Zusammenfassung vom 28.01.2011

longitudinale Eigenschwingung (Plasmon)

sei $\gamma \cong 0$ ➔ $\tilde{\varepsilon} \cong \varepsilon_1$ *für* $\omega = \omega_p^*$ ➔ $\tilde{\varepsilon}(\omega_p^*) \cong \varepsilon_1(\omega_p^*) = 0$

➔ $\vec{D} = \varepsilon(\omega)\varepsilon_0\vec{E} \cong \varepsilon_1(\omega)\varepsilon_0\vec{E} = 0 \cong \varepsilon_0\vec{E} + \vec{P}$

➔ $\vec{P} = -\varepsilon_0\vec{E} = -\varepsilon_0\vec{E}_0 e^{i\omega t}$ $\quad$ ***$\vec{P}$ und $\vec{E}$ schwingen in Gegenphase***

mit $\vec{P} = \frac{1}{V}\sum_{i=1}^{N}\vec{p}_i = -ne\vec{r}$ ➔ $\vec{r}(t) = \vec{r}_0 e^{i\omega t} = \frac{\varepsilon_0}{ne}\vec{E}_0 e^{i\omega t}$

➔ **periodische Auslenkung des Elektronengases**

➔ **Auslenkung erzeugt Oberflächenladung σ**

➔ **Oberflächenladung erzeugt Gegenfeld:** $\vec{E}_{ind}(\omega, t) = \vec{E}(\omega, t)$

➔ **E_{ind} wirkt als rück-treibende Kraft:** $\vec{F}_{rück} = -e\vec{E}_{ind} = -e\vec{E}$

Plasmon Bewegungsgleichung ($k_p = 0$)

➔ $\vec{F}_{irück} = m\ddot{\vec{r}} = -\frac{ne^2}{\varepsilon_0}\vec{r} = -m\omega_p^2\vec{r}(t)$ $\qquad \omega_p = \sqrt{\frac{ne^2}{\varepsilon_0 m}}$

➔ $\ddot{\vec{r}}(t) + \omega_p^2\vec{r}(t) = 0$ $\quad$ ***harmonischer Oszillator!***

Plasmon-Dispersionsrelation ($k_p \geq 0$)

$$\omega \cong \omega_p\left(1 + \frac{3}{10}\frac{k_p^2 v_F^2}{\omega_p^2} + \cdots\right)$$

Zusammenfassung vom 28.01.2011

Polaron Erhöhung der effektiven Masse eines Elektrons aufgrund der Gitterdeformation, die es mitschleppt

➔ Effekt groß in ionischen Kristallen wegen Coulomb-W.W

Polaron-Kopplungsstärke

$$\tfrac{1}{2}\alpha = \frac{\text{Deformationsenergie}}{\hbar\omega_{LO}(k \cong 0)}$$

ω_L = *Frequenz des longitudinal optischen Phonons für* $k \cong 0$

= Anzahl Phononen, die ein Elektron umgibt

effektive Polaronmasse

$$m^*_{pol} = m^*\left(\frac{1-0.0008\alpha^2}{1-\frac{1}{6}\alpha+0.0034\alpha^2}\right)$$

$$m^*_{pol} \cong m^*\left(1+\tfrac{1}{6}\alpha\right) \quad (\alpha << 1)$$

großes Polaron das Elektron bewegt sich in einem Band

➔ seine effektive Masse ist leicht erhöht

kleines Polaron das Elektron ist meistens an einem Ion gefangen. Bei hoher Temperatur kann es thermisch aktiviert von Gitterplatz zu Gitterplatz hüpfen, bei tiefer Temperatur kann es nur langsam tunneln

➔ seine effektive Masse ist stark erhöht

Zusammenfassung vom 28.01.2011

Polariton **Kopplung eines Photons (= elektromagnetische Welle) mit einem transversal optischen Phonon** ***(in Isolatoren und Halbleitern)***

Polariton-Bandlücke **in Resonanz:** $\omega_{photon} \cong \omega_{phonon}$ ➔ $k << k_{1.BZ}$

➔ **Bandlücke entsteht, die nichts mit der Periodizität des Gitters zu tun hat**

Wellengleichung in Materie

$$\varepsilon_0 \Delta \vec{E} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{D}}{\partial t^2}$$

$\vec{D}$ = ***dielektrische Verschiebung***

➔ $\varepsilon_0 c^2 k^2 \vec{E} = \omega^2 \vec{D} = \omega^2 \left(\varepsilon_0 \vec{E} + \vec{P} \right)$ ***(mit Ansatz ebene Welle)***