

Modellversuch zur Elektronenspinresonanz

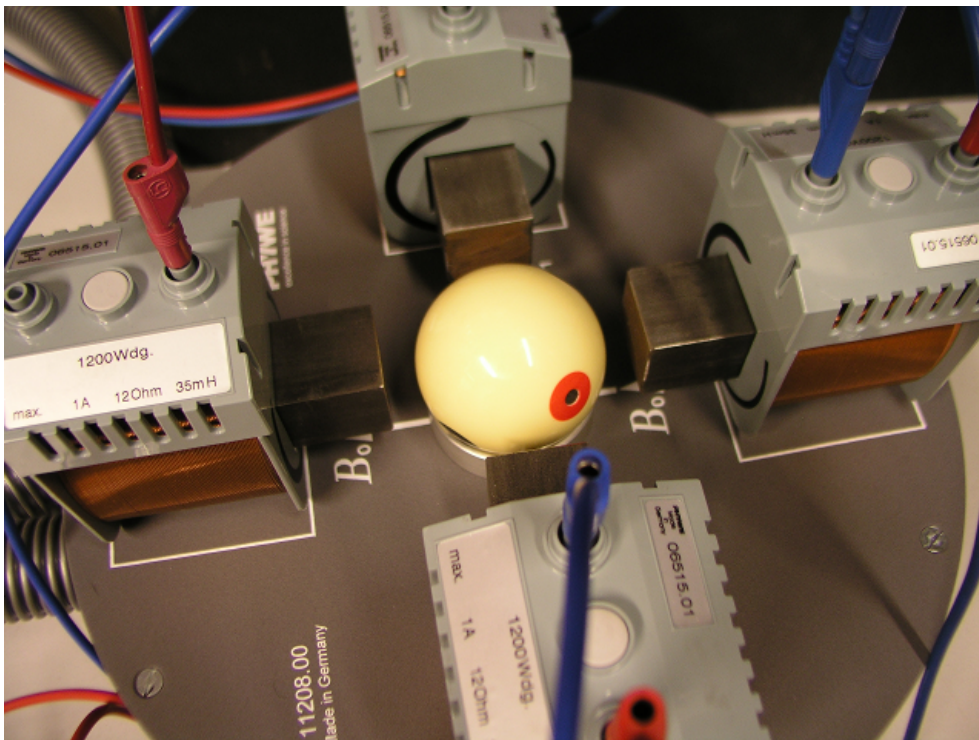


Bild 1: Aufbau des Versuchs

Geräteliste:

4 Spulen 1200 Wdg. / 1 A mit Eisenkern, Aufbau für Luftkissenkreisen mit passender Kugel, Doppel-Wechselschalter, Netzteil min. 2 A

Versuchsbeschreibung:

Die Platte mit der Luftkissenöffnung ist leicht zu einer Seite gekippt und die Kugel bekommt im leicht schrägen Luftstrom eine hohe Drehzahl. Der in die Kugel eingelassene Magnet zeichnet eine Hauptträgheitsachse aus und diese stellt sich im Raum starr. Ein „kräftefreier“ Kreisel dessen Rotationsachse und Richtung des Drehimpulses zusammenfallen ist realisiert.

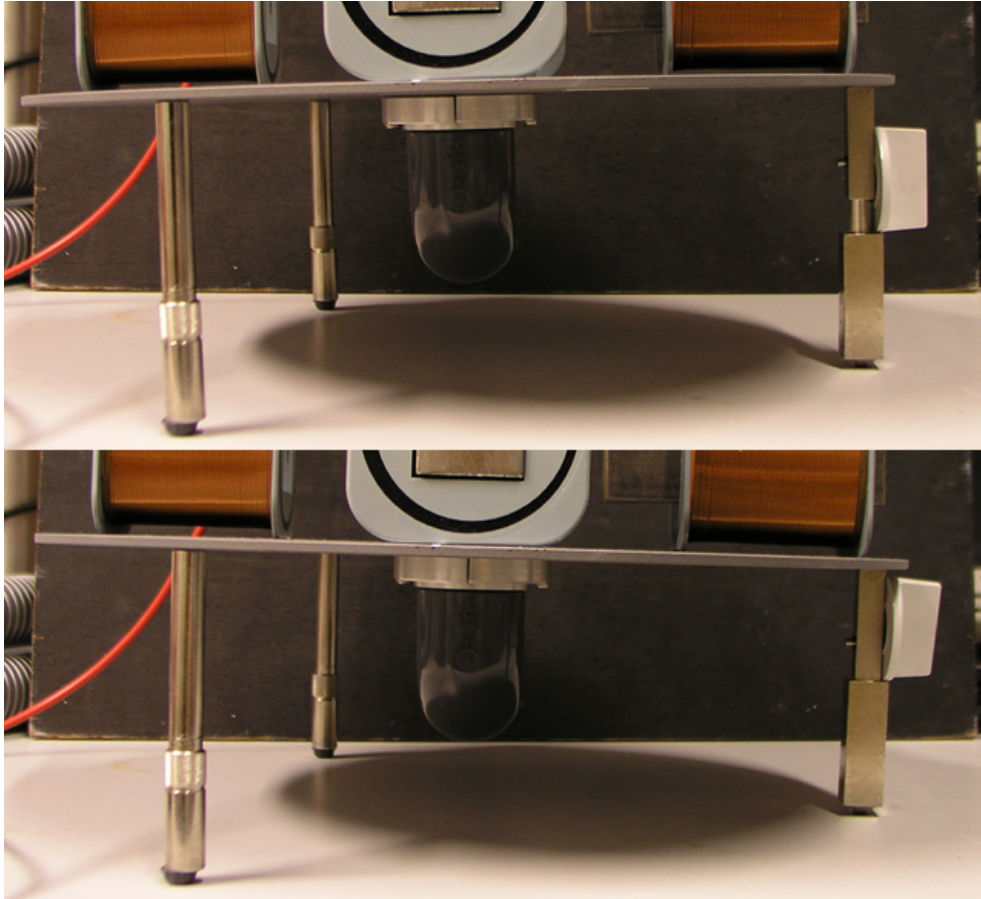


Abb. 2: Die Platte ist in 2 Stellungen Kippbar

Entlang einer Achse wird nun ein konstantes Magnetfeld angelegt, dadurch wird eine ablenkende Kraft auf die Rotationsachse ausgeübt, die zu einer langsamen Präzessionsbewegung senkrecht zur Richtung der Kraft und senkrecht zur Rotationsachse führt.

