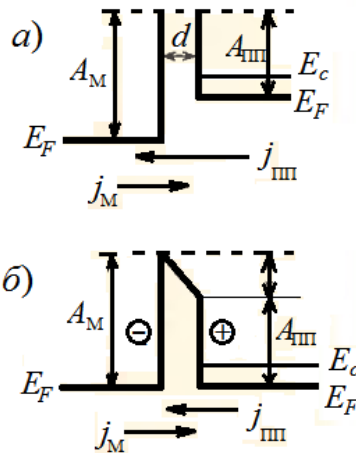


КОНТАКТНИ ЯВЛЕНИЯ

1. Явления на контакта полупроводник - металл

$$A = e\phi = E_0 - E_F,$$



Фигура 1. Нивото на Ферми при контакт метал – вакуумен слой – полупроводник:
 а) в момента на доближаване на метала и полупроводника на разстояние d ,
 б) след установяване на термодинамично равновесие.

$$j = BT^2 \exp\left(-\frac{A}{kT}\right),$$

където $B = \frac{4\pi mk^2 e}{h^3} = 12 \cdot 10^5 \text{ A/m}^2 \text{ K}^2$ е константата на Ричардсън.

$$j_{\text{III}} = BT^2 \exp\left(-\frac{A_{\text{III}}}{kT}\right), \quad j_{\text{M}} = BT^2 \exp\left(-\frac{A_{\text{M}}}{kT}\right).$$

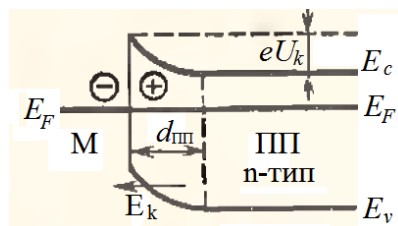
$$A_{\text{III}} + eU_k = A_{\text{M}}.$$

$$U_k = (A_{\text{M}} - A_{\text{III}})/e.$$

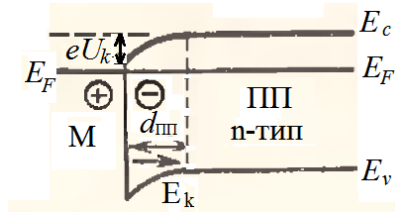
$$U_k = 1\text{V}, \quad d = 10^{-7} \text{ cm}: \quad E_k = \frac{U_k}{d} = 10^7 \text{ V/cm}, \quad \sigma_s = \varepsilon_0 E_k$$

$$n = \frac{\sigma_s}{e} = \frac{\varepsilon_0 E_k}{e} = \frac{8,85 \cdot 10^{-14} [\text{F/cm}] \cdot 10^7 [\text{V/cm}]}{1,6 \cdot 10^{-19} [\text{C}]} = 5 \cdot 10^{12} \text{ cm}^{-2}.$$

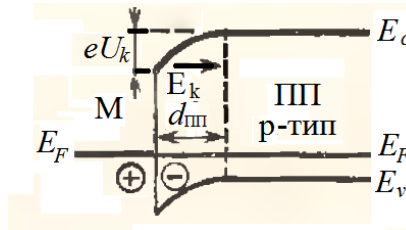
$$d_{\text{III}} = \frac{n}{n_0} = \frac{5 \cdot 10^{12}}{10^{15}} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ cm}.$$



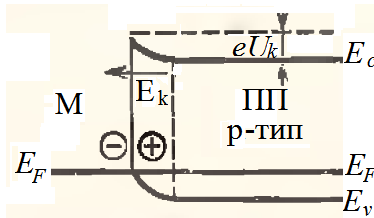
Фигура 2. Блокиращ слой в n-тип полупроводник при контакт метал – полупроводник.



Фигура 3. Неблокиращ слой в n-тип полупроводник при контакт метал – полупроводник.

