6.1 Quantisierung freier elektromagnetischer Felder

$H = h\nu\left(c^+c + \frac{1}{2}\right)$, c^+ Erzeug. Op.
c Vernichtungs-Op.

$c^+c|n\rangle = n|n\rangle \Leftarrow [c, c^+] = 1$, $n = 0, 1, 2, \dots$

Operator des Vektorpotenzials

$$\hat{A}(\vec{r},t) = \frac{1}{\sqrt{2}}\sqrt{\frac{\hbar}{2\pi\varepsilon\nu}}\,\vec{u}\left[\frac{1}{\sqrt{V}}\exp\{i\vec{q}\cdot\vec{r}\}\,c + \frac{1}{\sqrt{V}}\exp\{-i\vec{q}\cdot\vec{r}\}\,c^+\right]$$

mit zeitabhängigen $\dot{c} = -2\pi i\nu c$, $\dot{c}^+ = i2\pi\nu c^+$

$$\Rightarrow \hat{E} = -\dot{\hat{A}} = \dots = \dots c + \dots c^+$$

$$[c^+c, c] = c^+cc - cc^+c = c^+cc - c^+cc - c = -c$$

$$[c^+c, c^+] = c^+cc^+ - c^+c^+c = c^+c^+c + c^+ - c^+c^+c = c^+$$

$$[\hat{H}, \hat{E}] \neq 0$$

---

1) Elektronische Intrabandübergänge

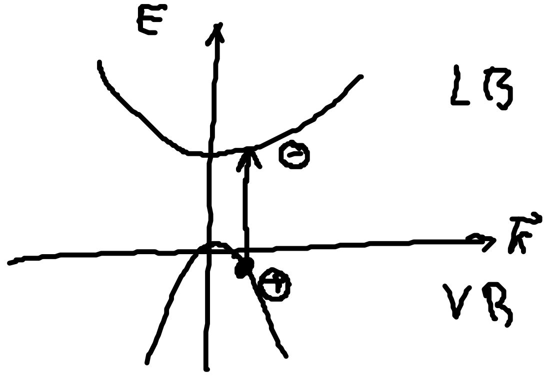
Metall

$\frac{d}{dt}\hbar\vec{k} = e\vec{E}$, $e = -e_0$

$\hbar\vec{k}' = \hbar\vec{k} + e\vec{E}t$

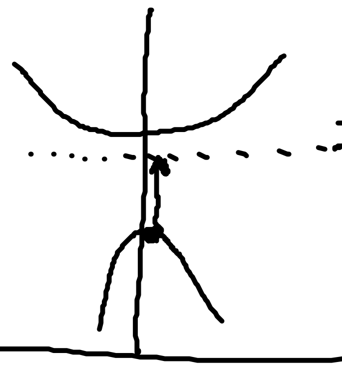
konstante Geschwindigkeit $\frac{\hbar k}{m^*}$ durch Streuprozesse
(elektrische Leitfähigkeit)

2) Interbandübergänge bei Halbleitern



es gibt WW-Prozesse Exzitonen

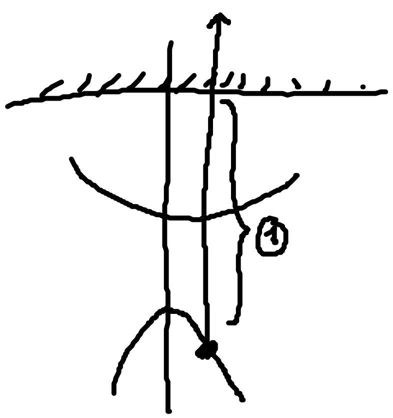
⊖ ~ ⊕



Bindungsenergie des Exziton

---

3) Photoemission, Bsp. HL



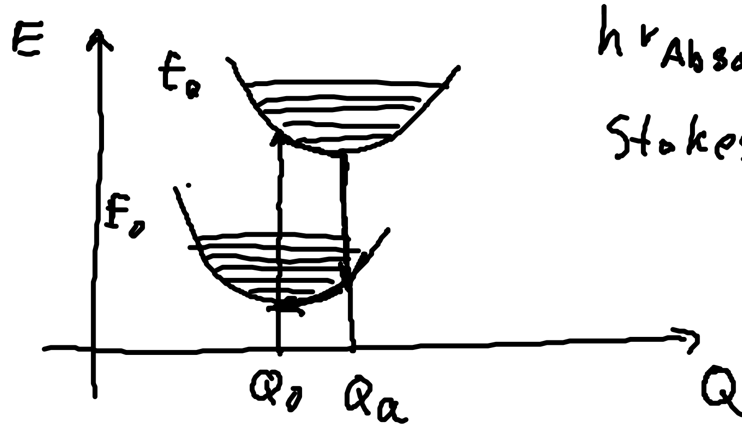
Nullpunkt der elektronischen Energie

Photonenergie besteht aus

1. elektron. En.
2. Austrittsarbeit
3. kinetische Energie im Vakuum

---

4) Konfigurationsänderung, z.B. Molekül



$h\nu_{Absorption} > h\nu_{Emission}$

Stokes-Shift