Paramagnetismus

Das **magnetische Moment** eines Atoms ist i.a. mit dem **Gesamtdrehimpuls** seiner Elektronen verknüpft:

Bahndrehimpuls:

$$L = mvr$$

Magnetisches Moment eines Kreisstromes:

$$m_m = IA = I\pi r^2$$

Kreisstrom:

$$I = \frac{q}{T}$$

Umlaufperiode:

$$T = \frac{2\pi r}{v}$$

$$m_m = IA = \frac{qv}{2\pi r}\pi r^2 = \frac{1}{2}qvr$$

$$\boxed{\vec{m}_m = \frac{q}{2m}\vec{L}}$$

Im Atom ist der Drehimpuls quantisiert. Wir messen **L** in Einheiten von $\hbar$=h/2π.

Mit

$$\vec{m}_m = \frac{q}{2m}\vec{L}$$

folgt daraus

$$\vec{m}_m = \frac{q\hbar}{2m}\frac{\vec{L}}{\hbar}$$

Für ein Elektron mit der Ladung q = -e und der Masse m = m_e erhält man schließlich

$$\boxed{\vec{m}_m = -\frac{e\hbar}{2m_e}\frac{\vec{L}}{\hbar} = -\mu_B\frac{\vec{L}}{\hbar}}$$

$$\mu_B = \frac{e\hbar}{2m_e} = 9{,}27\cdot 10^{-24}\,Am^2 \quad - \quad \textit{Bohrsches Magneton}$$

Atom- und Kernmomente

Neben der Beziehung

$$\boxed{\vec{m}_m = -\frac{e\hbar}{2m_e}\frac{\vec{L}}{\hbar} = -\mu_B \frac{\vec{L}}{\hbar}}$$

ist auch folgende Schreibweise gebräuchlich:

$$\vec{m}_m = \gamma \vec{L} = g \mu_B \vec{L}$$

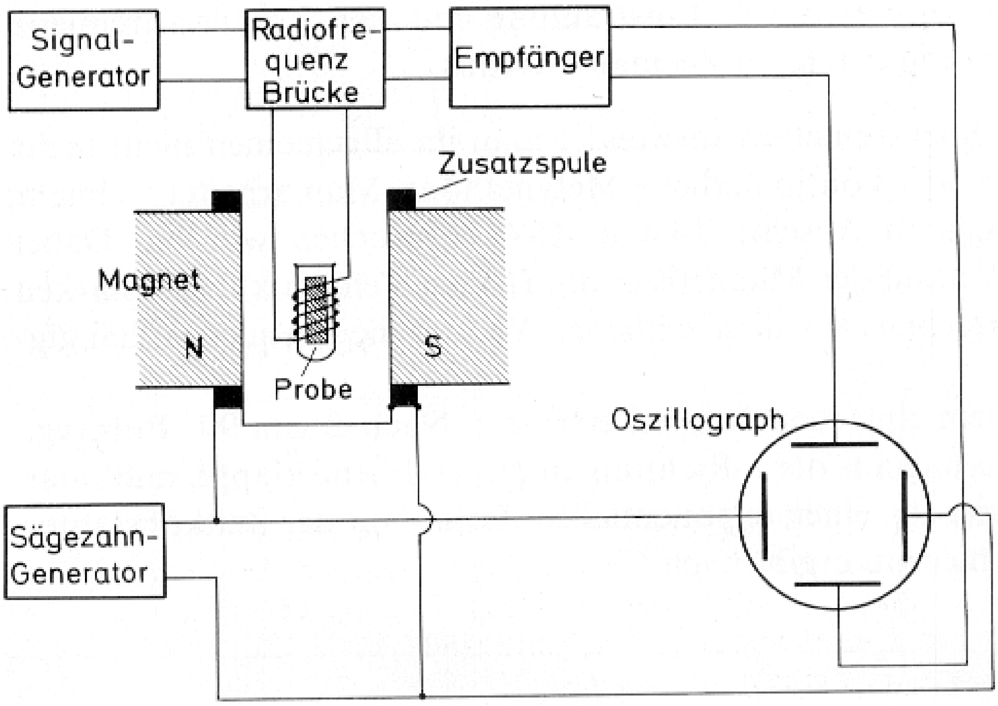
Hierin ist γ das **gyromagnetische Verhältnis** und g der **Landé-Faktor**. Es gelten folgende speziellen Werte für γ:

Teilchenbewegung	Drehimpuls	γ	$m_m=\gamma L$	$g = \gamma/\mu_B$
Elektronenbahn	$\hbar$	$\frac{e}{2m_e}$	μ_B	1
Elektronenspin	$\hbar/2$	$\frac{e}{m_e}$	μ_B	2
Protonen- bzw. Neutronenspin	$\hbar/2$	$\cong \frac{e}{2m_H}$	$\mu_K = \mu_B \frac{m_e}{m_H}$	

Das gyromagnetische Verhältnis ist eine wichtige Größe zur Errechnung der Larmorfrequenz in einem äußeren Magnetfeld B:

$$\omega_L = \gamma B$$

Anwendung findet dieser Zusammenhang z.B. in der Kernspinresonanz:



Chemische Verschiebung der Resonanzlinien durch diamagnetische Abschirmung in C_2HOH

(Abb. aus Haken,Wolf ; Atom- und Quantenphysik; Seiten 367 u. 369)