

中山大学本科生期末考试

考试科目:《固体物理》(A卷)

学年学期: 2023 学年第 2 学期
开课单位: 微电子科学与技术学院
考试方式: 部分开卷
考试时长: 120 分钟

姓名: _____
学号: _____
年级: _____
院系: _____

警示 《中山大学授予学士学位工作细则》第八条: “考试作弊者, 不授予学士学位。”

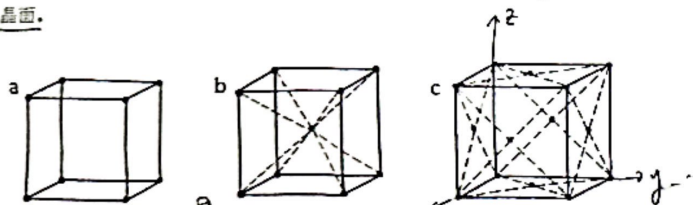
以下为试题区域, 共 3 道大题, 总分 100 分, 考生请在答题纸上作答

一、名词释义题 (共 5 小题, 每小题 5 分, 共 25 分)

费米能量, 布洛赫定理, 波包, 色散关系, 晶体结合能

二、简答题 (共 5 小题, 每小题 6 分, 共 30 分)

1. 参考下图晶格结构, 给出相应晶格结构名称, 列出属于该晶格结构常见固体; 在图c中, 画出(110)和(221)晶面。



2. 电子热容分析中, 简述索末菲模型在解释电子热容方面成功的地方; 画出费米-狄拉克分布在 0 K 和 >0 K 时的曲线, 并在图上标出可能被激发的电子能量范围。

3. 简述晶体衍射的几种条件, 并说明在晶体衍射中, 为什么不能用可见光?

4. 高温时, 频率为 ω 的格波的声音数目与温度有何关系? 并说明在该温度下光学声子和声学声子哪个数目更多?

5. 简单立方结构中的(110)和(111)两个晶面族, 哪个晶面族更容易解理, 为什么? 这两个晶面族的面间距之比是多少?

三、计算题 (共 3 小题, 共 45 分)

1. (20分) 一维晶体的电子能带为

$$E(k) = \frac{\hbar^2}{ma^2} \left(\frac{7}{4} + \cos ka - \frac{1}{8} \cos 2ka \right)$$

试求:

- (1) 能带的宽度
- (2) 电子在波矢 k 状态时的速度
- (3) 能带底部和顶部电子的有效质量
- (4) 价带顶电子跃迁到导带底的准动量的变化值

Handwritten notes for Q1:
 $1 - \frac{1}{8}$
 $k \approx \frac{\pi}{2}$ 为底
 $p = \hbar k$
 $m = \frac{\hbar^2}{\partial^2 E / \partial k^2}$

2. (10分) 设三维晶格的一支声学波在 $q=0$ 附近, 色散关系为 $\omega(q) = Aq^2 + B\omega_0$, V_0 为晶体的体积, 试求:

- (1) 求该声学波的态密度 $g(\omega)$
- (2) 求该声学支格波的零点振动能, 截止频率为 ω_0

Handwritten notes for Q2:
 $\frac{d^2 \omega}{d\omega^2}$
 $\frac{\partial \omega}{\partial q} = \frac{2Aq}{1}$

3. (15分) 有 N 个惰性气体原子组成的一维线性布拉菲原子链, 若平均每两个原子间的相互作用势能如下公式, 试求:

$$\phi(x) = \phi_0 \left[\left(\frac{\sigma}{x} \right)^{12} - 4 \left(\frac{\sigma}{x} \right)^6 \right]$$

- (1) 原子间的平均距离 x_0 及平衡时原子间的相互作用势能 ϕ_0
- (2) 该原子链的弹性模量 K 及抗张临界距离 x_m

Handwritten notes for Q3:
 $\frac{1}{m a^2} \left(\frac{1}{q^4} + 1 - \frac{1}{q^2} - \frac{1}{q^2} + 1 + \frac{1}{q^2} \right)$
 $\frac{2\hbar^2}{m a^2}$
 $\frac{1}{8} \omega_0^2 \eta$
 $\omega_0^2 \eta - \frac{1}{8} \omega_0^2 \eta$

