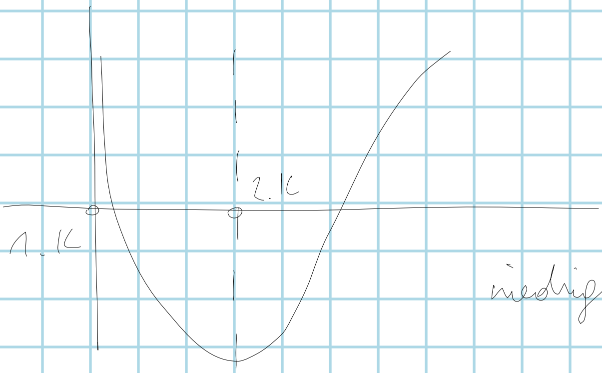
Festkörper II 22.10.08

Kurz Nano-Jules

Invar-Materialien

therm. Ausdehnung:



niedrige T: symmetr. Pot., Schwingung um Ruhelage

höhere T: anharmonisches WW-Pot kommt zum Tragen – Ruhelage verschiebt sich nach rechts → Ausdehnung

Ausdehnungskoeff. von T abhängig!

Abb 2.22 normale Mat.: obere Kurve

Invar: Effekt nur unterhalb T_c, Magnetisierung endlich – Ferromagn. Verhalten

Bei Raumtemp. keine Ausdehnung (siehe untere Kurve)

Magnetische Kopplung ergibt eine Schrumpfung des Gitters!

→ kompensiert thermische Ausdehnung (Magnonen / Spin-Flukt.)

2. Ursache (Yb Ga Ge) // Abb 2.23

$\frac{1}{\chi}(T)$ Curie-Weiß: $\chi = \frac{C}{T-\Theta}$

bei hohen Temp.

$$\frac{1}{\chi} = -\frac{\Theta}{C} + \frac{1}{C} T \qquad // \text{ lin. in } T$$

2 Temp - Bereiche / 2 verschiedene Verhalten

→ das effektive magn. Moment ändert sich!

hohe Temp: Moment kommt vom Yb

3 - Valentes Yb

Yb^{3+} hat kleineres Vol als Yb^{2+}

tiefe Temp: die 2 - valent!

Landau - Theorie der Fermi - Fl.

Drude & Sommerfeld sind eig. ganz gut (ohne e^- WW)

Erstaunlich, da e^- (viele) eig. stark wechselwirken

Erklärung: Man hat nicht e^- beschrieben sondern nur einzelne Anregungen daraus!

Anregungen verhalten sich ähnlich wie freie Elektronen!

^3He - Fermion Untersuchung → Fermi Fl.

Theorie funzt nicht bei Supraleiter, Quantenkritischen Punkt ...

Man will nicht das e^- beschreiben sondern das Teilchen & die Wechselwirkung (die gesamte Anregung) → Quasiteilchen

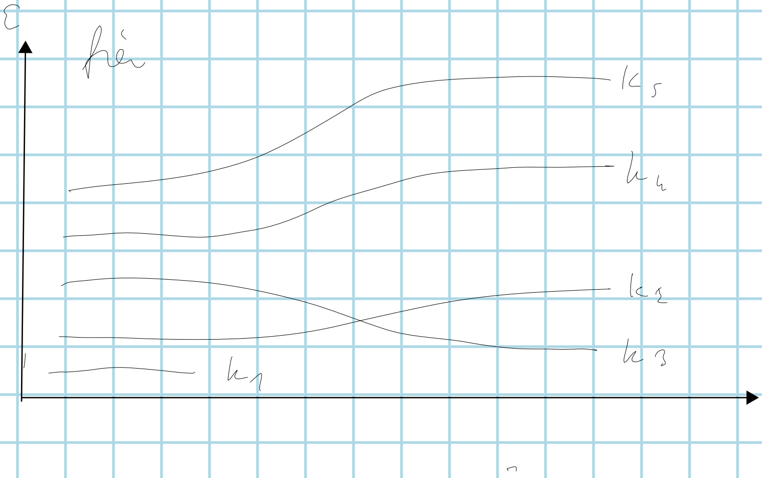
Abb 3.1 Fermikugel im $\vec{k}$ - Raum

Fermifläche: rund um alle besetzten Zustände

- Fläche d Kugel

Gedankenexp. von Landau

Nummerierung der Zustände beibehalten (von freiem Gas)



