

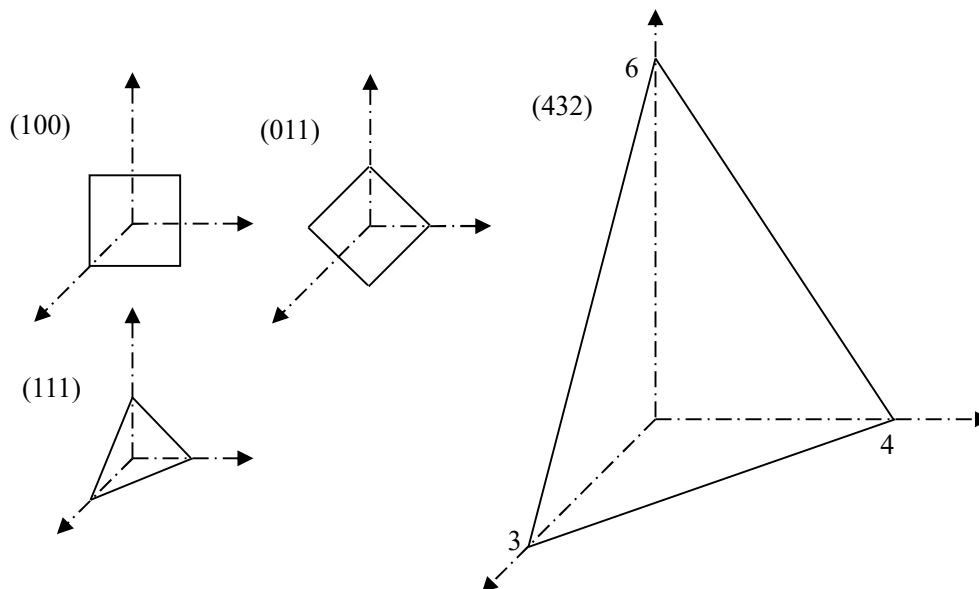
1.2

$$R \leq 0.747 \text{ \AA}$$

(b) A 原子的体密度 = $1.18 \times 10^{23} \text{ cm}^{-3}$

B 原子的体密度 = $1.18 \times 10^{23} \text{ cm}^{-3}$

1.6



1.8

有效数字

面密度

	(110)	(100)	(111)
简方	$\frac{(1/4) \times 4}{(\sqrt{2}a) \times a} = \frac{1}{\sqrt{2}a^2} = 2.23 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$	$\frac{(1/4) \times 4}{a \times a} = \frac{1}{a^2} = 3.15 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$	$\frac{(1/6) \times 3}{(\frac{1}{2})(\sqrt{2}a)(\frac{\sqrt{3}}{2}a)} = \frac{1}{\sqrt{3}a^2} = 1.82 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$
体心	$\frac{(1/4) \times 4 + 1}{(\sqrt{2}a) \times a} = \frac{2}{\sqrt{2}a^2} = 4.46 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$	$\frac{(1/4) \times 4}{a \times a} = \frac{1}{a^2} = 3.15 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$	$\frac{1}{\sqrt{3}a^2} = 1.82 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$
面心	$\frac{(1/4) \times 4 + (1/2) \times 2}{(\sqrt{2}a) \times a} = \frac{2}{\sqrt{2}a^2} = 4.46 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$	$\frac{(1/4) \times 4 + 1}{a \times a} = \frac{2}{a^2} = 6.31 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$	$\frac{(1/6) \times 3 + (1/2) \times 3}{(\sqrt{3}/2)a^2} = \frac{4}{\sqrt{3}a^2} = 7.29 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$

第一章补充题:

1、

空隙率为: 31.9%

2、

解:

