

Statistische Thermodyn:  $T$  wechselwirken nicht

Einfache Metalle Na, Cu (reine Valenz  $e^-$ ) durch WW  
ganz gut erklärbar

Kap 2)

Fermi Liquid -  $e^-$  die sich wie Liq. verhalten

Fermi-Gas - ideal gas

2.1 Heavy Fermions

CeAl<sub>3</sub> - mixed valence system

C von CeAl<sub>3</sub>

Sehr starke Steigung der C-Kurve, ca 1000x höher als  
normal,  $e^-$  tun so, als hätten sie 1000fache Masse

Suszeptibilität: unerwartetes Maximum

Widerstand: normalerweise mit  $T^5$  (Tief-temp-Bereich)

residueller Widerst: Streuung d  $e^-$  an Fehlstellen

Bei CeAl<sub>3</sub>: Quadratische Abh. von  $T$  (kann eig. aus  
Landau -  $T$  von Fermi Liquid)

Elektron-Phonon:  $T^5$

$T^2$  bleibt über

Response Funktion: Spezifische Wärme 2. Ableit. d freier Energie

Sagt, ob es in einen stabileren Zustand kommt.

1. Ableit =  $\emptyset$

2. Ableit  $> \emptyset$  (stabil)

$< \emptyset$  (instabil)

Nähe von Phasenübergängen - Grenzseff. ändert sich stark

$A$ : Koeff. d. spez. Wid.

$\mu$ : Koeff. d. spez. Wärme

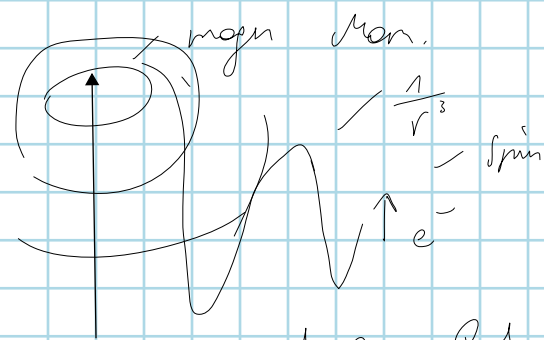
Benennung d. Koeffizienten bei versch. Experimenten?

Kondo: Magnetische Verunreinigungen - Abweichung

im elektr. Widerstand

$CeAl_2$ :

$e^-$  sehen das magn. Moment von Ce



besch. d. ebene Welle

durch Potential konst., am Punkt von magn. M.

ein Delta Pot.

Partialwellenstreuung - Kugelwelle an Ort d. magn. Moment

An Ort d. magn. Moments oszillierende Elektronendichte

mit  $\frac{1}{r^3}$  - Leitungs- $e^-$  spüren magn. Störung!

→ Störung auch in d. elektr. Widerstand

Spin up & Spin down spüren anderes Potential - 2 Kugelwellen

Differenz der Partialwellen → RKKY Wechselw.

Dichte  $\frac{\cos kr}{r^3}$

## 2.2) Quantenkritische Systeme

– Phasenübergänge, die nicht thermisch induziert sind!

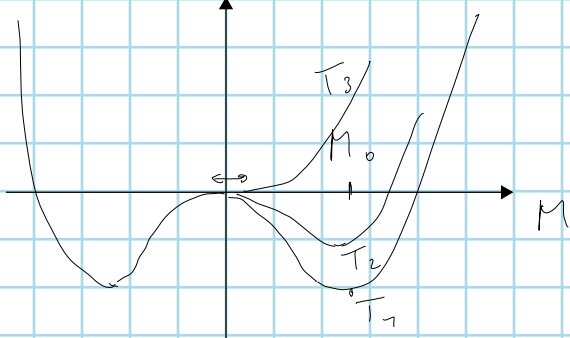
### Abb 2.5)

thermisch ungeordnet – Magnetstellen sind auf

geordnet, (Fe, bcc)

Ordnung zerstören: A1 zugeben oder Druck aufbringen

$F(M^2)$  – freie Energie



$T$  größer  $T_1 < T_2 < T_3$

$M$  variiert  $\rightarrow$  Zustand wechselt

auf  $F_{\min}$

$T = 0$ : keine therm. Flukt. mehr – nur mehr QM

Fluktuationen damit ich ins min rutsche

Bei  $T = 0$  sind Quant-Flukt. notwendig damit System

von geordnet auf ungeord. übergeht

Bei QCL sprünge die Response Funktionen – zB

Magnetisierung  $\rightarrow \infty$  – sehr hohes Feld usw.

Energieholen sind verändert

Abb 2.5  $T$ -Skala mK auch bei "höheren"  $T$  werden

QM-Effekte auf!

Able 2.6  $\mu_0$  | seltene Erde: hohes magn. Moment  
hinweisendes Magnetfeld kann magn. Ordnung zerstören

magnetische Größen sind immer um  $\frac{1}{2}$  kleiner als elektr. Größen

$$150 \text{ K} \sim 200 \text{ T}$$

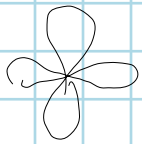
$$1 \text{ T} = 0,5 \text{ K}$$

|| Energievergleich

höchstes stat. Feld  $\sim 20 \text{ T}$

### 2.3.1 Hochtemp. - Supraleiter

keine BCS Theorie (s-Wellen Pairing) sondern d-Wellen P.



Vermittlung d. W. durch Paare - Magnonen  
Pairing d.  $e^-$  (Bosonen)

Ordnungstemp. ist sehr hoch

Tetragonale Struktur bei Supraleitern

AF: Antiferromagnetie

Able 2.14