

# 北京航空航天大学 2006 年 硕士研究生入学考试试题

科目代码: 491

## 固体物理 (共 4 页)

考生注意: 所有答题务必书写在考场提供的答题纸上, 写在本试题单上的答题一律无效(本题单不参与阅卷)。

### 一、填空题(本题 30 分, 每小题 2 分)

- 1、固体物理主要研究\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。随着 X-射线的发现以及对晶体性质一系列简明而成功的计算和预测的公布, 固体物理的研究开始发展起来。
- 2、适当设计的单个分子可以有任意角度的\_\_\_\_\_对称性, 但无限的周期点阵则不可能。我们不可以用分子制作一个晶体, 其中单个的分子具有五重转动轴, 但是不能\_\_\_\_\_点阵具有\_\_\_\_\_。
- 3、氯化钠结构, 点阵为\_\_\_\_\_, 基元由一个 Na 原子和一个 Cl 原子组成。在氯化铯结构中, 每个初基晶胞有一个分子, 原子位于简单立方空间点阵的角隅 000 和中心  $\frac{1}{2} \frac{1}{2} \frac{1}{2}$ 。每个原子位于异类原子构成的立方体的中心, 所以其点阵为\_\_\_\_\_。
- 4、通常采用的晶体结构表征手段有: \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、和电子衍射。对波的衍射与两个物理因素相关: ①晶体结构, ②入射束波长。当入射波长与点阵常数可比较或小于点阵常数时, 则在相应的方向(不同于入射方向)出现衍射晶体。
- 5、每个晶体结构有两个点阵与之相联系, 即晶体点阵和倒易点阵。晶体的衍射图是晶体\_\_\_\_\_。而显微图(假设有足够精细的分辨率)是其实空间中\_\_\_\_\_。因此, 当我们转动晶体时, 我们既转动了直接点阵, 也转动了倒易点阵。

- 6、固体除晶体和非晶体之外，还有一种介于晶态和非晶态之间的新的状态，即\_\_\_\_\_。其特点是：具有长程的取向序，没有长程的\_\_\_\_\_等。
- 7、固体的结合可以概括为\_\_\_\_\_、共价结合、金属性结合和\_\_\_\_\_结合四种基本形式。最外层电子排列和离子实排列之不同，引起所观察到的凝聚态物质形式之间的差别。
- 8、在孤立金属原子内，价电子非常弱地束缚在离子实上。形成晶体时，\_\_\_\_\_失去了它的价电子成为正离子，价电子从束缚在单一离子实上运动转变为在整个晶体内的运动，它的\_\_\_\_\_遍及整个晶体，形成均匀分布的电子气。
- 9、晶体中的点阵代表原子的\_\_\_\_\_，点阵振动指粒子（原子）在点阵附近的振动。由于热运动，它们在\_\_\_\_\_来回振动，从而固体的弹性、压缩率、声学波的传播都与这一振动有关，当然，它们中的一部分可在不考虑点阵中原子结构的连续介质（统）理论中加以描述。
- 10、简谐近似中，声子气是由\_\_\_\_\_的声子组成的。晶格振动的每个状态能够被任何数目的\_\_\_\_\_的声子占据，声子数仅与点阵振动的能量值有关，即只依赖于温度。在  $T=0\text{K}$  时，没有声子被激发。
- 11、第一布里渊区外的波矢所代表的振动模式只不过是第一布里渊区内的波矢所代表的模式的\_\_\_\_\_而已。当格波的波矢超出第一布里渊区时，必须平移一个适当的倒易点阵矢量，用第一布里渊区内的波矢来描写。点阵振动的\_\_\_\_\_是第一布里渊区边界所对应的波矢，相应的波长也就是点阵振动的最短波长。
- 12、固体热容主要有两部分组成：①来源于\_\_\_\_\_；即\_\_\_\_\_对晶体热容的贡献；②来源于电子的热运动，称为电子热容。
- 13、热膨胀是由于\_\_\_\_\_效应所引起的一种重要的热现象。它可以由原子的\_\_\_\_\_不对称性得到解释。
- 14、在晶体势场中运动的电子表现出许多新的特点。电子的波函数为\_\_\_\_\_波。电子能量的本征值既不像孤立原子中分立的电子能级，也不像无限空间中

自由电子具有的连续能级，而是在一定能量范围内准连续分布的能级，这些能级构成\_\_\_\_\_。

- 15、对自由电子而言，费米面是\_\_\_\_\_面：在室温下  $k_B T \ll \varepsilon_F$ ，因而一般温度对费米面形状的影响不大。考虑到周期势场的作用，对实际金属而言，等能面不再是\_\_\_\_\_。然而，我们可以在自由电子费米面的基础上通过修正来构建一些金属的费米面。

## 二、（本题 20 分）

正格矢  $\vec{u} = l\vec{a}_1 + m\vec{a}_2 + n\vec{a}_3$ ,  $\vec{v} = l'\vec{a}_1 + m'\vec{a}_2 + n'\vec{a}_3$ ,  $\vec{w} = l''\vec{a}_1 + m''\vec{a}_2 + n''\vec{a}_3$ , 其中  $l, m, n, l', m', n'$ , 及  $l'', m'', n''$  均为整数, 证明:  $\vec{u}, \vec{v}, \vec{w}$  可选为基矢的充分条件是:

$$\begin{vmatrix} l & l' & l'' \\ m & m' & m'' \\ n & n' & n'' \end{vmatrix} = \pm 1$$

## 三、（本题 20 分）

概述固体中原子键合的类型及与晶体结构和性能的关系。

## 四、（本题 20 分，每小题 10 分）

对三维晶体, 利用德拜模型, 求

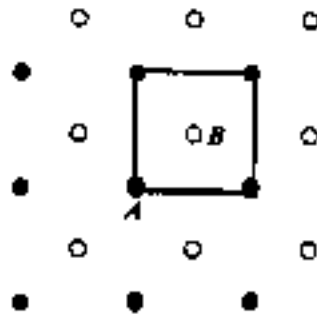
- 1、高温时  $0 \sim \omega_D$  范围内的声子总数, 并证明晶格热振动能与声子总数成正比。
- 2、极低温时  $0 \sim \omega_D$  范围内的声子总数, 并证明晶格热容与声子总数成正比。

## 五、（本题 20 分）

从模型的基本假定、主要成就及局限性等方面评价金属自由电子气体模型。

## 六、（本题 20 分）

二维复式正方格子由 A、B 两种不同的原子组成。如题六图所示, B 原子处于 A 原子正方格子的中心。同种原子最近邻间距为  $a$ 。只考虑最近邻原子间相互作用下, 用紧束缚模型计算 s 态电子的能带。



题六图

七、(本题 20 分)

根据电子运动的半经典模型，分析恒定磁场作用下布洛赫电子在实空间和  $k$  空间的运动轨道之间的关系，并与自由电子的情形相比较。