最小原子间距 = $6.685 \times 10^{-9} \times M^{1/3} \text{ cm}$ 。

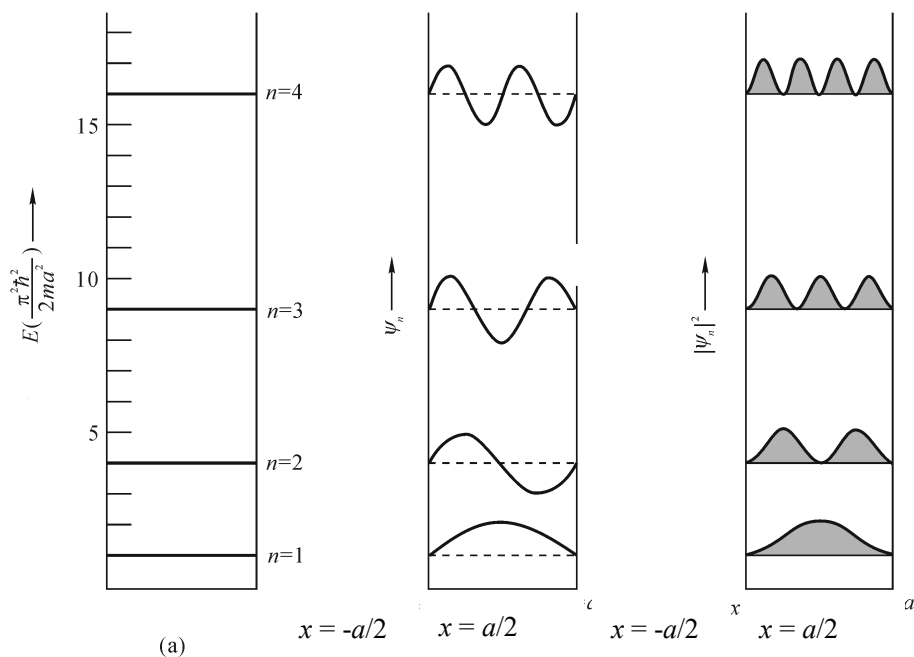
2.13

$$\varphi(y) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin\left(\frac{n\pi y}{a}\right)$$

$$\text{即 } \psi(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin\left(\frac{n\pi(x+a/2)}{a}\right)$$

$$E_n = \frac{\hbar^2 \pi^2}{2ma^2} n^2, \quad n=1, 2, 3, \dots$$

将“ $x=0$ ”和“ $x=a$ ”分别改成“ $x=-a/2$ ”和“ $x=a/2$ ”



2.17

深入势垒 1.2 nm: 相对几率密度 $= 1.193 \times 10^{-3}$

深入势垒 4.8 nm: 相对几率密度 $= 2.036 \times 10^{-12}$

书上题目没有提有效数字，本题不计有效数字的得分；以上结果至少 2 位有效数字

2.22 (a)

$$\text{I 区: } \psi_1(x) = A_1 e^{k_1 x} \quad x \leq 0 \quad k_1 = \sqrt{\frac{2m(U_0 - E)}{\hbar^2}}$$

$$\text{II 区: } A_2 \sin(k_2 x) + B_2 \cos(k_2 x) = \psi_2(x) \quad 0 < x < a \quad k_2 = \sqrt{\frac{2mE}{\hbar^2}}$$

$$\text{III 区: } \psi_3(x) = 0 \quad x \geq a$$

(b)

$$B_2 = A_1$$

$$k_1 A_1 = A_2 k_2, \quad A_2 = (k_1 / k_2) A_1$$

$$A_2 \sin(k_2 a) + B_2 \cos(k_2 a) = 0$$

$$(k_1 / k_2) \sin(k_2 a) + \cos(k_2 a) = 0$$

$$\text{I 区: } \psi_1(x) = A_1 e^{k_1 x} \quad x \leq 0 \quad k_1 = \sqrt{\frac{2m(U_0 - E)}{\hbar^2}}$$

$$\text{II 区: } \psi_2(x) = (k_1 / k_2) \sin(k_2 x) + \cos(k_2 x) \quad 0 < x < a \quad k_2 = \sqrt{\frac{2mE}{\hbar^2}}$$

$$\text{III 区: } \psi_3(x) = 0 \quad x \geq a$$

(c)

$$k_2 a = n\pi - \arctan\left(\sqrt{\frac{E}{U_0 - E}}\right) = a\sqrt{\frac{2mE}{\hbar^2}}, \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

$$E = f(n, U_0), \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

第二章补充题:

1.

$$\Delta v > 0.0401 \text{ m/s}$$

3 位有效数字

2.

$$\text{基态粒子 } n = 1, \quad P_n = 1.25\%$$

3 位有效数字

$$4.6 \text{ (a) 已知 } N_A = 5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3} \quad N_D = 1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3} \quad A = 10^{-4} \text{ cm}^2 \quad \tau_{n0} = 0.4 \mu\text{s}$$

$$\tau_{p0} = 0.1 \mu\text{s} \quad D_n = 25 \text{ cm}^2/\text{s} \quad D_p = 10 \text{ cm}^2/\text{s}$$

