



Doctoral Thesis

Heisenbergmodell mit entgegengewirkenden Kopplungen

Author(s):

Bader, Hans-Peter

Publication Date:

1980

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000188352> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

18. Juli 1980

Diss.ETH Nr. 6613:exB

H E I S E N B E R G M O D E L L M I T
E N T G E G E N W I R K E N D E N K O P P L U N G E N



A B H A N D L U N G

zur Erlangung
des Titels eines Doktors der Naturwissenschaften
der

EIDGENOESSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZUERICH

vorgelegt von

Hans-Peter Bader

Dipl.Phys.ETH

geboren am 20. Oktober 1953

von Winterthur ZH

Angenommen auf Antrag von

W. Baltensperger

Prof. Dr. W. Baltensperger ,Referent

Prof. Dr. R. Jost , Korreferent

1980

Separatdruck aus Phys.Rev.B

Band: 19,3556 (1979)

Verlag: The American Phys.Soc.

20,1977 (1979)

21,1304 (1980)

Abstract

For the isotropic Heisenberg Hamiltonian with ferromagnetic nearest neighbour (nn) and antiferromagnetic next-nearest neighbour (nnn) interactions :

$$H = - |J_1| \sum_{(nn)} \vec{S}_n \cdot \vec{S}_{n+\delta_1} + J_2 \sum_{(nnn)} \vec{S}_n \cdot \vec{S}_{n+\delta_2}$$

necessary and sufficient conditions for the ratio $|J_1|/J_2$ for a ferromagnetic ground state (FGS) for all Bravais lattices, arbitrary spin s and number of lattice sites are derived.

Furthermore the thresholds $\alpha_{cl}^{(Heis)}$, $\alpha^{(Is)}$ for FGS for the corresponding classical Heisenberg and Ising Model are calculated in the same cases.

The results show a striking order, which is explained by general properties and inequalities for the thresholds in the three cases. These inequalities alone prove the spindependence of $\alpha_{qm}^{(Heis)}$ for some cases.

These rigorous theoretical results usually agree with information based on experiments.

Zusammenfassung

In dieser Arbeit interessieren wir uns für die Werte $|J_1|/J_2$ für die der GZ des isotropen Heisenberg Hamiltonians

$$H = -J_1 \sum_{\langle nn \rangle} \vec{S}_n \cdot \vec{S}_{n+\delta_1} + J_2 \sum_{\langle nna \rangle} \vec{S}_n \cdot \vec{S}_{n+\delta_2} \quad (i)$$

mit ferromagnetischer nn und antiferromagnetischer nnn Wechselwirkung ferromagnetisch ist (FGZ, d.h. zu $S = Ns$ gehörend; s ist der Spin und N die Anzahl Gitterplätze).

Im Hauptteil berechnen wir zuerst notwendige Bedingungen für FGZ von H (Spinwellenstabilität) für alle Bravais Gitter, beliebige s, N und verbessern diese für einige Gittertypen zu s -abhängigen Kriterien. Dann entwickeln wir eine Methode zur Ableitung von hinreichenden Bedingungen und wenden sie auf alle Bravais Gitter, alle s und N an. Diese Resultate dehnen frühere Arbeiten anderer Autoren aus, die meistens nur die lineare Kette, $s = 1/2$ und kleine N ($N \leq 14$) behandelten.

Daneben berechnen wir die Schwellwerte α für $|J_1|/J_2$ für FGZ der (i) entsprechenden klassischen und Ising Modelle in denselben Fällen.

Die auffallende Systematik der Resultate wird erklärt durch einige Eigenschaften und Ungleichungen für die Schwellen der 3 Modelle, die wir beweisen und die ziemlich allgemeingültig sind. Diese beweisen auch die Spinabhängigkeit von $\alpha_{qm}^{(Heis)}$ für einige Fälle. Schliesslich zeigen wir, dass dieselben Methoden auch für kompliziertere Modelle funktionieren anhand einiger Beispiele.

Die theoretischen Resultate sind mit den meisten experimentellen Daten konsistent.