

Zusammenfassung vom 09.06.2009

VI Materie im Magnetfeld

Bahndrehimpuls \vec{L} :*Drehimpuls durch Bewegung der Elektronen um den Atomkern***→ erzeugt magnetisches Bahnmoment μ_l (= *Kreisstrom*)**

$$\vec{\mu}_l = -\mu_B \vec{L}$$

$$\mu_B = 9.274 \cdot 10^{-24} \text{ Am}^{-1} \quad \text{Bohr'sches Magneton}$$

$$\mu_B = \frac{e\hbar}{2m_e}$$

$$\hbar = 2\pi\hbar = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \quad \text{Planck'sches Wirkungsquantum}$$

Elektronen-Spin \vec{S} :*quantenmechanischer Drehimpuls der Elektronen (= *Eigendrehimpuls*)***→ erzeugt zusätzliches magnetisches Moment μ_s**

$$\vec{\mu}_s = -g_0\mu_B \vec{S}$$

$$g_0 \cong 2 \quad (\text{elektronischer } g\text{-Faktor})$$

Gesamtdrehimpuls \vec{J} :*der Gesamtdrehimpuls ist eine quantenmechanische Größe***→ verantwortlich für das gesamte magnetische Moment μ_j**

$$\vec{J} = \vec{L} + \vec{S}$$

gesamtes magn. Moment: $\vec{\mu}_j = \vec{\mu}_l + \vec{\mu}_s$

relative Permeabilität μ_r : $\vec{B} = \mu_r \vec{B}_0 = \mu_r \mu_0 \vec{H}$

$\vec{B}_0 =$ äußeres Magnetfeld
(d. h. ohne Materie)

Magnetisierung: $\vec{M} = \frac{1}{V} \sum_{i=1}^N \vec{\mu}_i$ $[\vec{M}] = 1 \text{ Am}^{-1}$

$\vec{H} =$ magnetische
Feldstärke (veraltet)

Magnetfeld: $\vec{B} = \vec{B}_0 + \mu_0 \vec{M} = \mu_0 (\vec{H} + \vec{M}) = \mu_r \vec{B}_0$

magnetische Suszeptibilität χ_m : $\vec{M} = \frac{1}{\mu_0} \chi_m \vec{B}_0 = \chi_m \vec{H}$

$\chi_m =$ Antwort- oder
Response-Funktion

$$\rightarrow \chi_m = \mu_r - 1$$

Klassifizierung der magnetischen Materie:

$$\vec{B} < \vec{B}_0 \Rightarrow \mu_r < 1 \Rightarrow \chi_m < 0$$

Diamagnetismus (z.B. Graphit, Wismut)

$$\vec{B} > \vec{B}_0 \Rightarrow \mu_r > 1 \Rightarrow \chi_m > 0$$

Paramagnetismus (z.B. Aluminium)

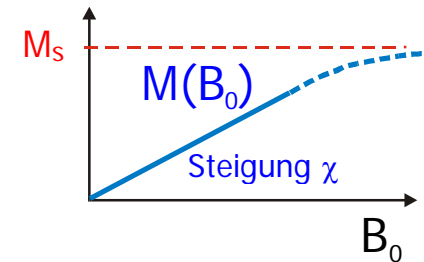
$$\vec{B} \gg \vec{B}_0 \Rightarrow \mu_r \gg 1 \Rightarrow \chi_m \gg 0$$

Ferromagnetismus („Ferrum“ = Eisen)

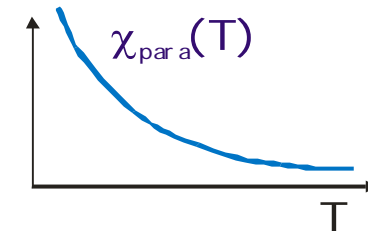
Paramagnetismus: $\chi_{\text{para}} > 0$ $\chi_{\text{para}} \begin{cases} \neq f(B_0), \text{ falls } B_0 \text{ klein} \\ = f(T) \end{cases}$
 (Al, Ti, Pt, O₂, FeCl₂)

→ **verstärkt** äußeres Magnetfeld

→ **wird zum Gebiet großer Feldstärke** hingezogen



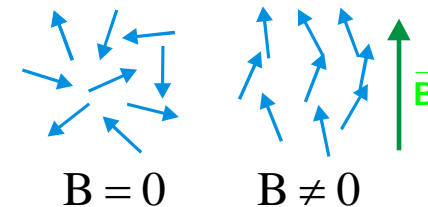
Curie-Gesetz: $\chi_{\text{para}} = \frac{C}{T}$ $C = \text{Curie-Konstante}$



Modell: Elementarmagnete (unkompensierte Bahn- oder Spinmomente) sind aufgrund der Temperaturbewegung ungeordnet

→ äußeres Magnetfeld richtet sie aus

→ Sättigung bei größtmöglicher Ausrichtung (im extrem großen B-Feld)



Diamagnetismus: $\chi_{\text{dia}} < 0$ $\chi_{\text{dia}} \neq f(B_0, T)$ → **schwächt** äußeres Magnetfeld
 (Bi, Au, Ag, Cu, C, N₂, CO₂) → **wird zum Gebiet kleiner Feldstärke** hingezogen

alle Materialien zeigen Diamagnetismus, aber er wird meist überdeckt vom Para- oder Ferromagnetismus

Ursache: induzierte elektron. Kreisströme im Magnetfeld

→ gemäß Lenz'scher Regel so gerichtet, dass äußeres Magnetfeld geschwächt wird.