(1) 空穴和电子反向饱和电流

$$I_{sp} = 3.6 \times 10^{-14} \text{ A}$$

$$I_{sn} = 5.69 \times 10^{-15} \text{ A}$$

$$(2) p_n(x_n) = 3.35 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$$

$$(3) I_p(x_n + 0.5L_p) = 3.25 \times 10^{-9} \text{ A}$$

$$\Delta p_n(x) = \frac{n_i^2}{N_D} (\exp(\frac{eV_F}{k_B T}) - 1) \exp(\frac{-x}{\sqrt{D_p \tau_{p0}}})$$

$$4.6 \quad J_p(x = x_n + 3 \times 10^{-4} \text{ cm}) = 0.173 \text{ A/cm}^2$$

$$J_n(x = x_n + 3 \times 10^{-4} \text{ cm}) = 0.26 \text{ A/cm}^2$$

补充题：

1. $V_t = 0.717\text{ V}$

有效数字准确

2.

(a) GaAs 材料是 P 型导电、Ge 材料是 n 型导电

形成 Pn 异质结

(b) 晶格失配率 0.07%

(c) 冶金结处导带能级差： $\Delta E_C = 0.0600\text{ eV}$

(d) 冶金结处价带能级差： $\Delta E_V = 0.710\text{ eV}$

(e) GaAs 中性区的费米能级与最近允带之差： $E_{\text{FGaAs}} - E_{\text{V GaAs}} = 0.138\text{ eV}$

GaAs 中性区的费米能级位于导带中，高于导带底 0.138 eV

(f) Ge 中性区的费米能级与最近允带之差： $E_{\text{F Ge}} - E_{\text{C Ge}} = -0.194\text{ eV}$

Ge 中性区的费米能级位于价带中，低于价带顶 0.194 eV

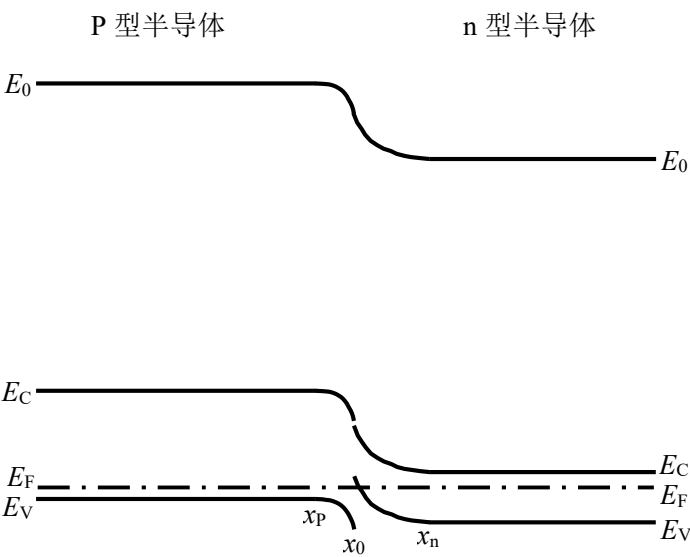
(g) Ge 与 GaAs 中性区真空能级差： $\Delta E_0 = 1.04\text{ eV}$

(h) $x_n = 0.491\text{ }\mu\text{m}$, $x_p = 0.266\text{ }\mu\text{m}$

(i) $V_{\text{Dn}} = 0.627\text{ eV}$, $V_{\text{Dp}} = 0.414\text{ eV}$

有效数字准确

3.



