

Optoelectronics

Doc: A. Gsch

Datum: 05-09-2019
Week: 1

Het vak:
optoelectronics

Vandag introductie:

Bt is op
nanotechnologie 2019

Fotonica gaat over licht:

- Lenzen
- Polarisering
- Detecteren

Optica of het vak:

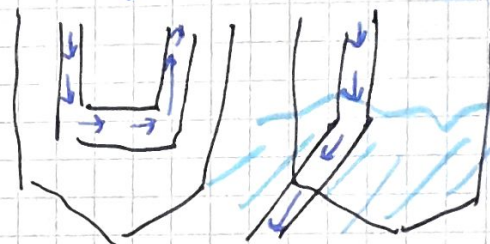
- Halfgeleider
- Optica

Licht omzetten naar elektronica, en andersom.

- Zonnecellen
- LED's
- Laser

Het idee is om
specificaties te
koppelen aan
het werkelement.
Het wordt een
praktisch vak.

Praktijk: Finis

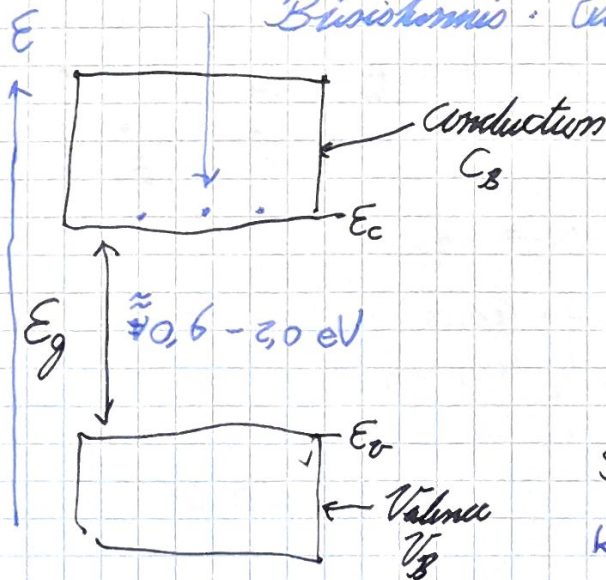


Vloeistof meten zonder
bewegende delen.

Thuiswerk worden:
warpplannen met tekst
en opgeven.

Quantum 2
halfgeleiders

Vrij deltam
Halfgeleiders: N3
Bewijs: Quantum 2



Een halfgeleider is heeft
zo veel elektronen toetreden
dat het als banden worden
gezien

Si, GaAs, Ge

$$kT \sim \frac{1}{40} \text{ eV} = 0,025 \text{ eV}$$

Bij licht en halfgeleiders
gaat het om vrije elektronen.

Verdeling
 $g(E)$ en $f(E)$

Density of states: $\frac{\text{hoeveel toestanden}}{\text{eV, m}^3}$

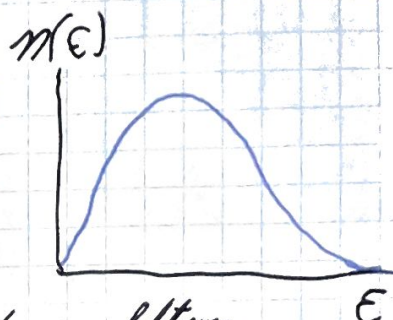
Energie verdeling: Je kans dat je een
elektron vindt per energie

$$n_E(E) = g(E) \cdot f(E) \quad \leftarrow \quad \frac{\# e^-}{\text{eV, m}^3}$$

Aantal elektronen per
 m^3, band

$$n_E(E) dE = g(E) \cdot f(E) \cdot dE$$

Elektronen in een stukje



Effectieve
massa

Halfgeleiders hebben vrije elektron door elektron-
gat paar. Door thermische energie of fotonen.
Het elektron wordt weg getrokken door het gat
voortin gevormd.

Elektron met hogere m_e^* massa:
dan m_e^+ ook gaten:

Recombinatie: elektron vindt gat: elektron-gat paar
weg.

Gebruik van
 $f(E)$ en $g(E)$

DOS geleidingsband heeft een formule,
zo ook gaten.

Formij Dirac voor gaten is het tegengestelde.
zo kun je zien waar de gaten en elektronen zitten
en hoeveel.