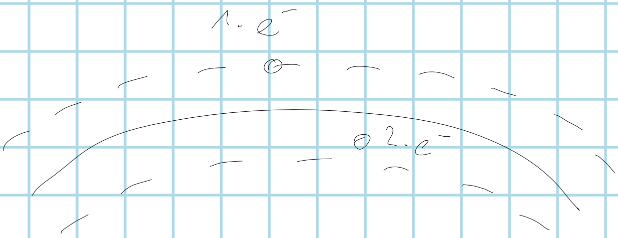
dann WW aufdrehen!

langsam aufdrehen – Änderung mitverfolgen

$\longrightarrow$ 1 : 1 Korrespondenz

Wichtig: Es darf kein e^- Streuprozess während des Aufdrehens auftreten!

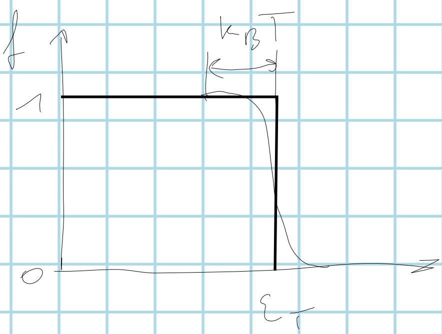
1 freies e^- kann mit einem e^- innerhalb d. Fermi Kugel streuen; ↑ können nur außerhalb hinstreuen



2. e^- muss innerhalb dieses Bereichs sein (Energieerhaltung)

1. e^- nahe an Kugel $\longrightarrow$ weniger Streuwahrscheinlichkeit!

Endliche T: Mehrere e^-



Bei hoher Streurate geht Landau-Theorie nicht!

$c_{el} = \gamma T$ — stark veränderten Vorfaktor γ bei best. Materialien

Anteil d e^- an spez. Wärme!

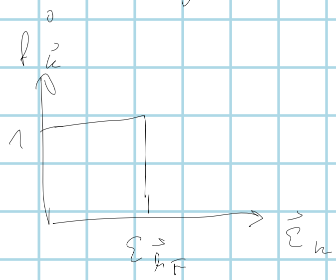
$$c_V = \left(\frac{\partial E}{\partial T}\right)_V$$

→ Energie muss man von den T wissen!

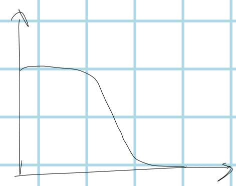
Landau schreibt eine WW an!

$$\varepsilon(\delta f) = \underbrace{\varepsilon_0}_{\text{Nullpunkts E.}} + \underbrace{1.\,T.}_{\text{nicht WW-T.}} + \underbrace{2.\,T}_{\text{WW-Term}}$$

$f^0_{\vec{k}}$:

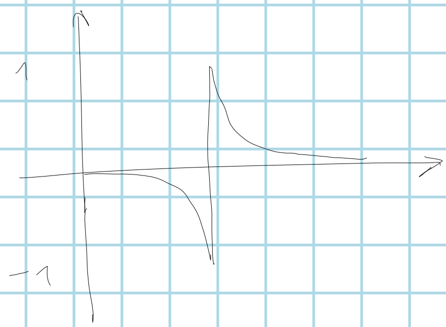


$f_{\vec{k}}$:



gleiche Achsen

→ $\delta f_{\vec{k}} = f_{\vec{k}} - f^0_{\vec{k}}$



Uns interessiert nur die Abweichung vom Grundzustand!

→ δf!

$\delta f_{\vec{k}}$: Hat nur einen Wert wenn ein Teilchen zusätzlich ist!

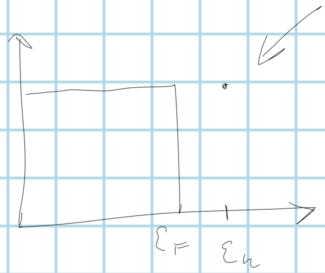
// Landau berücksichtigt nur 2-T WW!

$u_{kk'}$: unbekannte WW-Größe (vorerst)

Cooper Paare lassen sich nicht beschreiben!! (sind ja auch Bosonen)

Frage: Wie groß sind δf??