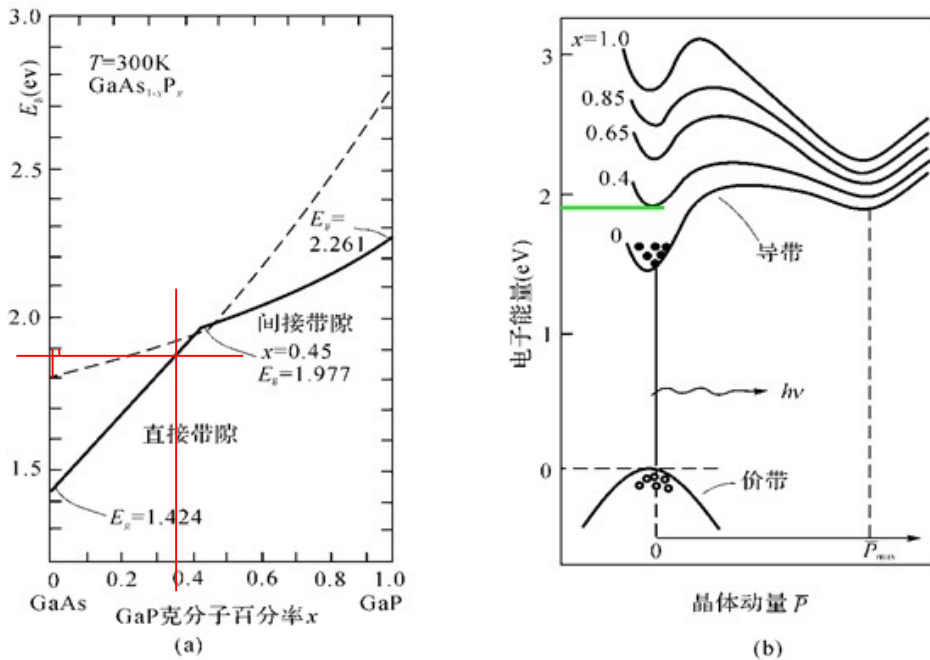
5.13

(a)

直接能隙区: $0.620 \mu\text{m} \leq \lambda \leq 0.871 \mu\text{m}$

间接能隙区: $0.572 \mu\text{m} \leq \lambda \leq 0.620 \mu\text{m}$

(b) 直接能隙区 $\text{GaAs}_{1-x}\text{P}_x$ 与 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 接近, 可以从以下图中近似



由教材的图 5.5.4 可得, $E_g = 1.76 \text{ eV}$

或利用近似公式计算得到: $E_g = 1.424 + 1.247x = 1.86 \text{ eV}$

$\lambda = 0.705 \mu\text{m}$

或: $\lambda = 0.667 \mu\text{m}$

补充题 1:

反偏

Si 光电二极管响应度: $R = 0.621 \text{ A/W}$

有效数字准确

补充题 2:

n^{++} 中性区费米能级相对导带底的位置: $E_{Fn} - E_{Cn} = 0.1231 \text{ eV}$

n^{++} 中性区费米能级进入导带, 高于导带底 0.1231 eV

p^{++} 中性区费米能级相对价带顶的位置: $E_{Vp} - E_{Fp} = 0.06232 \text{ eV}$

p^{++} 中性区费米能级进入价带, 低于价带顶 0.06232 eV

加偏压时:

中性区 n^{++} 的真空能级与中性区 p^{++} 的真空能级之差: $E_{0p} - E_{0n} = 0.06400 \text{ eV}$

中性区 n^{++} 与中性区 p^{++} 相应的导带能级差: $E_{Cp} - E_{Cn} = 0.06400 \text{ eV}$

中性区 n^{++} 与中性区 p^{++} 相应的价带能级差: $E_{Vp} - E_{Vn} = 0.06400 \text{ eV}$

冶金结位置，2 侧的真空能级差： $E_{0p} - E_{0n} = 0 \text{ eV}$

冶金结位置，2 侧的导带能级差： $E_{Cp} - E_{Cn} = 0 \text{ eV}$

冶金结位置，2 侧的价带能级差： $E_{Vp} - E_{Vn} = 0 \text{ eV}$

有效数字准确

补充题 3:

n^{++} 区结边缘与冶金结的距离： $x_n = 9.941 \times 10^{-8} \text{ cm}$

p^{++} 区结边缘与冶金结的距离： $x_p = 7.009 \times 10^{-8} \text{ cm}$

扩散系数： $D_n = 225.0 \text{ cm}^2/\text{s}$ ， $D_p = 7.000 \text{ cm}^2/\text{s}$

p^{++} 区少子（导带电子）的扩散长度： $L_n = 3.354 \times 10^{-3} \text{ cm}$

n^+ 区少子（价带空穴）的扩散长度： $L_p = 5.916 \times 10^{-4} \text{ cm}$

有效数字准确

补充题 4:

