

# Dipol im Magnetfeld



# EM - 188

*Kraft, Drehmoment, Modell zu ESR und NMR*

Elektromagnetismus

Folie  Dia  Film  Video  PC-Programm  Sonstiges Anz. Blätter: 1 Datum: 27.07.00

Karte nur zur Benutzung in den Räumen der Universität Ulm, Vorlesungssammlung Physik Bearbeiter: *Dollhopf W.*

- Stichworte: Dipol, magnetisch, im homogenen oder inhomogenen Magnetfeld (Teach Spin); Magnetischer Dipol im homogenen oder inhomogenen Magnetfeld (Teach Spin); Modell zur ESR / NMR (Teach Spin); Präzession eines magnetischen Dipols (Teach Spin);
- Zweck: Mit dem kompakten Gerät sind folgende Experimente möglich: Gleichgewicht von magnetischem Drehmoment und Gravitations-Drehmoment, Kugelförmiges Pendel als harmonischer Oszillator, rotierender Dipol (Spin) mit Präzession, Kraft auf einen Dipol im inhomogenen Feld, rotierendes Magnetfeld und Analogie zu ESR und NMR.
- Zubehör: Gerät „Magnetic Torque“ {57-4} von Teach Spin, bestehend aus:
- Steuer- und Messeinheit
  - Helmholtzspulenpaar mit Luftlager
  - Zusatz für Drehfeld
  - Billardkugel mit eingebautem magnetischem Dipol
  - Alu-Röhrchen mit 95 und 140 mm Länge
  - Verschiebbares Gewicht aus Plexiglas mit O-Ring
  - Glasrohr mit Fuß und Skala

Bild:



Messingstab mit Spiralfeder und Fixierteil  
Drehbar gelagerter Scheibenmagnet zum Anhängen an die Feder  
5 Stahlkugeln  $\frac{1}{4}$ "  $\varnothing$  (= 6,45 mm  $\varnothing$ ) als Gewicht mit 1 Gramm  
Anleitung und Versuchsbeschreibungen in rotem Ordner

Aufbau und  
Durchführung:

Das Gerät ist, bis auf die, je nach Versuch verschiedenen, Zubehörteile fertig aufgebaut.

In der Anleitung findet man: Beschreibung des Aufbaus, Abmessungen, Feldstärken, Versuchsbeschreibungen mit Auswertungen.

Mögliche  
Experimente:

1. Gleichgewicht von Drehmoment eines magnetischem Dipols im homogenen Magnetfeld und Drehmoment der Gravitationskraft auf eine Masse.  
Hier wird die Kugel als reibungsfrei gelagerter Drehpunkt und als Halter für den Dipol benutzt. Das Helmholtzspulenpaar erzeugt ein homogenes Magnetfeld. Das Gravitationsdrehmoment kann durch variieren des Hebelarms verändert werden. Das magnetische Moment des Magneten kann so bestimmt werden.
2. Harmonische Schwingung eines Kugelpendels. Der magnetische Dipol in der Kugel ist im homogenen Magnetfeld der Helmholtzspulen ausgerichtet. Die Kugel ist luftgelagert. Nach einer Auslenkung des Dipols aus der Ruhelage schwingt er; die Periodendauer hängt vom Magnetfeld ab. Das magnetische Moment des Magneten kann auch hier bestimmt werden.
3. Präzessionsbewegung: Die Kugel mit dem magnetischen Dipol rotiert ohne externes Magnetfeld; die Drehfrequenz wird mit Hilfe des eingebauten Stroboskops gemessen. Nach Einschalten eines Magnetfelds präzediert der Dipol. Aus der Präzessionsfrequenz kann wiederum das magnetische Moment bestimmt werden.
4. In einem inhomogenen Magnetfeld (Feldgradient durch Umpolen des Stroms in einer der Spulen) kann die Kraft auf einen magnetischen Dipol mit Hilfe einer Federwaage bestimmt werden.
5. Durch ein von Hand zu drehendes weiteres Magnetfeld kann der präzedierende Dipol aus Versuch 3 dazu gebracht werden seine Drehachse zu ändern (Spin-Flip). Dies kann als Analogie zur ESR bzw. NMR gesehen werden.

Hinweis und  
Bewertung:

**Andere Versuche** zu den Themen 1 bis 5:

Zu 1.: EM 8, Drehmoment auf einen magnetischen Dipol im homogenen Magnetfeld. *Bei EM 8 kann der magnetische Dipol variiert werden (Spule), hier bei EM 188 ist die quantitative Auswertung gut zu machen. Der Versuch ist für die Demonstration etwas klein (fummelig).*

Zu 2.: Dazu gibt es keinen vergleichbaren anderen Versuch

Zu 4.: EM 184, Kraftwirkung auf einen magnetischen Dipol im inhomogenen Magnetfeld.

*EM 184 ist nur qualitativ, EM 188 ist quantitativ auszuwerten.*

Zu 3. und 5.: AT 31, Modellversuch zur ESR

*AT 31 ist wesentlich leichter zu handhaben (Kurbel für Drehfeld, Kugel kann alle Richtungen annehmen da nichts heraussteht)*