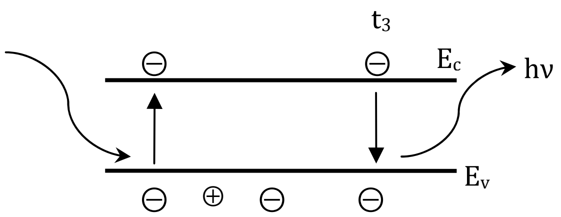
Vedení proudu

Fermiho pásmo – pod ním jsou všechny elektrony při 0°K

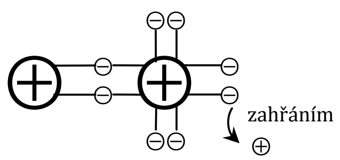


t_3 – ztráta energie

u izolantů je zakázané pásmo >3eV

$R_{40} = R_{20}.(1 + \alpha.\Delta T)$ – zvětšuje se odpor s teplotou, u polovodičů se odpor snižuje

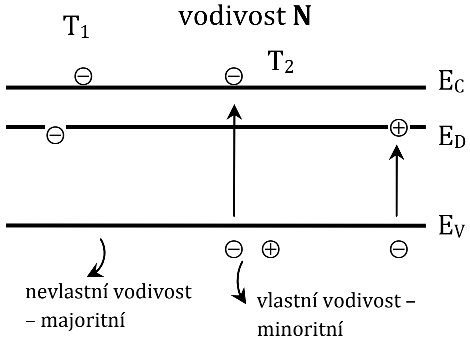
elektrony se v pásech odpuzují



u vlastních polovodičů je množství ⊖ a ⊕ stejné.

vodivost polovodiče je způsobena elektrony i dírami – čistý polovodič.

Nečistý polovodič:



$T_1 \rightarrow Q_1 > E_C - E_D$

$T_2 \gg T_1$

elektron navíc ⇒ **DONOR**

elektron schází ⇒ **AKCEPTOR**

Nosiče náboje:

- typ N – $N_D + n + p \Rightarrow N_D$…donory; n…elektrony vlastní vodivosti; p…díry vlastní vodivosti
- typ P – $N_A + n + p \Rightarrow N_A$…akceptory

Vlastní polovodič

$$n = p \quad E_F = \frac{E_V - E_C}{2}$$

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{n.q}{t}$$

Hustota stavů – kolik existuje elektronů nebo děr pro nějakou energii

$$g_C(E) = h.\sqrt{E - E_C} = \frac{m_0^*.\sqrt{2m_0^*(E - E_C)}}{\pi^2.h^3} \text{ (typ N)}$$

Fermiho diraktační funkce

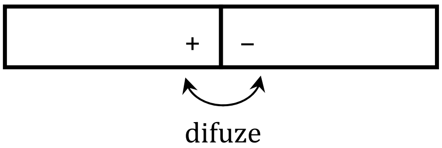
- jakou pravděpodobností bude místo zaplněno elektronem

$$f(E) = \frac{1}{1 + e^{\frac{E-E_F}{k.T}}} \quad k \text{ … Bolcmanova konstanta}$$

Fermiho energie

hladina energie v pásmovém modelu

a) T=0°K odděluje obsazené stavy od neobsazených – pod hladinou všechny elektrony
b) T>0°K je fermiho energie definovaná jako hladinová energie, která je obsazena s pravděpodobností $\frac{1}{2}$



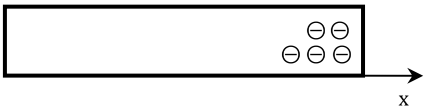
$$n = n_i . e^{-\frac{E_C - E_F}{k.T}} = k. T^{\frac{3}{2}} . e^{-\frac{E_C - E_F}{k.T}}$$

Koncentrace nosičů (typ N):

$n_i = p.n$ – vlastní polovodič (intristická koncentrace)

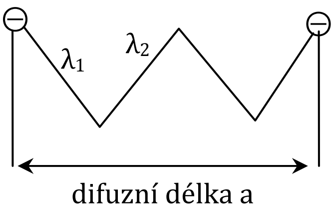
Pohyb nosičů v polovodiči (vnější pole je nulové)

$$j = -D.\frac{dn}{dx} \quad \left(j = \frac{I}{S}\right)$$



$$j = j_{\ominus} + j_{\oplus} = Dn.\frac{\partial n}{\partial x} - Dp.\frac{\partial p}{\partial x}$$

difuzní koeficient



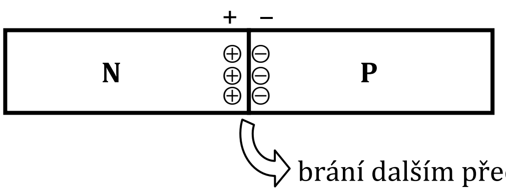
$$a = \sqrt{Dn.\ \underbrace{\tau_{\ominus}}_{\text{doba}}}$$

Podmínka rovnováhy v polovodičovém přechodu

$$\frac{\partial n}{\partial x}\Big|_{DRIFT} + \frac{\partial n}{\partial x}\Big|_{DIFUZE} + \frac{\partial n}{\partial x}\Big|_{G-R} + \frac{\partial n}{\partial x}\Big|_{OSTATNÍ} = 0$$

Přechod PN

Bez napětí:



– záleží na koncentraci příměsí

brání dalším přechodů – další difuzi
⇒ vytváří se „kondenzátor“

Proudy

Driftový proud

$E \neq 0$

$I = j.S$ – driftový proud

$\boxed{j = n.q.v = n.q.\mu.E}$

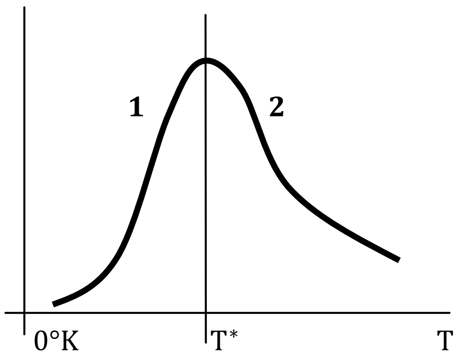
$$s = \frac{1}{2}at^2 = \overline{v}.t = \frac{1}{2}a.t.t \Rightarrow \overline{v} = \frac{1}{2}a.t$$

$$F = Q.E = m.a \Rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{Q.E}{m}$$

$$\overline{v} = \frac{1}{2}.\frac{Q.E}{m}.t = \frac{1}{2}.\underbrace{\frac{Q.t}{m}}_{\mu}.E \qquad \mu \ldots \text{pohyblivost}$$

$\boxed{\overline{v} = \mu.E}$

$\mu_{\ominus} > \mu_{\oplus}$



1. mřížka není zahřátá, ionty nekmitají, nejsou časté srážky
2. mřížka je zahřátá, ionty kmitají, časté srážky, hodně elektronů

Difuzní proud

$$j = -q \qquad \text{grad}(n) = g\left(Dn.\frac{\partial n}{\partial x} - Dp.\frac{\partial n}{\partial x}\right)$$

$$j = j_{DRIFT} + j_{DIFUZE} = q.E.\left(\mu_{\ominus}.n + \mu_{\oplus}.p\right) + q.\left(Dn.\frac{\partial n}{\partial x} + Dp.\frac{\partial n}{\partial x}\right)$$

$$Dn = n_{\ominus}.\frac{k.T}{q} = n_{\ominus}.U_T \qquad U_T = \frac{k.T}{q} - \text{teplotní napětí [V], při } T = 300°K \Rightarrow U_T = 0{,}026V$$