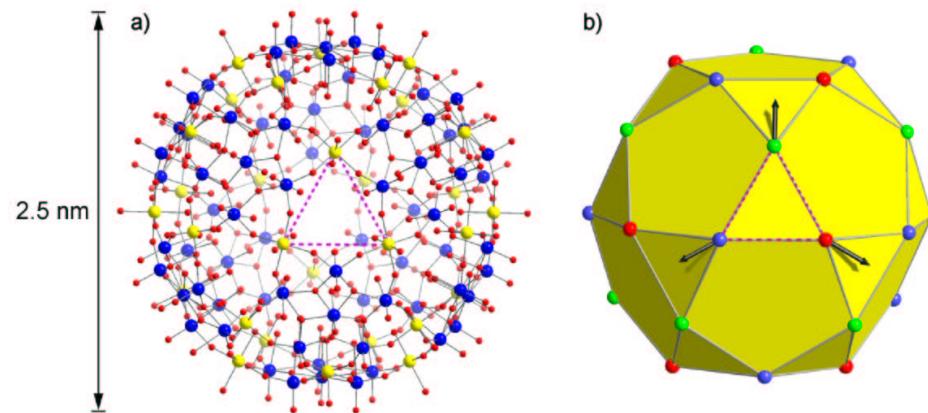


Selected small quantum systems: Theoretical techniques, fundamental properties, and thermodynamics

Jürgen Schnack

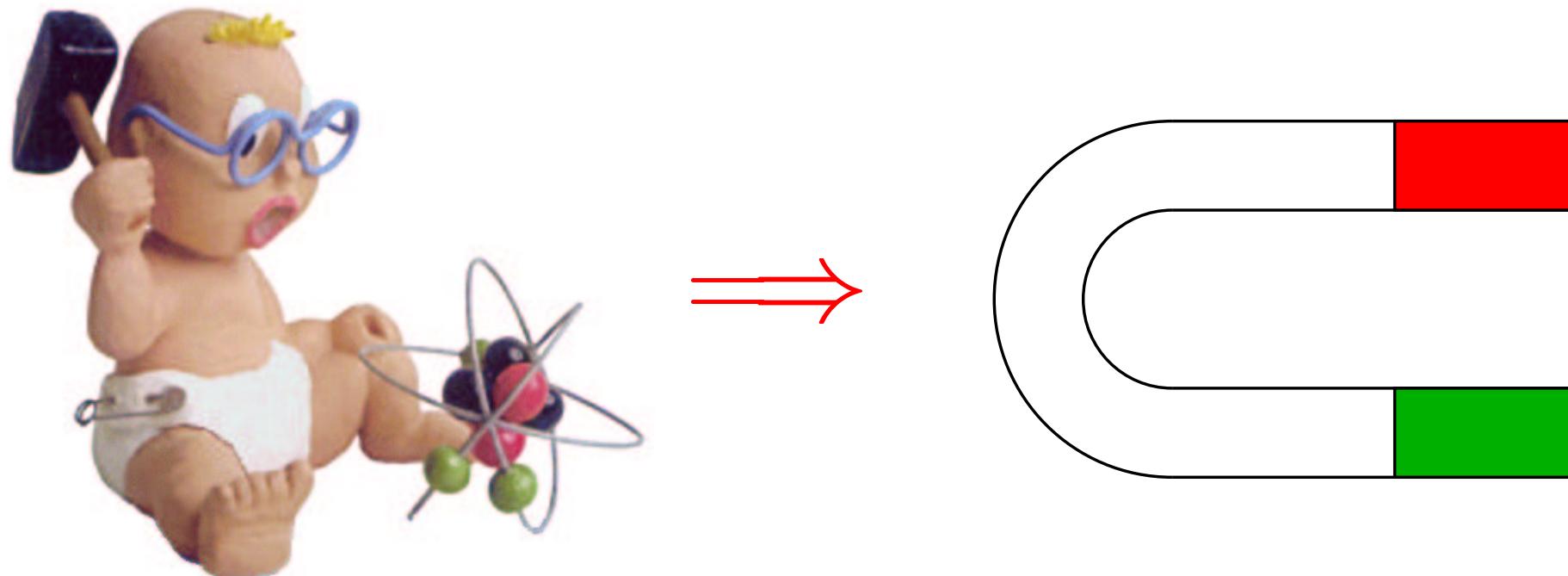
Universität Osnabrück, D-49069 Osnabrück



