



**Magnetismus:  
Grundlagen und Anwendungen**  
Übungsblatt 11

Übungsleiter: Carsten Schulze, carsten.schulze@physik.tu-chemnitz.de  
Besprechung am: Montag, 23.01.2012, 2/P033, 15:30 Uhr

## 1 Uniaxialer Ferromagnet

Ein uniaxialer Ferromagnet werde durch den HAMILTON-Operator

$$\hat{H} = - \sum_{ij} J_{ij} \hat{\mathbf{S}}_i \hat{\mathbf{S}}_j - \sum_{ij} K_{ij} \hat{S}_i^z \hat{S}_j^z \quad (1)$$

beschrieben.

1. Zeigen Sie, dass der Zustand, in dem alle Spins parallel zur  $z$ -Achse liegen, ein Eigenzustand des HAMILTON-Operators ist.

Welche Komponenten vertauschen mit dem Gesamtspin?

2. Gewinnen Sie einen Ausdruck für das Spinwellenspektrum als Funktion des Wellenvektors  $\vec{q}$ .

Was ist der Gesamtspin, wenn wir einen Einzelspin des obigen Zustandes umdrehen?  
(Als Lösungsansatz: Ebene Wellen)

3. Vereinfachen Sie diesen Ausdruck für den Fall, dass  $J_{ij}$  und  $K_{ij}$  auf nächste-Nachbar-Wechselwirkung beschränkt sind und der Ferromagnet

- (a) eine eindimensionale Kette,
- (b) ein zweidimensionales quadratisches Gitter,
- (c) ein dreidimensionales kubisch-innenzentriertes ( $bcc$ ) Gitter

ist.

## 2 Spinwellen

Leiten Sie unter Benutzung der Ergebnisse von Aufgabe 1 für kleine Wellenvektoren, die Temperaturabhängigkeit der Anzahl der Spinwellen für das HEISENBERG-Modell ( $K_0 = 0$ ) und das ISING-Modell ( $J_0 = 0$ ) für jede der drei Strukturen aus Aufgabe 1 her. Zeigen Sie, dass es keine langreichweitige magnetische Ordnung oberhalb von  $T = 0$  im ein- und zweidimensionalen HEISENBERG-Modell gibt.

## Vorträge

Jeweils ca. 15 Minuten, bei Fragen einfach an den Übungsleiter wenden.

- **Spineis und magnetische Monopole**

Stellen Sie die Klasse der Spineise vor. Gehen Sie dabei besonders auf magnetische Monopole und die Spineisregeln ein. Als Literatur existiert z.B.C. Castelnovo, *Nature* **451** (2008) 42-45. Ebenfalls eignen sich gut diverse Übersichtsartikel der physikalischen Blätter, wie z.B.:

1. <http://pro-physik.de/Phy/leadArticle.do?laid=12846>
2. <http://www.pro-physik.de/Phy/leadArticle.do?laid=12160>
3. <http://www.pro-physik.de/Phy/leadArticle.do?laid=12298>

- **Phänomene bei extrem kleinen Kontakten („Draht“ aus einem einzigen Atom)**

Die in der Vorlesung behandelten Tunnelkontakte haben durchaus noch endliche Ausdehnung. Erklären Sie, z.B. anhand von E. Scheer: „Draht“ aus einem einzigen Atom“, *Spektrum der Wissenschaft* (1999) Heft 6, S. 95, E. Scheer, *Physikalische Blätter* **55** (1999) 43, welche Phänomene bei extrem kleinen Kontakten auftreten.

⇒ In diesem Zusammenhang dürfte auch der Vortrag „Elektronischer Transport durch einzelne Moleküle“ von Frau Prof. Scheer im **Physikalischen Kolloquium am 18. Januar** von Interesse sein.