

华中科技大学

二〇〇七招收硕士研究生入学考试试题

考试科目： 固体物理

适用专业： 材料物理与化学、电力电子与电力传动、微电子学与

固体电子学、半导体芯片系统与工艺、软件工程、光学工程、
光电信息工程、物理电子学

(除画图题外，所有答案都必须写在答题纸上，写在试
题上及草稿纸上无效，考完后试题随答题纸交回)

一、简答下列各题 (60 分，每小题 6 分)

1、指出硅晶体所属的晶系、点阵类型；晶格常数为 a ，求硅原子之间的最近距离。

2、绘出面心立方结构的金属在 (110) 和 (100) 面上的原子排列示意图。

3、什么是马德隆能？马德隆常数是由什么因素决定的？

4、对于惰性元素晶体，任意两个原子间的相互作用能为： $U = 4\varepsilon \left[\left(\frac{\sigma}{r} \right)^{12} - \left(\frac{\sigma}{r} \right)^6 \right]$ ，

其中 r 为原子间距，参数 ε 、 σ 的物理意义是什么？

5、什么是德拜频率？德拜温度？写出德拜温度的典型值范围；

6、按德拜模型，定性说明低温下晶格振动热容对温度的依赖关系。

7、对具有 N 个初基晶胞的晶体，每个能带能容纳多少电子？

8、按自由电子与 Bloch 电子的主要特点，填写下表。

	自由电子	Bloch 电子
势场		
边界条件		
本征波函数		
能量		
$\hbar \vec{k}$		

9、半导体硅的导带底在布里渊区中的[100]方向，锗的导带底在[111]方向，他们等价的导带底各有多少？

10、简述非平衡载流子的复合机理类型。

二、(15分)对于金刚石结构晶体，设原子形状因子为 f ，推导结构因子 S 的表达式，并讨论出现x射线衍射峰的条件。

三、(15分)由 $2N$ 个电荷为 $\pm q$ 的正负离子等间距交替排列形成的一维链，其最近邻之间的排斥势能为 A/R^n 。(1)证明在平衡间距 R_0 下，内能为：

$$U(R_0) = -\frac{2 \ln 2 N q^2}{R_0} \left(1 - \frac{1}{n}\right); \quad (2) \text{ 设晶体被压缩, 使 } R_0 \text{ 变为 } R_0(1-\delta), \text{ 证明晶体单位}$$

长度上, 外力所作的功为 $\frac{1}{2} C \delta^2$, 其中 $C = \frac{q^2(n-1) \ln 2}{R_0^2}$ 。

四、(15分)对于原子间距为 a ，由 N 个原子组成的一维单原子链，在德拜近似下
(1)计算晶格振动模式密度；(2)证明在低温极限下，热容正比于温度 T ；(3)计算绝对零度下总的零点振动能。

五、(15分)(1)设电子密度为 n ，按自由电子气体模型推导费米波矢 k_F 的表达式；(2)求与晶格常数为 a 的面心立方点阵的第一布里渊区内切的费米球所对应的电子密度。

六、(15分)对于体心立方晶体，s态电子形成能带。(1)利用紧束缚近似求 $E(\mathbf{k})$ ；(2)电子能带宽度 ΔE ；(3)证明在能带底附近等能面近似为球面。

七、(15分)对于本征半导体，导带底能级 E_c ，价带顶能级为 E_v ， $g_c(E)$ 、 $g_v(E)$ 分别是导带和价带中单位体积的电子态密度，其中 $g_c(E) = a(E - E_c)^{1/2}$ ， $g_v(E) = b(E_v - E)^{1/2}$ 。假设 $E_c - E_f \gg k_B T$ ， $E_f - E_v \gg k_B T$ 。分别求出：(1)导带电子密度的表达式；(2)价带空穴密度的表达式；(3) $E_f(T)$ 的表达式。