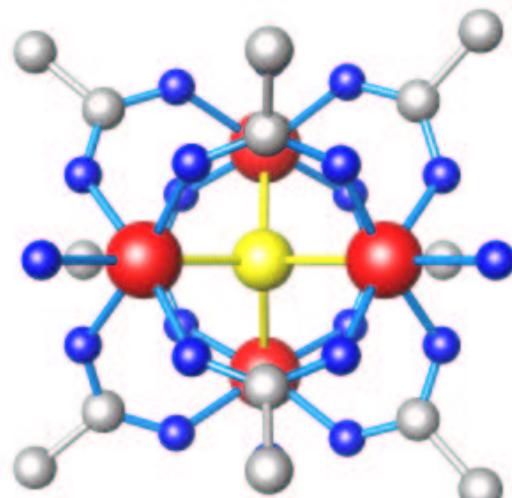
©Paul Kögerler

<http://obelix.physik.uni-osnabueck.de/~schnack/>

Kurzbiographie



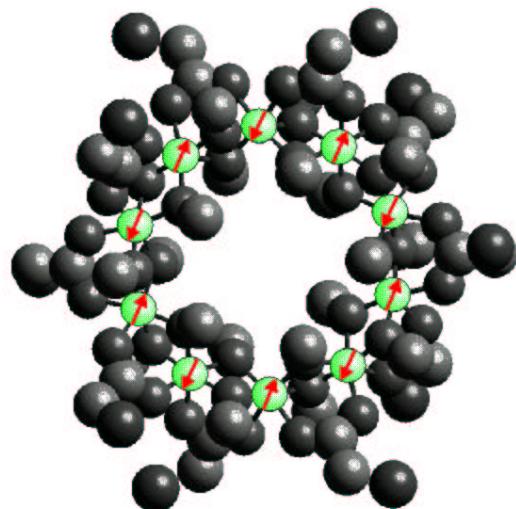
Was sind magnetische Moleküle?



Cr₄ © Ames Lab

- Makro-Moleküle, z.B. Polyoxometallate: enthalten organische Bestandteile aus Wasserstoff (H), Kohlenstoff (C) und Sauerstoff (O) sowie paramagnetische Ionen wie Eisen (Fe), Chrom (Cr), Kupfer (Cu), Nickel (Ni) oder Mangan (Mn);
- Organische magnetische Moleküle: magnetische Kopplung zwischen Hochspinmolekülen (z.B. freien Radikalen);
- intermolekulare Wechselwirkung vergleichsweise schwach.

Struktur magnetischer Moleküle

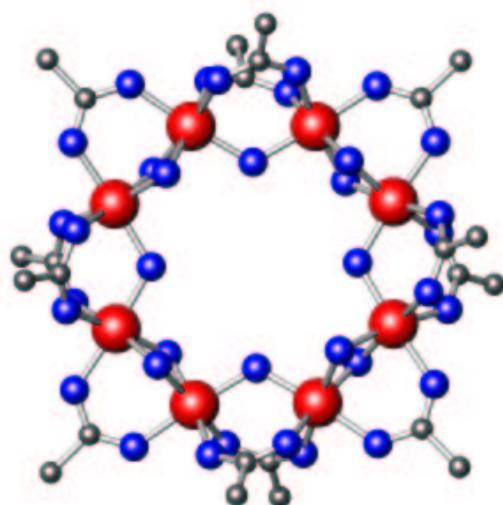


Fe_{10}

©Christian Schröder

- Dimere (Fe_2), Tetraeder (Cr_4), Würfel (Cr_8);
- Ringe, insbesondere Eisenringe (Fe_6 , Fe_8 , Fe_{10} , ...);
- komplexe Strukturen (Mn_{12});
- Fußbälle, genauer Ikosidodekaeder (Fe_{30}) und andere Makromoleküle.

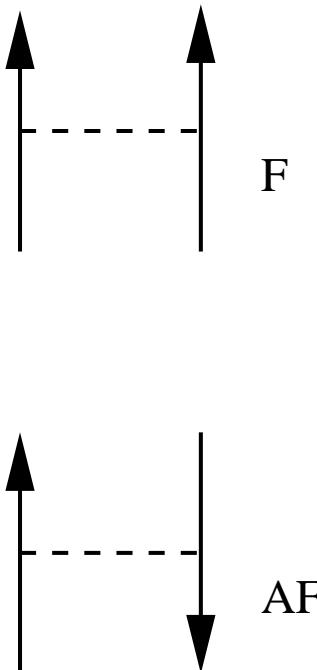
Warum magnetische Moleküle studieren?



