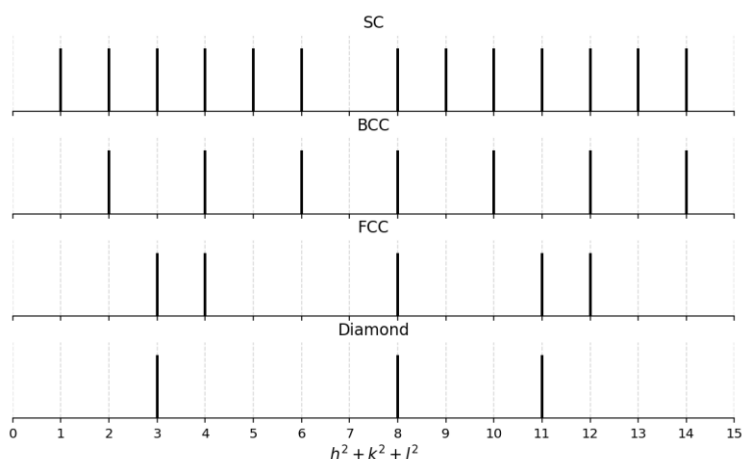
B 原子在 $(\frac{3}{4}, \frac{3}{4}, \frac{1}{4})$ 、 $(\frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4})$ 、 $(\frac{3}{4}, \frac{1}{4}, \frac{3}{4})$ 、 $(\frac{1}{4}, \frac{3}{4}, \frac{3}{4})$ 。

画出该晶胞的立体示意图，并指出基元。该晶体属于什么布拉维点阵？

1.6 分别画出面心立方晶体 (100)、(110)、(111) 面的原子排列示意图，在图上标出二维原胞基矢。

1.7 简单立方晶体的 (100)、(110)、(111) 三个晶面，哪一个最容易发生滑移？为什么？

1.8 有四张 X 射线衍射谱，纵坐标为衍射强度。请将它们分别与简单立方、体心立方、面心立方、金刚石结构对应起来，并说明判断依据。



1.9 为什么可见光不能作为晶体衍射的光源？请分别用劳厄方程和布拉格方程进行解释。

1.10 列举固体物理中的五个基本近似，并简要说明物理意义。

1.11 某正常导体材料的电子热容在10K时的数值已知，求300 K时的电子热容。该材料的德拜温度远低于 300 K，求300 K时的总摩尔热容。

1.12 金刚石的德拜温度约为 2230 K。求金刚石在10 K与100 K下的晶格热容的比值。金刚石与硅的热导率哪一个更高？为什么？

1.13 现有一块无色透明晶体和一块无色透明玻璃，请利用固体物理知识，给出两种鉴别它们的方法。

1.14 在紧束缚近似下，1s 能带与 4s 能带哪个更宽？为什么？

1.15 BaTiO_3 （钙钛矿结构），声学支和光学支各有多少支？

1.16 为什么金属具有特殊的光泽？若某种材料在红外波段表现出强吸收，它是金属还是半导体或绝缘体？为什么？

#简答题实际有 15 题，但是不知为何回忆出来 16 道题，内容无误，顺序有区别。

2. 一维单原子链与局域模

- (1) 设一维单原子链中，第 n 近邻原子间的力常数为 K_n ，试导出格波的色散关系。
- (2) 在一维单原子链（原子质量均为 M ，最近邻力常数 K ）中，将原点处的原子替换为质量 m 的杂质原子。仅考虑最近邻相互作用，列出该杂质原子及其近邻原子的运动方程。
- (3) 求解局域模频率， $m < M$ 。

3. X 射线衍射与晶体结构

- (1) 用 X 射线衍射为什么不易观察到晶体中的氢原子？比较中子衍射与 X 射线衍射的优缺点。
- (2) 氢化钠 NaH 具有面心立方点阵，可能为 NaCl 型或 ZnS 型结构。分别写出这两种结构下 NaH 的几何结构因子 S_{hkl} （用 f_{Na} 和 f_{H} 表示）。
- (3) 实验测得 111 衍射强度大于 200，且已知 $f_{\text{Na}} = 0.5$ ， $f_{\text{H}} = -0.3$ 。判断 NaH 属于哪种结构，并说明理由。

4. 一维双原子链的紧束缚模型

一维双原子链由 A、B 原子交替排列，比例 1:1。A-A 次近邻跃迁积分为 t ($t < 0$)，A-B 最近邻跃迁积分为 t' 。设 A、B 原子在位能为零，且 B-B 之间的跃迁为零。

- (1) 导出色散关系 $E(k)$ 。
 - (2) 当 $t' = \sqrt{2}t$ 时，求出能带和态密度。
 - (3) 若每个原胞贡献 1 个价电子或 3 个价电子，讨论该一维链的导电性。
-