

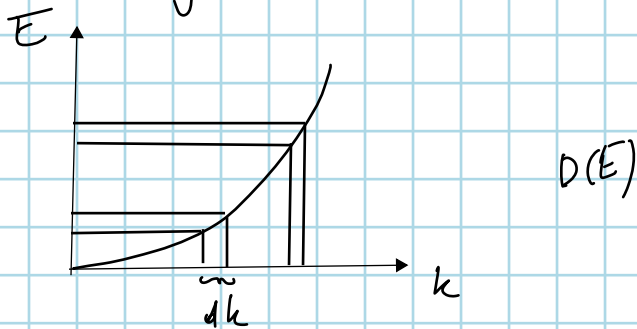
Festkörper

14.05.08

Umlaufzeit im k -Raum \sim Umlaufzeit im Ortsraum

Ausrechnen d. Umlaufzeit über Fläche

Änderung d. Fläche mit d. Energie $\sim T$, Umlaufzeit



Definition d. Zyklotron Masse
(Bild f. gesamte Bahn - gemittelt)

effektive Masse war Tensor (abh. v. Punkt & Richtung)

Bisher semiklassisch - keine Streuung

(kein Strom - nur Pendelbewegung)

Ursachen f. Streuprozesse

Abweichung von Bloch Potential gering \rightarrow Störungstheorie \rightarrow

Streuermatrix berechnen

Erhaltungssatz f. Phononen Impuls & Kristall Impuls

$$\langle \vec{h}' | e^{i(\vec{q}' - \vec{q}) \cdot \vec{r}} | \vec{h} \rangle = \int \underbrace{\dots}_{\text{Blochzustände}}$$

Phonon

Boltzmann Transport Theorie

es gibt treibende & hemmende Kräfte

Besetzungs WS - Fermi Dirac Verteilg

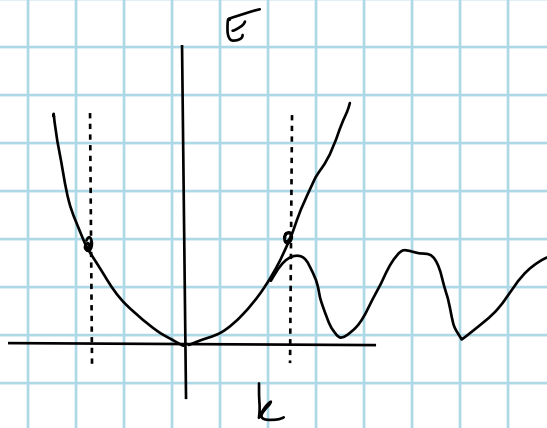
Gleichverteilung \rightarrow Nicht Gleichwert

$$E = \frac{\hbar^2 k^2}{2m_e}$$

$$\vec{v} = \frac{\vec{p}}{m} = \hbar \vec{k}$$

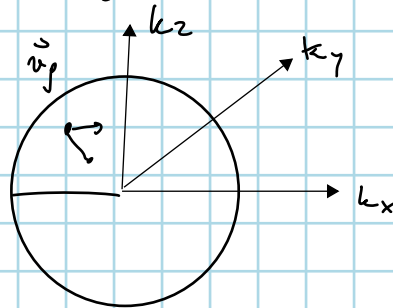
$$\vec{F} = m \hbar \dot{\vec{k}} ?$$

$$m^* = m_e$$



Irpendwo ist ein Schreibfehler vor d Entwicklung nach $\frac{df}{dt}$

$$\frac{f(t)}{dt} \quad f(\dots, t + dt)$$



Streuung: Stoßterm

Kraftterm: Verschiebung des Ganzen Kein Stoßterm - Pendelbewegung

Partielle Absp. = $\emptyset \Rightarrow$ Diff Kraft & Stoßterm heben sich auf

f: Fermi-Direc Bei tiefen T eine Stufenfkt

$\rightarrow \frac{\partial f}{\partial E}$ bei tiefen T ist $\delta \Rightarrow$ es bleibt nur \int über Fermi-

Fläche nicht GGW GGW

Linearisierung: $f - f_0 = g \propto$ äußere Kraft

Diff Term fällt weg, wenn $T(v) = \text{const}$

sonst f_0 von T und T v r abhängig \rightarrow 1 Term mehr

Relaxationszeit Näherung

E-Feld wirkt bis $t=0$, dann abgeschaltet -

g fällt dann gegen 0 ab

f_{stat} : stationäre Nicht-GGW Fkt.

$$g(\vec{k}, t) = g(\vec{k}, 0) \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \dots$$

Stationärer, homogener Fall mit \vec{E} -Feld

homogen: $\nabla_r g = 0$ kein \vec{B} -Feld $\vec{v} \times \vec{B} = 0$

Vergleich mit Taylor Entwicklung Nicht-GGW = GGW + δk

$$f(\vec{k}) = f_0(\vec{k} + \delta \vec{k}) = f_0(\vec{k} + \frac{e}{k} \dots)$$

→ Verschiebung d. Vert. Fkt. im k -Raum - neues stat. GGW

→ nicht mehr gleich viele e^- in x^+ & x^- Richtung → endlicher Strom

g positiv - zusätzliche Zustände, negativ - weniger Zust.

^{nur} elastisch, wäre eine Aufblähung d. Fermi-Kugel daher wird die Energie d. inelast. Stöße in den unteren Bereich zurücktransferiert

// Energie d. E-Felds (bewirkt Strom) wird d. Wärme wieder abgegeben

Berechnung d. Stromdichte dE - Dicke d. Schale

σ : Leitfähigkeit

$$k_F^3 = 3\pi^2 n \quad \text{siehe vorige Kapitel}$$

e^- -Dichte

Ergebnis σ hat auch n drin wie beim Drude Modell, ist aber nur "Zufall"; denn sie sind sehr unterschiedlich

Streuquerschnitte, Matthiessen Regel

$$\tau^{-1} = \tau_0^{-1} + \tau_{ph}^{-1}$$

Je wärmer ein FK sind, desto mehr Phononen
werden besetzt siehe Plot

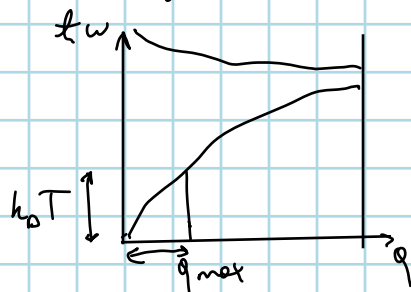
links: Verunreinigungen, Widerstand wird höher je unweiner
(bei $T=0$); rechts - Verunr. mit Ni Atomen (magn)

Streuung an Phononen Bloch / Grüneisen

$$\text{hohes } T - \text{Widerst. } \propto \langle u^2 \rangle$$

Bei tiefen T wird n durch Bose-Einstein Statistik bestimmt

Phononen Dispersion, akustische & optische Zweige



bei tiefen T kann man nur eine d.
beiden anregen, weiß nicht genau
welche siehe vorher



← D ?

Bei hohen T gilt es d. Gleichverteilungsatz

$$\rho \propto T \text{ Verh.}$$

tiefe T : $\rho \propto T^5$ & Bose-Einstein
Stat.

Problematik d. Umklapp-Prozesse, durch Streuung in andere

BZ möglich, man sieht dann z.B. eine T^3 abh.

$e^- - e^-$ Steuerung