Cr₈ © Ames Lab

- Entstehung des makroskopischen (Festkörper-) Magnetismus verstehen;
- Übergang Quantensystem (kleiner Spin) zum klassischen System (großer Spin, z.B. $s = 5/2$) untersuchen;
- relativ einfach herstellbar; Proben, z.B. Einkristalle, mit $> 10^{17}$ identischen Molekülen synthetisierbar; praktisch vollständig charakterisierbar;
- spekulative Anwendungen: magn. Speicher hoher Dichte, mesoskopische Magnete in biologischen Systemen, lichtinduzierte Nanoschalter, Computerdisplays (LIESST), Katalysatoren, Qubits für Quantencomputer.

Wechselwirkung der magnetischen Momente

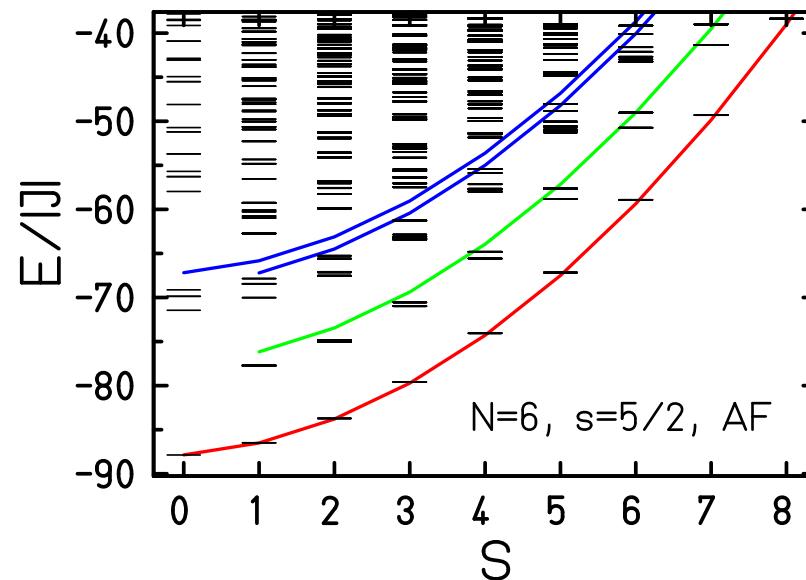
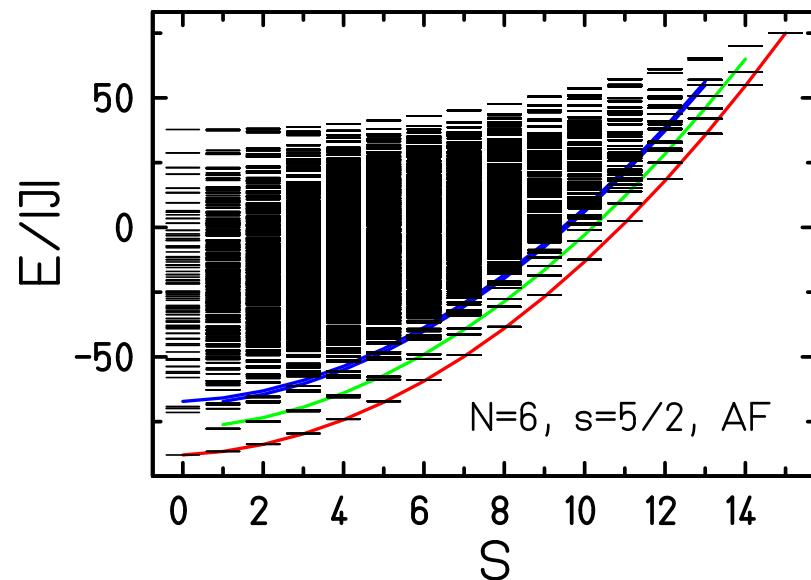


- bestimmte Metallionen, z.B. Eisen oder Kupfer, können sich wie kleine Magnetnadeln verhalten; man sagt, sie haben ein magnetisches Moment;
- magnetische Momente wechselwirken miteinander;
- sie können sich dabei parallel ausrichten (Ferromagnet) oder antiparallel (Antiferromagnet);
- die quantenmechanische Beschreibung ist etwas komplizierter, erklärt dann aber auch viele klassisch nicht begründbare Phänomene.