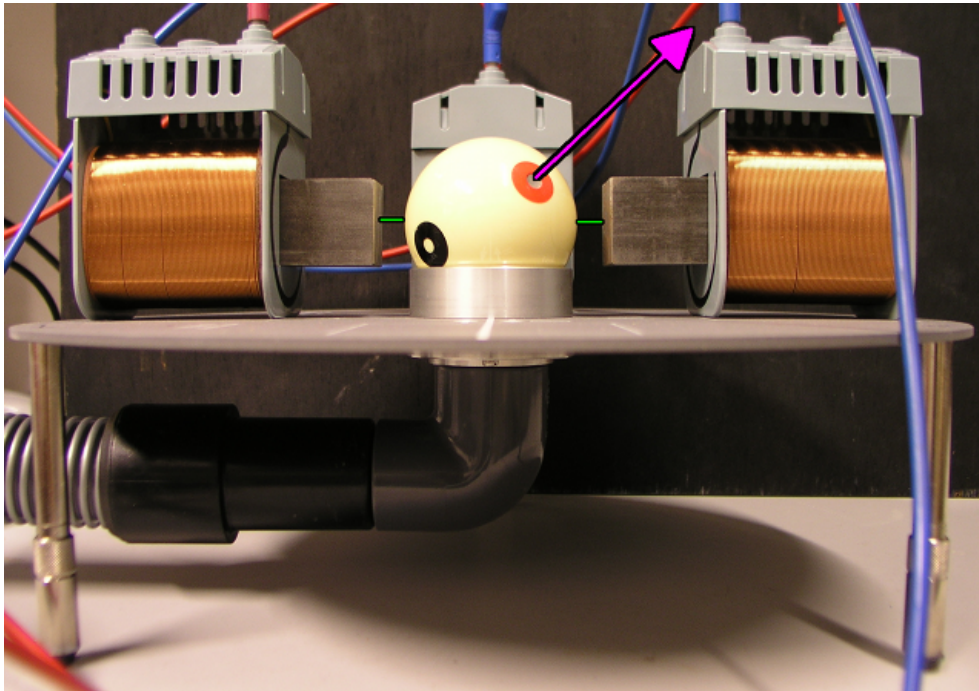


Abb. 3: Die Drehachse der Kugel (rosa) präzediert um die Achse des angelegten Magnetfeldes (grün)

Die Frequenz dieser Präzessionsbewegung dient als Schalttakt für den Doppel Wechselschalter, mit dem senkrecht zum konstanten Magnetfeld ein Wechselndes Magnetfeld geschaltet werden kann. Dadurch bekommt die Präzessionsbewegung der Kugel eine größere Amplitude. Das geht soweit, dass sich der Drehimpuls der Kugel umkehrt. In diesem Zustand wird dann die Kippstellung der Platte geändert, damit der treibende Luftstrom die neue Drehrichtung aufrecht erhält.

Bemerkungen:

Der Aufbau erfolgt nach folgendem Schaltplan:

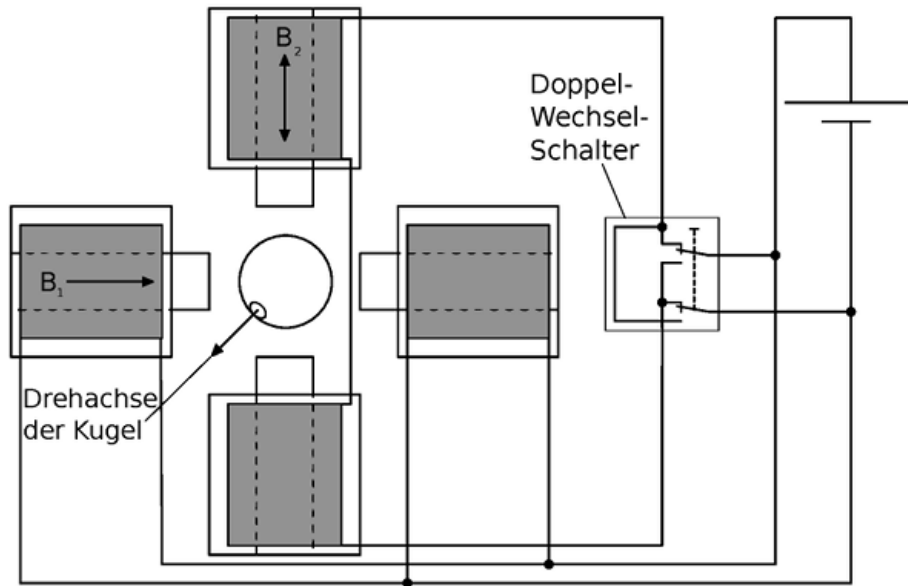


Abb. 4: Schaltplan des Versuchs.

Die Magnete können mit einer Stromquelle (10V 2A) betrieben werden. Die Magnete für das konstante Feld werden parallel geschaltet und die für das Wechselfeld in Reihe.

Den Luftstrom bei leichter Neigung einschalten. Wenn beim Aufbau der Rotation der Magnet in der Kugel nicht sauber in die Richtung der Hauptträgheitsachse zeigt (kein ruhiger Lauf, der grüne oder rote Kreis mit dem sichtbaren Pol ist nur verschwommen wahrnehmbar) kann mit einem ferromagnetischen Schraubendreher nachgeholfen werden. Der Luftstrom kann zu Beginn etwas stärker gewählt werden, wenn eine hohe Drehzahl erreicht ist wird er auf die minimale Stufe eingestellt.

