

Festkörper II

19.11.08

Heisenberg - Modell : Paarweise WW von Spins

Element. Anregung : Umklappen einzelner Spins

Zusammenhang d. Erzeugung & Spin - Operatoren
f. d. Anregung

Herleitung des Heisenberg - Kernlimes in Magnonen Gr.

2-Körper WW ist oft dominierend daher Vernägl. von T
höherer Ordnung

Herleitung der spez. Wärme über die Energie

Spinwellensteifigkeit D berechnen aus c_v & Neutronenstreuung

Curie Temp. des Heisenb. - Ferromagn.

NS : alle in eine Richtung

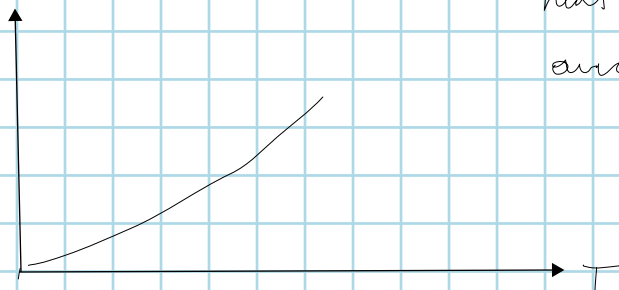
$b_n^+ b_n$: Abweichung von dieser R.

$b_n^+ b_n$ geht in Form MW $\langle n_s \rangle$ ein

(4.83) einsetzen von Bose - Statistik + Dispersionsrel.

für Magnonen

$M_s(T) - M_s(T)$



nicht linear &
auch nicht quadratisch

Trotz der einfachen Form von H findet man Materialien, die bei tiefer T dieses Verhalten zeigen!

Berechnung der Curie-T. aus der Magnetisierung

Man kennt das Gesetz für Phasenübergänge 2. Ordnung und kann d. Umschreiben Curie T ablesen

$$H \cdot D = \frac{2I_e S}{J} \alpha_0^2 \quad \left. \begin{array}{l} \text{Sitterkonst} \\ \text{Spin} \end{array} \right\}$$

Austausch J

Bei einfachen Systemen kann man I_e bestimmen (z.B. Spinlatten)

→ Plausible Ergebnisse

Näherung f. Heisenberg Modell

Jeder Spin w w eigentlich mit allen anderen

— zu unendlich zu berechnen

Ising Modell: exaktes: Es w nur die z -Komponenten

(es gilt keine x & y) — externes Feld anlegen

Dadurch verschwinden viele Quanten-Effekte

1d & 2d lösbar (jedoch nur z -Richtung)

3d nur analytisch lösbar...

$X \cdot Y$ - Modell: 2 Komponenten möglich

Außerdem eine Quant - Richtung vorgegeben

Anisotropieparameter λ : Eine WW ist stärker als die andere zB x st. als y

Andere Methode: Mean Field: Effektives Feld (Molekularfeld)

das am Ort des Spins von den anderen wirkt

fcc: 12 N_n / nächste Nachb. 6 N_n / übernächste

T_c aus Nachbarn bis 5. Ord. berechnen

WW von Spins kann trotz größerem Abstand stärker sein - hängt vom Kristall ab

Starke Unterdrückung der Quanten-Fluktuation
↓
senkt normalerweise T_c

→ T_c zu hoch

Antiferromagnet. Magnonen

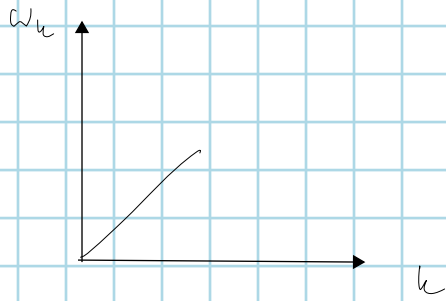
Aufteilung in Untergitter Gitter koppelten ferromagn.
Untergitter antiferro

→ unterschiedl. VZ bei den Untergittern

Erstellen der Operatoren wie bei Ferromagn
Lösung des Hamiltonschwierig - analytisch

Berechnung der spez Wärme
- lineare Dispersionsrelation

Phononen haben bei kleinen k auch lineare (sin genähert)



Fehler: antiferrom. Magnonen
nicht Phononen

Kap 5: Wechselwirkungen

Elementare WW sind nur in 1. Näherung unabhängig

Elektron - Phonon WW

Warum kommt es dazu ??

Phonon = elektr. neutrale Massen als Beschreibung

Coulomb WW ist auch relevant!

⊕ m ⊕ m ⊕ geladene Massen WW.

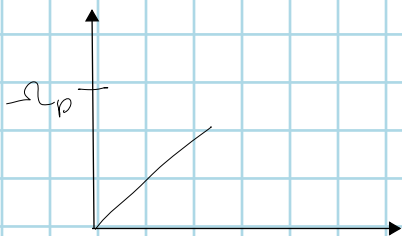
Coulomb ist langreichweitig

$$\frac{1}{r^2}$$

Anzahl d. n.n. wächst mit r^2

Elektronische WW geht viel schneller daher hat man es

bis jetzt ignoriert



Theorie d. Coulomb + Masse

wäre Disp. rel nicht geg. \emptyset sondern

mit ϵ_p

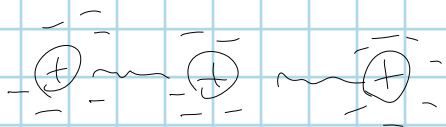
→ ist aber nicht Realität

e^- folgen den Bewegungen der Ionen

- Es bleibt jedoch eine Restladung auf den Rumpfen

e^- gehorchen auch Pauli Prinzip

→ Ladung nicht vollständig ignorierbar



e^- kompensieren \oplus teilweise

Ionen ruhen im SPS e^- haben eine Schwingung

- hohe Frequenz

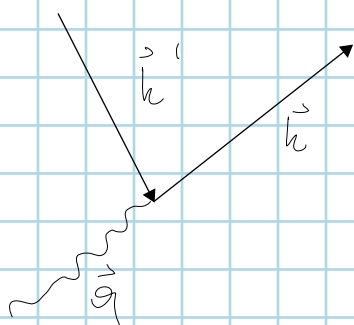
Plasmonen können mit Licht angeregt werden

Frequenz ist so hoch, dass man es mit Tens nicht anregen kann - würde schmelzen

Fröhlich - Hamilton \vec{k} Wellenvektor d e^-

$\omega_{\vec{q}}$: Frequ. des Plasmons mit WV \vec{q}

$C_{\vec{k}}$: Verknüpfungsgl. f. e^- mit \vec{k}



(5.4) rechterster Term
(Terme mit Π)

vereinfachungen angenommen

Bed 3: keine Solidonen, nur harm Lösung

Wellenvektor ist keine gute QZ mehr

e^- geht von einem Zustand in den anderen über

— Restwiderstand durch Kopplung d. e^- an Phononen

e^- liegt f. gene. Zeit als e^- in beruht. Zustand +

Phonon vor \rightarrow Polaron

3) Austausch.

e^- - Phonon WW induziert $e^- e^-$ WW

z.B. bei Cooper Paaren

Plasmon: Quantisierte Dichteschwankung von Ladungsträgern in
Metallen / Halbleitern

4) Anregung von e^- / Loch Paaren d. e^- Phonon

WW