Bsp: Nur 1 Zustand zusätzlich:



$\rightarrow$ δf ist nur bei $\varepsilon_k = 1$!

(3.5) Summe ist anders als bei (3.4)

deshalb fällt $\frac{1}{2}$ weg!

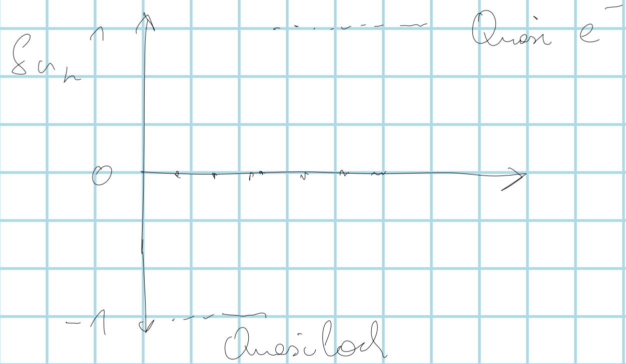
Beschreibung der Quasiteilchen mit Z_{GK}! Teilchenzahl nicht konstant!!

$\rightarrow$ Energie von 3.5 einsetzen

δf_k wird ersetzt durch δn_k - reale Besetzung

Wahrscheinlichkeit

welche sind besetzt!



(3.6) lässt sich nicht berechnen $\rightarrow$ Mean Field Näherung

Ansatz: $\delta n_k = \underbrace{\delta f_k}_{\text{Mittelwert}} + \underbrace{(\delta n_k - \delta f_k)}_{\text{Fluktuation}}$

Terme mit quadr. Flukt. werden gestrichen (nur einer)

Summe von exp werden in Produkte umgeschrieben

Neue Variable h_k^i wo $\emptyset$ n draußen sind!

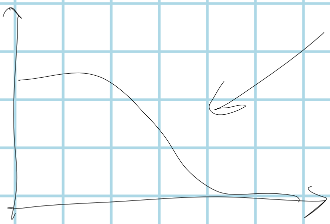
nur mehr -1 & $+1$

Jetzt haben wir die Zustandssumme

therm. Mittel von δf_k^i und δn_k

δf_k^i mit Z_{GK} ausdrücken!

$$\rightarrow \quad \delta f_k^i = \underbrace{\frac{1}{\exp(\beta(\varepsilon_k - \,))+1}}_{\text{Fermi-Verteilungsfkt}} - f_k^0$$



ε_k kennt man jedoch noch nicht!

Daraus c_V berechnen!

Von der Form haben wir gleiche Fermi Vert. Fkt

$$\gamma = \frac{\pi^2}{3} k_B^2 N$$

(3.15)

ε_k^0 & u_{nk}

δf_k T abh!

unabh. von T

Näherung als T unabh. angenommen

ε_k^i & μ & β von T abh

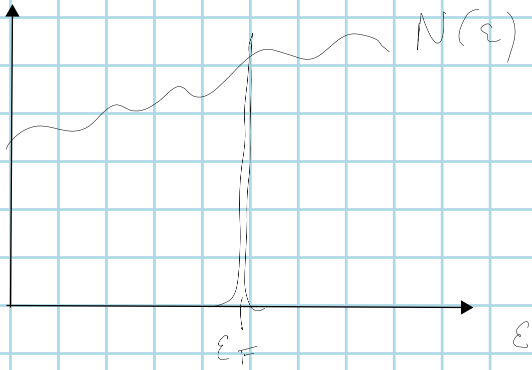
3.17: 1. Term groß zu 2 & 3: weglassen

Summe in $\int$ umwandeln (3.18)

(3.19) $\int$ über k in $\int$ über Energie umwandeln!

$N(\varepsilon)$ kennt man nicht : Zustandsdichte d. WW-Teilchen

Trick : Sommerfeld Entwicklung



Delta Fkt bewirkt, dass man nur $N(\varepsilon_F)$ braucht

Effektive Masse einführen in $N(\varepsilon_F)$

Quasit. haben andere Masse $\rightarrow$ andere Zustandsdichte

(riesiger Effekt – wirkt sich nur als 1 Parameter aus m^*)