

Zusammenfassung vom 09.06.2010

VI Materie im Magnetfeld

Ferromagnetismus: $\chi_{\text{ferro}} \gg 0$ $\chi_{\text{ferro}} = f(B_0, T)$

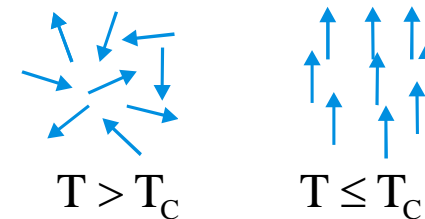
→ tritt auf unterhalb kritischer Temperatur $T_C = \text{Curie-Temperatur (Ordnungstemperatur)}$

Bsp: Fe (1043 K), Co (1388 K), Ni (627 K)

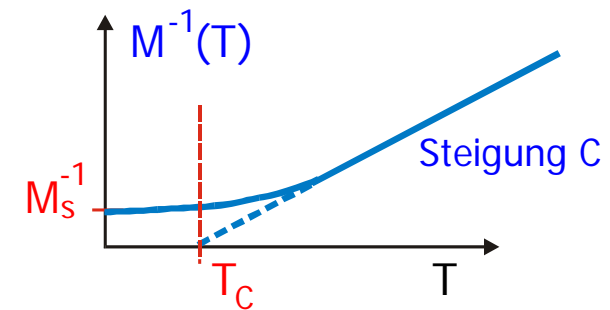
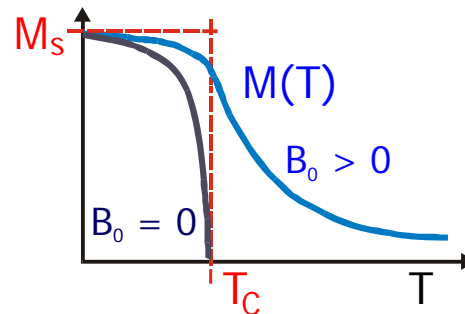
Curie-Weiss-Gesetz: für $T > T_C$: paramagnetisch: $\chi_{\text{ferro}} = \frac{C}{T - T_C}$ $C = \text{Curie-Konstante}$

→ ferromagnetische Ordnung für $T < T_C$ auch bei $B_0 = 0$

→ spontane Magnetisierung aufgrund einer quantenmechanischen Austausch-Wechselwirkung



Magnetisierungskurve:
(Temperaturabhängigkeit)

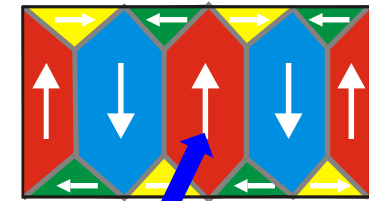


$M_s = \text{Sättigungsmagnetisierung}$

Weiss'sche Bezirke: *magnetische Domäne* = Bereich einheitlicher Magnetisierung
(= Domänen)

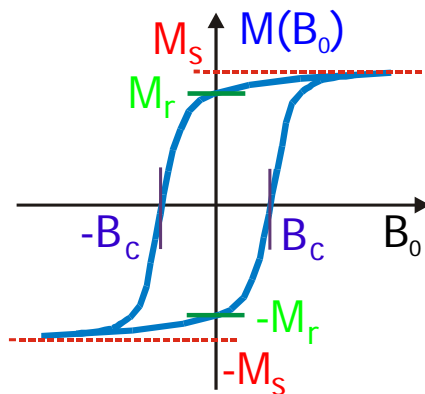
Domänenwand = Übergangsgebiet beim Übergang von einer Domäne zur nächsten. Energetisch ungünstig, da das Aufbrechen der Austausch-Kopplung Energie kostet

durch Bildung von Domänen wird *Streufeld-Energie* (= Magnetfeld außen) verkleinert auf Kosten der *Domänenwand-Energie*



magnetische Domäne

Hysteresekurve:



M_s = Sättigungsmagnetisierung

→ Maß für die Größe und Dichte der magnetischen Momente

M_r = remanente Magnetisierung

→ Maß für die Stärke eines Permanentmagneten

B_c = Koerzitivfeldstärke

→ Maß für die Resistenz gegenüber Ummagnetisierung im äußeren Feld

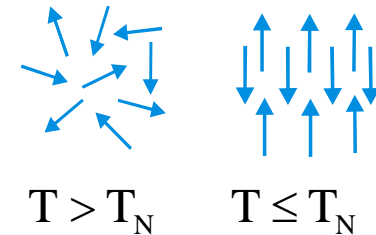
Antiferromagnetismus: (Bsp: MnO)