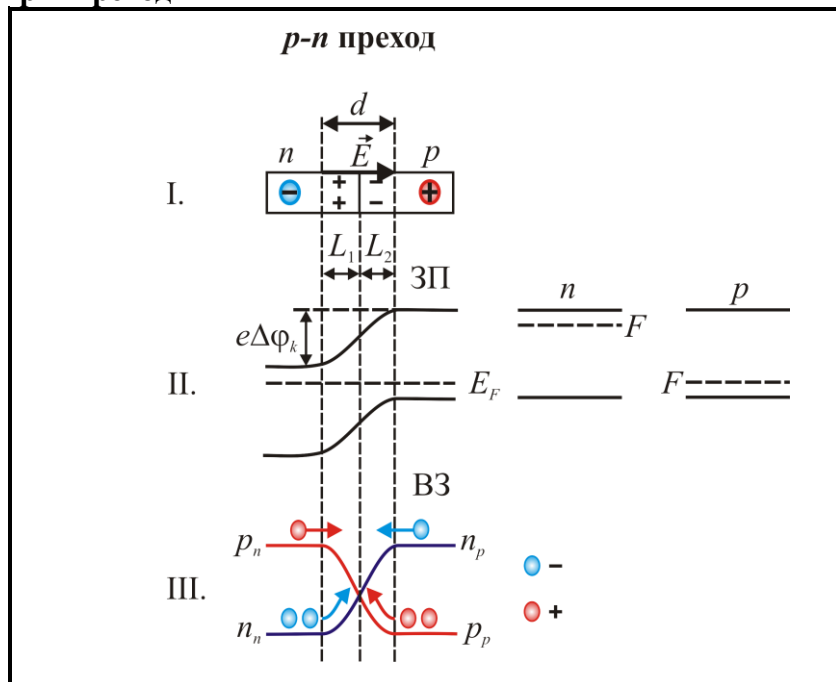


Фигура 4. Блокиращ слой в p-тип полупроводник при контакт метал – полупроводник.



Фигура 5. Неблокиращ слой в p-тип полупроводник при контакт метал – полупроводник.

2. Контактен p-n преход



Фигура 6. Полупроводник с p-n преход.

$$d = L_1 + L_2$$

Ако $N_d = N_a$ и $L_1 = L_2 = d/2$, то: $d = 2 \sqrt{\frac{\epsilon \epsilon_0 U_k}{e N_d}}$.

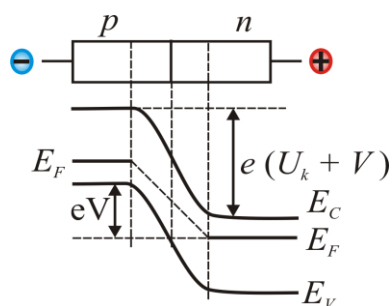
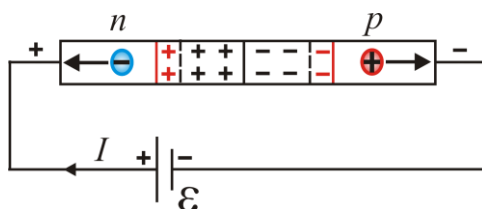
Ако $N_d \ll N_a$, то: $d = 2 \sqrt{\frac{\epsilon \epsilon_0 U_k}{e N_d}} = L_1 = d_n$.

$$n_{p0} = n_{n0} \exp\left(-\frac{eU_k}{kT}\right), \quad (1)$$

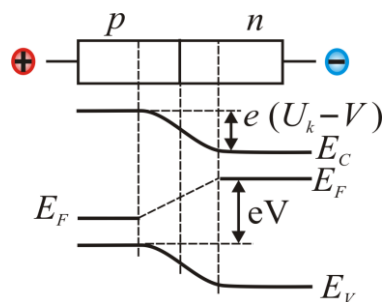
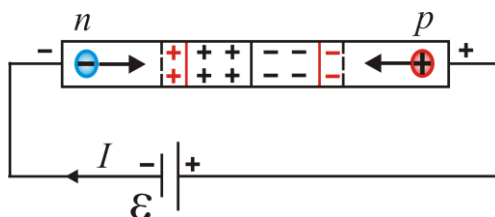
$$p_{n0} = p_{p0} \exp\left(-\frac{eU_k}{kT}\right). \quad (2)$$

Волт – амперна характеристика на р-п преход

1) включване в обратна посока:



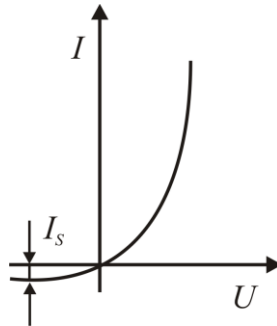
2) включване в права посока:



3) волт-амперна характеристика на полупроводников диод

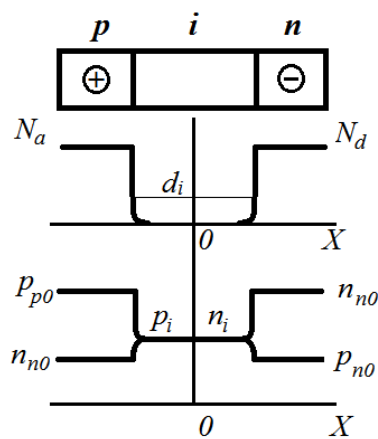
$$j = j_n + j_p.$$

$$I = I_s \left(e^{\frac{eU}{kT}} - 1 \right),$$

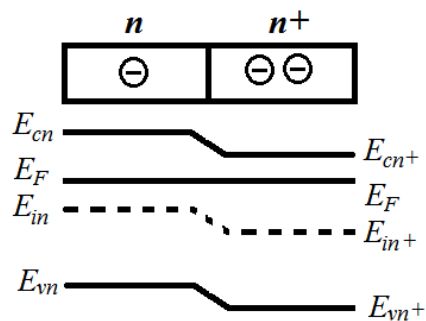


Фигура 7. Волт-амперна характеристика на полупроводников диод

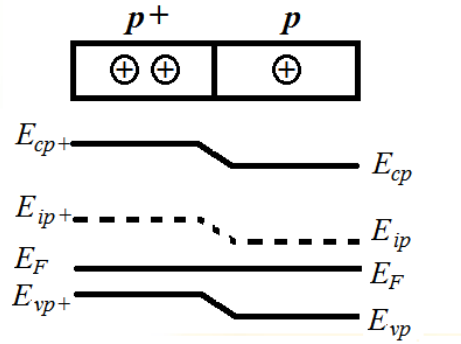
3. Контактен p-i-n преход



4. Контактни преходи: n⁺-n и p⁺-p



Фигура 9. Зонна диаграма на n - n⁺ преход.



Фигура 10. Зонна диаграма на $p^+ - p$ преход.

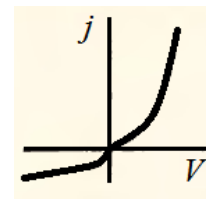
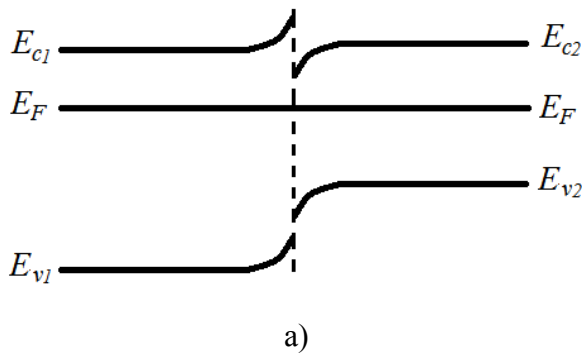
за $n^+ - n$ прехода: $E_{cn^+} - E_F < E_{cn} - E_F$,

за $p^+ - p$ прехода: $E_F - E_{vp^+} < E_F - E_{vp}$.

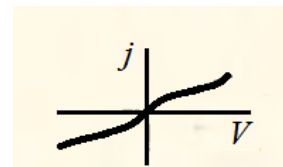
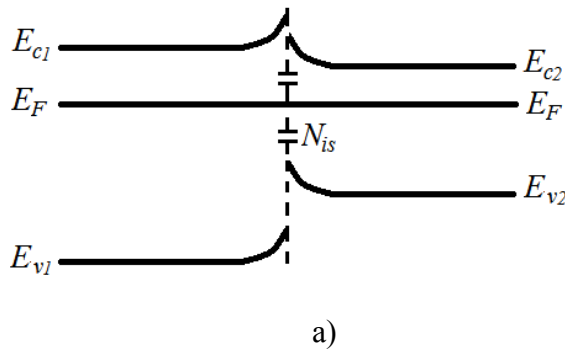
за $n^+ - n$ прехода: $eU_k = (E_F - E_{in^+}) - (E_F - E_{in}) = kT \ln \frac{n_0^+}{n_0}$,

за $p^+ - p$ прехода: $eU_k = (E_{ip^+} - E_F) - (E_{ip} - E_F) = kT \ln \frac{p_0^+}{p_0}$.

5. Хетеропреходи



Фигура 11. Зонната диаграма за $n-n$ хетеропреход а) и съответната волт-амперна характеристика б).



Фигура 12. Зонната диаграма за $n-n$ хетеропреход с два блокиращи слоя а) и съответната волт-амперна характеристика б).