



Magnetismus:
Grundlagen und Anwendungen
Übungsblatt 5

Übungsleiter: Carsten Schulze, carsten.schulze@physik.tu-chemnitz.de
Besprechung am: Montag, 28.11., 2/P033, 15:30 Uhr

1 Atomare Momente aus Kristalldaten (Teil 2)

Gegeben seien die Elemente Fe, Co und Ni mit den in der Tabelle aufgeführten Daten.

Element	Kristallstruktur	Gitterkonstante (nm)	M_S (A/m)	Anzahl nächster Nachbarn
Fe	bcc	0,29	$1,7 \cdot 10^6$	8
Co	hcp	$a = 0,26, c = 0,41$	$1,4 \cdot 10^6$	12
Ni	fcc	0,35	$0,5 \cdot 10^6$	12

bcc = kubisch innenzentriert (*body centered cubic*), hcp = hexagonal dichteste Packung (*hexagonal close-packed*), fcc = kubisch flächenzentriert (*face centered cubic*)

Die CURIE-Temperaturen betragen 1040 K, 1400 K und 630 K. Berechnen Sie die Molekularfeldkonstante und damit die Stärke des Austauschfeldes für die Metalle. Gewinnen Sie aus diesen die Austauschenergie in J/m^3 , die Austauschenergie pro Atom und die Austauschenergie zwischen zwei nächsten Nachbarn.

2 Ferrimagnet

Betrachten Sie einen Ferrimagneten mit zwei ungleichen Untergittern. Die beiden Molekularfelder sind gegeben durch

$$B_1 = \mu_0 H - \lambda M_1 \quad (1)$$

$$B_2 = \mu_0 H - \lambda M_2 \quad (2)$$

Beide Untergitter haben unterschiedliche Werte für $g_J J$, also unterschiedliche CURIE-konstanten C_1 und C_2 . Zeigen Sie, dass die magnetische Suszeptibilität durch

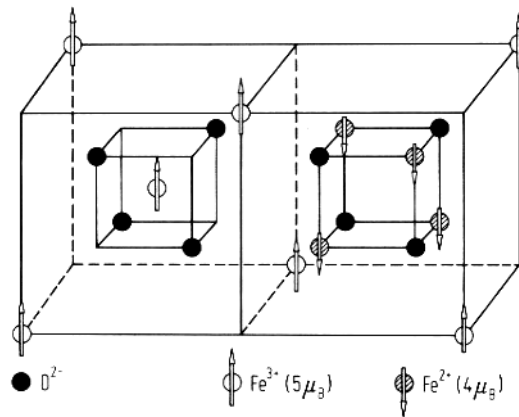
$$\chi = \frac{1}{T^2 - \Theta^2} \left[(C_1 + C_2) T - \frac{2\lambda C_1 C_2}{\mu_0} \right] \quad (3)$$

gegeben ist.

3 Indirekter Austausch

Magnetit (Fe_3O_4) hat die sogenannte inverse Spinellstruktur (siehe Abbildung). Die Sauerstoffionen bilden ein kubisch flächenzentriertes Gitter, die Metallionen nehmen zwei unterschiedliche Plätze ein: die sogenannten A-Plätze innerhalb eines Sauerstoff-Tetraeders, die B-Plätze innerhalb Oktaeders von Sauerstoffionen. Die Hälfte der Fe^{3+} -Ionen (mit $5\mu_B$) belegt A-Plätze, die andere Hälfte und alle Fe^{2+} -Ionen (mit $4\mu_B$) die B-Plätze.

Die Winkel A-O-A und B-O-B betragen 80° bzw. 90° , die A-O-B-Winkel dagegen 125° . Was kann man unter der Annahme, dass die Austauschkopplung nur über die p-Orbitale des Sauerstoffs stattfindet, über die magnetische Struktur sagen?



Aus: Bergmann-Schäfer, Bd. 6 „Festkörper“, S. 723.

Vortrag: Neutronenbeugung

Ca. 15 Minuten, bei Fragen einfach an Carsten Schulze (carsten.schulze@physik.tu-chemnitz.de, Raum P140) wenden.

Stellen Sie die Methode der Neutronenbeugung, z. B. anhand von Schatz, Weidinger: Nukleare Festkörperphysik, Teubner, 1992 dar.

Shull und Smart (Shull and Smart, *Phys. Rev.* **76** (1949) 1256) haben zuerst die antiferromagnetische Struktur direkt nachgewiesen. Was sind die Vorteile der Neutronenbeugung bei solchen Experimenten? Gäbe es noch andere Methoden zum Nachweis der antiferromagnetischen Spinstruktur?