→ tritt auf unterhalb kritischer Temperatur: $T_N = \text{Néel-Temperatur}$
 (Ordnungstemperatur)

→ für $T > T_N$: paramagnetisch $\chi_{af} = \frac{C}{T + \theta}$ $C = \text{Curie-Konstante}$

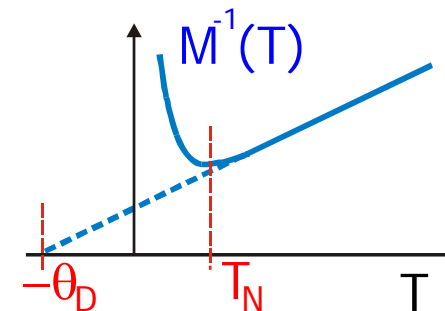
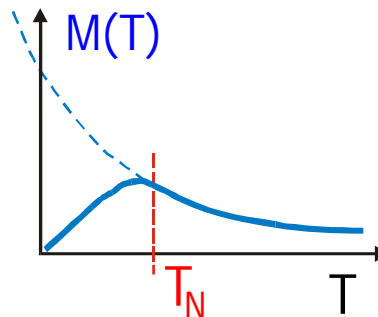
→ antiferromagnetische Ordnung für $T < T_C$ auch bei $B_0 = 0$

→ spontane antiferromagnetische Ausrichtung aufgrund einer quantenmechanischen Austausch-Wechselwirkung



→ magn. Momente paarweise so angeordnet, dass sich die (gleich großen) Momente vollständig kompensieren

Magnetisierungskurve:
 (Temperaturabhängigkeit)

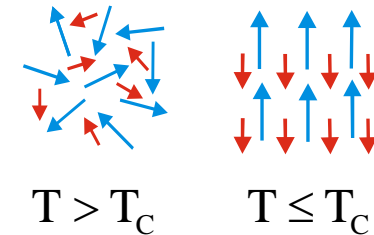


Ferrimagnetismus: (Bsp: Magnetit Fe_3O_4 , Granate: $YIG Y_3Fe_5O_{12}$)

→ tritt auf unterhalb kritischer Temperatur: $T_C = \text{Curie-Temperatur}$
 (Ordnungstemperatur)

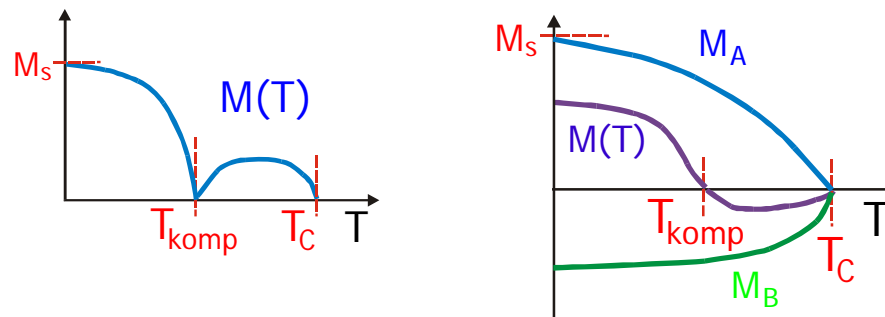
→ für $T > T_C$: paramagnetisch: $\chi_{\text{ferri}} = \frac{C}{T - T_C}$ Curie-Weiss-Gesetz

→ magnetische Momente wie beim Antiferromagnet angeordnet, aber infolge unterschiedlicher Größe und Temperaturabhängigkeit **kompensieren** sich die Momente **nicht** vollständig



→ bei $T = T_{\text{komp}}$: magn. Momente sind exakt gleich groß → **Kompensation**

Magnetisierungskurve:
 (Temperaturabhängigkeit)



Verständnisfragen: Wie kann man Para-, Ferro- und Antiferromagnete oberhalb der Ordnungstemperatur unterscheiden?

Gibt es in Ferrimagneten auch Domänen? Und in Antiferromagneten?