Die Spulen positionieren und die Eisenkerne nah an die Kugel schieben. Die wirksamen Felder sind dann ein wenig größer. Die Präzession ist deutlich erkennbar in der Größenordnung $< 1\text{ Hz}$ und leicht zu verfolgen.

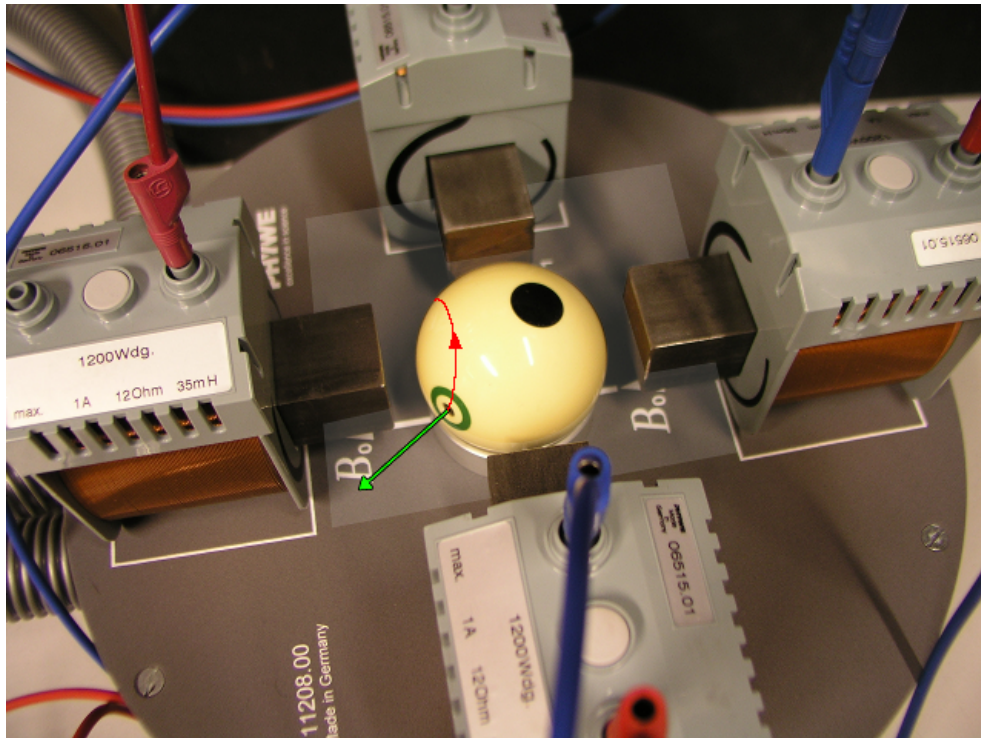


Abb. 5: Die Drehachse (grün) schneidet auf ihrer Bahn (rot) die horizontale Ebene (weiß schattiert).

Das Setzen der Wechselfelds muss ein wenig geübt werden. Eine mögliche Vorgehensweise ist es, den Zeitraum für das wirksame Feld in den Teil der Periode zu legen an dem sich die Rotationsachse aus der horizontalen Ebene nach oben bewegt (Abb. 5) und bis zum Durchlaufen der vertikalen Ebene eingeschaltet zu lassen. Für die andere Polung ist das dann entsprechend der Zeitraum zwischen dem Schnittpunkt der Rotationsachse von oben durch die horizontale bis zum Durchlaufen der vertikalen Ebene. Die Amplitude der Präzession ändert sich, sie wird größer. Gleichzeitig ändert sich auch die Präzessionsfrequenz (im Gegensatz zur „echten“ ESR). Daher muss die Resonanzfrequenz hier von Hand nachgeführt werden. Die Drehzahl wird durch den Umklapp-Prozess geringer, da der asymmetrische Luftstrom nicht mehr die Rotation unterstützt sondern in einem Winkel dazu verläuft. Nach dem Umklappen des Spins bremsst der Luftstrom die Rotation der Kugel aus diesem Grund muss nach dem Umklappen des Spins auch die Kippung der Anordnung gewechselt werden.