De hoeveelheid ligt aan constante

$$n_c = n_c(T) = 2 \left(\frac{2\pi m_e^* kT}{h^2} \right)^{3/2}$$

$n \rightarrow \text{conc. } e^-$

$p \rightarrow \text{conc. gaten}$

Intrinsieke halfgeleider

Afleiding: hoe groot is E_F ?

Intrinsieke Halfgeleider

het val je van E_F
 $n = p$, gaten gelijk aan vrije elektronen

$$n_c e^{-\frac{(E_c - E_F)}{kT}} = n_v e^{-\frac{(E_F - E_v)}{kT}}$$

$$\frac{n_c}{n_v} = e^{-\frac{(E_c - E_F)}{kT}} e^{+\frac{(E_F - E_v)}{kT}}$$

$$kT \ln\left(\frac{n_c}{n_v}\right) = -2E_F + E_v + E_c$$

$$-\frac{1}{2} kT \ln \frac{n_c}{n_v} = E_F - \frac{1}{2} E_v - \frac{1}{2} E_c$$

$$E_F = \frac{1}{2} E_v + \frac{1}{2} E_c - \frac{1}{2} kT \ln \frac{n_c}{n_v}$$

$$E_c = E_v + E_g$$

$$\frac{1}{2} E_v + \frac{1}{2} E_g$$

$$E_F = E_v + \frac{1}{2} E_g - \frac{1}{2} kT \ln \frac{n_c}{n_v}$$

Het verschuift ligt aan T en dus aan de hitte verschuift van de massa's

Intrinsieke concentratie

De wet van massa actie

$$np = n_c n_v n_c \cdot n_v e^{-\frac{(E_c - E_F)}{kT}} \cdot e^{-\frac{(E_F - E_v)}{kT}}$$

$$= n_c n_v e^{-\frac{(E_c - E_v)}{kT}}$$

$$= n_c n_v e^{-E_g/kT}$$

Bij een gegeven T is np constant.

$$np = n_i^2$$

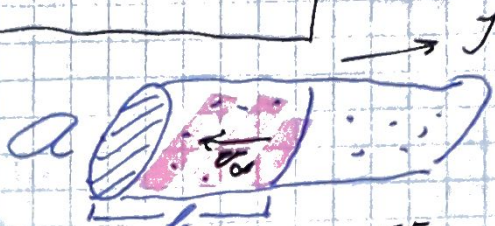
n_i intrinsieke concentratie

$n = p = n_i$ voor een intrinsiek materiaal.

Waarom komt \vec{j} vandaan?

Elektrische eigenschappen
 $\vec{j} = \sigma \vec{E} = n e \vec{v}_d$

Afleiding:



$$j = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{n \cdot e \cdot V}{\Delta t}$$

$$= \frac{n e A v_d \Delta t}{\Delta t}$$

$$j = \frac{j}{A} = n e v_d$$

$$l = v_d \cdot \Delta t$$

$V = \text{volume}$

Algemeen zonder richting.

Anderszijds $R = \frac{\rho l}{A} = \frac{l}{\sigma A}$ $\left[\Omega = \frac{V}{I} \right]$
 $R = \frac{V}{I} = \frac{E l}{j A}$ $\left\{ \begin{array}{l} E_j = \frac{I}{\sigma} \rightarrow \\ j = \sigma E \end{array} \right.$

σ is een belangrijke ~~en~~ eigenschap

$$v_d = \mu E$$

mobilitet van ladingsoverdragers
 Anders voor gaten en elektronen.

(Carrier mobility)

$$\sigma = n e \mu_e \rightarrow j = n e \mu_e E$$

Tabel
intrinsieke
halfgeleider

	Intrinsiek
n	$n = n_i$
p	$p = n_i$
σ	$\sigma = n e \mu_e + p e \mu_h$ $= e n_i (\mu_e + \mu_h)$

Samenvatting:

Opto-electronica = optica \leftrightarrow halfgeleiders
Focus op het praktische met rekenplanner als huiswerk.

Halfgeleiders: vrije elektronen en gaten met een dichtheid: quantum
herhaling. E_F niet in het midden: massa's van elektronen
en gaten zijn anders. n is constant bij overvulling

Afleiding voor stroom per oppervlakte: microscopisch n en
microscopisch σ .

$$\vec{j} = \frac{\vec{J}}{A} = \sigma \vec{E} = ne \vec{v}_d, \text{ afleiding wordt gegeven.}$$
