

## AUFGABEN

- Beobachtung der Resonanzkurve von DPPH.
- Bestimmung der Resonanzfrequenz in Abhängigkeit vom Magnetfeld.
- Bestimmung des Landé-Faktors des freien Elektrons.

## ZIEL

Nachweis der Elektronenspinresonanz an DPPH.

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Elektronenspinresonanz (ESR) basiert auf der Energieabsorption durch Stoffe mit ungepaarten Elektronen, die sich in einem externen magnetischen Gleichfeld befinden. Die Energie wird einem hochfrequenten Wechselfeld entnommen, das senkrecht zum Gleichfeld eingestrahlt wird. Entspricht die Frequenz des Wechselfeldes der Resonanzfrequenz, ändert sich resonanzartig die Impedanz der mit dem Stoff gefüllten Sendespule und auf dem Oszilloskop wird ein Ausschlag beobachtbar. Ein geeigneter Stoff hierfür ist Diphenyl-Picryl-Hydrazyl (DPPH).

## BENÖTIGTE GERÄTE

Anzahl	Geräte	Art.-Nr.
1	ESR/NMR Basissatz (230 V, 50/60 Hz)	1000638 oder
	ESR/NMR Basissatz (115 V, 50/60 Hz)	1000637
1	ESR Ergänzungssatz	1000640
1	Analog-Oszilloskop 2x30 MHz	1002727
2	HF-Kabel	1002746

# 3

## ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

Die Elektronenspinresonanz (ESR) basiert auf der Energieabsorption durch Stoffe mit ungepaarten Elektronen, die sich in einem externen magnetischen Gleichfeld befinden. Die Energie wird einem hochfrequenten Wechselfeld entnommen, das senkrecht zum Gleichfeld eingestrahlt wird. Entspricht die Frequenz des Wechselfeldes der Resonanzfrequenz, ändert sich resonanzartig die Impedanz der mit dem Stoff gefüllten Sendespule und auf dem Oszilloskop wird ein Ausschlag beobachtbar. Ursache für die Resonanzabsorption ist das „Umklappen“ des magnetischen Moments des freien Elektrons. Die Resonanzfrequenz ist abhängig von der Stärke des Gleichfeldes, die Breite des Resonanzsignals von dessen Homogenität.

Das magnetische Moment eines Elektrons mit reinem Spinmagnetismus nimmt im Magnetfeld  $B$  die diskreten Zustände

$$(1) \quad E_m = -g_j \cdot \mu_B \cdot m \cdot B, \quad m = -\frac{1}{2}, \frac{1}{2}$$

$$\mu_B = 9,274 \cdot 10^{-24} \frac{J}{T} : \text{Bohrsches Magneton}$$

$$g_j = 2,0023 : \text{Landé-Faktor}$$

ein. Der Abstand zwischen beiden Niveaus beträgt somit

$$(2) \quad \Delta E = g_j \cdot \mu_B \cdot B$$

Resonanz ist genau dann erreicht, wenn die Frequenz  $f$  des eingestrahlichten Wechselfeldes die Bedingung

$$(3) \quad h \cdot f = \Delta E,$$

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js} : \text{Planck'sche Konstante}$$

erfüllt.

In Experiment wird die Elektronenspinresonanz an Diphenyl-Picryl-Hydrazyl (DPPH) nachgewiesen, einer organischen Verbindung, deren Moleküle ein ungepaartes Elektron aufweisen. Das magnetische Gleichfeld wird in einem Helmholtz-Spulenpaar erzeugt und sägezahnförmig zwischen Null und dem Maximalwert  $B_{\text{max}} = 3,5 \text{ mT}$  durchlaufen. Nun wird die Frequenz  $f$  gesucht, bei der Resonanzabsorption an einer bestimmten Position auf dem Sägezahn, also bei einem vorgewählten Magnetfeld stattfindet.

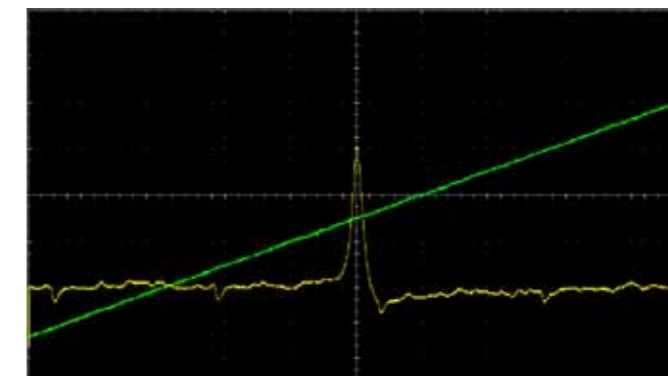


Abb. 1 Absorptionssignal und zeitlicher Verlauf des Magnetfeldes bei der Elektronenspinresonanz an DPPH.

## AUSWERTUNG

Aus (2) und (3) ergibt sich folgender Zusammenhang zwischen der Resonanzfrequenz  $f$  und dem Magnetfeld  $B$ .

$$f = g_j \cdot \frac{\mu_B}{h} \cdot B$$

Die Messwerte liegen also im Rahmen der Messgenauigkeit auf einer Ursprungsgeraden, aus deren Steigung der Landé-Faktor bestimmt werden kann.

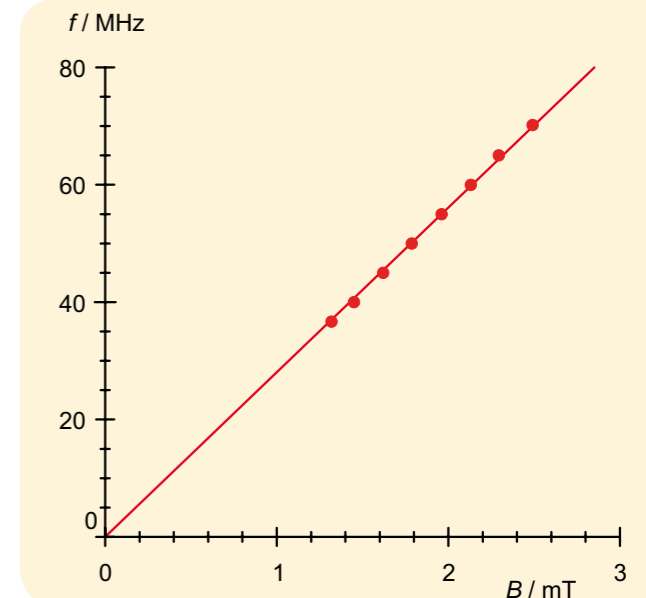


Abb. 2 Resonanzfrequenz  $f$  in Abhängigkeit von Magnetfeld  $B$

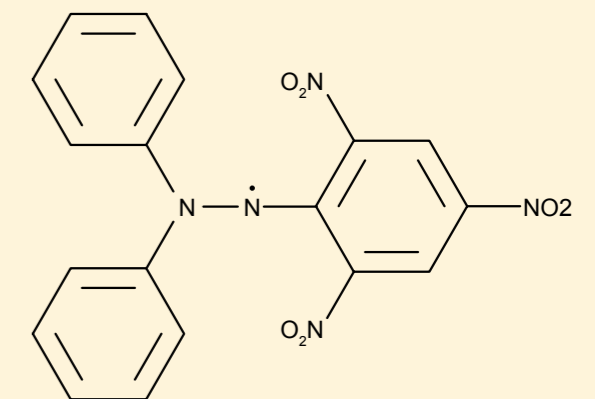


Abb.3 Molekülstruktur von DPPH