

## 第一章习题

### 1. 什么是电子的共有化运动

答:原子组成晶体后,由于电子壳层的交叠,电子不再完全局限于某一个原子上,可以由一个原子转移到相邻的原子上去,因而,电子可以在整个晶体中运动。

### 2. 金属导体与半导体,绝缘体与半导体,导电机理主要不同之处

答:金属导体与半导体:半导体中导带的电子和价带的空穴均参与导电;

绝缘体与半导体:绝缘体禁带宽度很大,通常温度下激发到导带去的电子很少,所以导电性很差;半导体禁带宽度较小,通常温度下激发到导带去的电子有不少,所以具有肯定的导电力量。

### 3. 有效质量 $m^*$ 的引入意义

答:有效质量概括了半导体内部势场的作用,使得在解决半导体中电子在外力作用下的运动规律时,可以不涉及半导体内部势场的作用

### 4. 外层电子与内层电子相比哪个有效质量相对质量大,为什么

答:内层电子有效质量大,由于公式 (自填),能带越窄,二次微商越小,有效质量越大,内层电子能带窄。

### 1. 设晶格常数为 $a$ 的一维晶格,导带微小值四周能量 $E_c(k)$ 和价带极大值四周

能量  $E_v(k)$ 分别为:

$$E_c = \frac{\hbar^2 k^2}{3m_0} + \frac{\hbar^2 (k - \frac{\pi}{a})^2}{m_0}, E_v = \frac{\hbar^2 k^2}{6m_0} - \frac{3\hbar^2 k^2}{m_0}$$

$m_0$  为电子惯性质量,  $k_1 = \frac{\pi}{a}$ ,  $a = 0.314nm$ 。试求:

- (1) 禁带宽度;
- (2) 导带底电子有效质量;
- (3) 价带顶电子有效质量;
- (4) 价带顶电子跃迁到导带底时准动量的变化

解: (1)

导带:

$$\text{由 } \frac{2\eta^2 k}{3m_0} + \frac{2\eta^2(k-k_1)}{m_0} = 0$$

$$\text{得: } k = \frac{3}{4}k_1$$

$$\text{又由于 } \frac{d^2 E_c}{dk^2} = \frac{2\eta^2}{3m_0} + \frac{2\eta^2}{m_0} = \frac{8\eta^2}{3m_0} > 0$$

所以: 在  $k = \frac{3}{4}k_1$  处,  $E_c$  取微小值

价带:

$$\frac{dE_v}{dk} = -\frac{6\eta^2 k}{m} = 0 \text{ 得 } k = 0$$

$$\text{又由于 } \frac{d^2 E_v}{dk^2} = -\frac{6\eta^2}{m} < 0, \text{ 所以 } k = 0 \text{ 处, } E_v \text{ 取极大值}$$

$$\text{因此: } E_g = E_c \left( \frac{3}{4}k_1 \right) - E_v(0) = \frac{\eta^2 k_1^2}{12m_0} = 0.64 \text{ eV}$$

$$(2) m_{nC}^* = \frac{\eta^2}{\frac{d^2 E_c}{dk^2}} \bigg|_{k=\frac{3}{4}k_1} = \frac{3}{8} m_0$$

$$(3) m_{nV}^* = \frac{\eta^2}{\frac{d^2 E_v}{dk^2}} \bigg|_{k=0} = -\frac{m_0}{6}$$

(4) 准动量的定义:  $p = \eta k$

$$\text{所以: } \Delta p = (\eta k_{k=\frac{3}{4}k_1}) - (\eta k_{k=0}) = \eta \frac{3}{4}k_1 - 0 = 7.95 \times 10^{-25} \text{ N} \cdot \text{s}$$

2. 晶格常数为 0.25nm 的一维晶格, 当外加  $10^2 \text{ V/m}$ ,  $10^7 \text{ V/m}$  的电场时, 试分别计算电子自能带底运动到能带顶所需的时间。

$$\text{解: 依据: } f = |qE| = h \frac{\Delta k}{\Delta t} \quad \text{得 } \Delta t = \frac{\eta \Delta k}{-qE}$$

以上内容仅为本文档的试下载部分, 为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文, 请访问:

<https://d.book118.com/417053031120006124>