

Polaron

Michael Peter und Elena Gati

09.02.2011

Gliederung

Definition

Definition

Kleine Polaronen

Definition

Eigenschaften

Große Polaronen

Bipolaronen

Quellen

Definition

- ▶ bisher: Atome gebunden an ihren Platz, "eingefroren", keine Elektron-Phonon-Wechselwirkung
- ▶ gute Näherung für typisch kovalent gebundene Kristalle
- ▶ keine gute Näherung für ionische oder polarisierte Kristalle
- ▶ Wolke virtueller Phononen auch bei tiefen Temperaturen
- ▶ Elektron + virtuelle Phononen: Polaron
- ▶ fermionisches Quasiteilchen
- ▶ Konzept: Landau, 1933
- ▶ hier: Wechselwirkung mit dem longitudinal optischen Phononen
- ▶ andere Wechselwirkung: Spinpolaron, Piezopolaron etc.

Unterschied großes/kleines Polaron

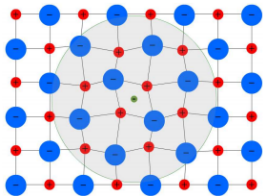


Abbildung: Großes Polaron

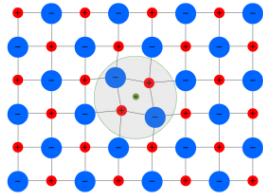


Abbildung: Kleines Polaron

Hopping

- ▶ kurzreichweitige Elektron-Phonon-Wechselwirkung



$$\mu \propto T^{-1} \exp\left(\frac{-W_H}{k_B T}\right) \quad (1)$$

- ▶ adiabatisches Hüpfen
- ▶ anti-adiabatisches Hüpfen

Kopplungskonstante α

$$\alpha = \frac{\text{Deformationsenergie}}{\hbar\omega_L} = \frac{e^2}{\hbar c} \sqrt{\frac{m_b c^2}{2\hbar\omega_L}} \left(\frac{1}{\epsilon} - \frac{1}{\epsilon_0} \right) \quad (2)$$

Polaronenmasse

$$m_{pol} \approx m_b \cdot \left(\frac{1 - 0.0008\alpha^2}{1 - \frac{1}{6}\alpha + 0.0034\alpha^2} \right) \quad (3)$$

$$m_{pol} \approx m_b(1 + \alpha/6)(\alpha \ll 1) \quad (4)$$

$$m_{pol} \approx m_b(0.02\alpha^4)(\alpha \gg 1) \quad (5)$$

Tabelle

Tabelle 14.4: Kopplungskonstanten α und Massen m_{pol}^* von Polaronen; Massen m^* für Elektronen im Leitungsband.

Kristall	KCl	KBr	AgCl	AgBr	ZnO	PbS	InSb	GaAs
α	3,97	3,52	2,00	1,69	0,85	0,16	0,014	0,06
m_{pol}^*/m	1,25	0,93	0,51	0,33	–	–	0,014	–
m^*/m	0,50	0,43	0,35	0,24	–	–	0,014	–
m_{pol}^*/m^*	2,5	2,2	1,5	1,4	–	–	1,0	–

Abbildung: Tabelle

Bipolaronen

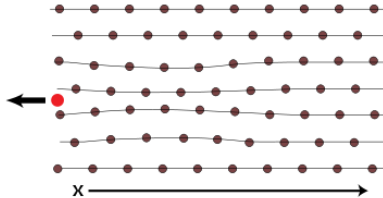


Abbildung: Verzerrungsfeld

Quellen

- ▶ Einführung in die Festkörperphysik von Charles Kittel
- ▶ "Basic theory and phenomenology of polarons", Steven J.F. Brynes, Department of Physics, University of California at Berkeley, December 2, 2008