Forschungsergebnisse

- Grundzustandseigenschaften von Spinringen
- Rotationsbänder
- Magnetisierungssprünge

Rotationsbänder in AF Heisenberg-Ringen

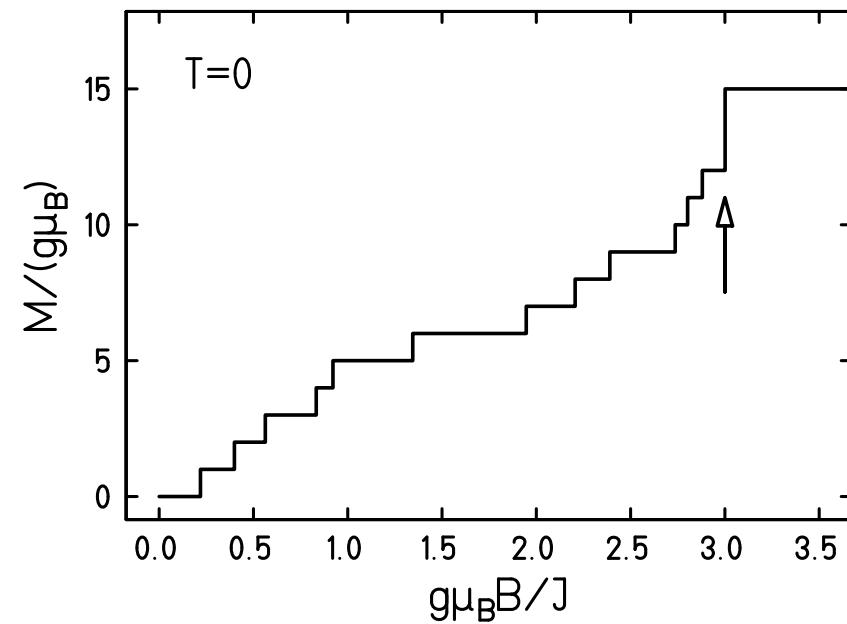
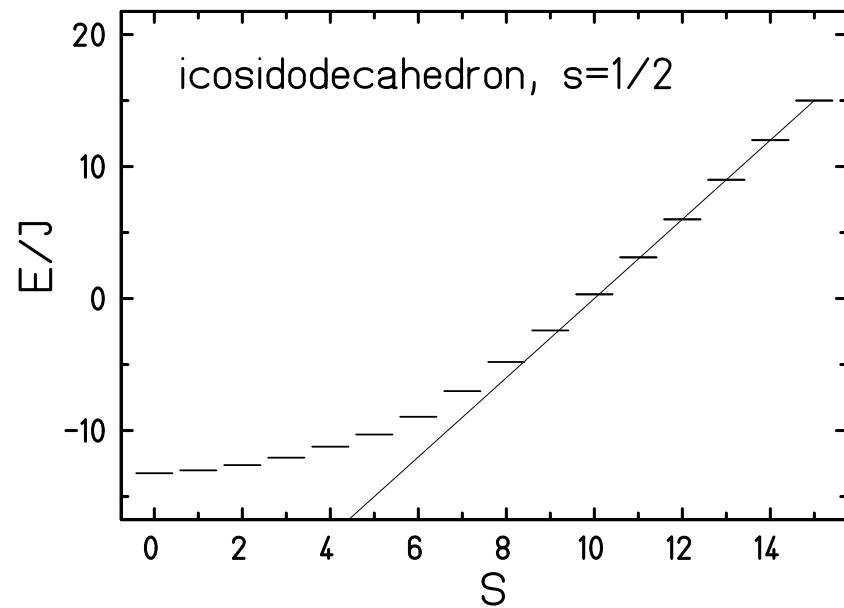


Minimale Energien $E_{min}(S)$ bilden oft ein Rotationsband, d.h., sie hängen ungefähr quadratisch vom Gesamtspin S ab (Landé-Regel).

Manchmal besteht das tiefliegende Spektrum aus einer Sequenz von Rotationsbändern.

⇒ Grundlage für Näherungsverfahren

Magnetisierungssprünge



Magnetisierungssprünge als neuer makroskopischer Quanteneffekt

Herzlichen Dank

Forschung ist ein komplexes und kooperatives Phänomen!

Deshalb herzlichen Dank

- der ganzen Arbeitsgruppe für die hervorragende Zusammenarbeit, ein sehr angenehmes Arbeitsklima und große menschliche Wärme;
- Prof. Klaus Bärwinkel für Freiraum und Unterstützung;
- apl. Prof. Heinz-Jürgen Schmidt für eine lebendige Zusammenarbeit;
- dem Fachbereich Physik für die freundliche Aufnahme (1997) und ein gutes produktives Miteinander;
- allen Kooperationspartnern, insbesondere Prof. Marshall Luban (Ames/USA), Dr. Christian Schröder (Telelogic, Bielefeld);
- meinen Eltern, meiner Familie;
- meinen Lehrern an der TU Dresden, der TU Darmstadt und der GSI Darmstadt;
- den Geldgebern: DFG, DAAD, NSF, Land Niedersachsen.

Die attraktiven Mitarbeiter der Arbeitsgruppe⁽¹⁾



(1) Nur mit der Frauenquote hapert es noch!