

606

## **Messung der Suszeptibilität paramagnetischer Substanzen**

Leander Flottau  
leander.flottau@tu-dortmund.de

Jan Gaschina  
jan.gaschina@tu-dortmund.de

Durchführung: 27.04.2021

Abgabe: 04.05.2021

TU Dortmund – Fakultät Physik

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Auswertung</b>	<b>3</b>
1.1	Güte des selektiven Verstärkers . . . . .	3
1.2	Berechnung der Suszeptibilität mittels Quantenzahlen . . . . .	3
1.3	Berechnung der Suszeptibilität durch Messungen an der Brückenschaltung	4
1.4	Vergleich der Suszeptibilitäten . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Diskussion</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Literatur</b>	<b>5</b>

# 1 Auswertung

In diesem Kapitel sollen die aufgenommenen Messwerte ausgewertet werden mit dem Ziel die Suszeptibilität zweier Materialien zu bestimmen.

## 1.1 Güte des selektiven Verstärkers

Um die Güte des selektiven Verstärkers zu bestimmen wurde für unterschiedliche Frequenzen bei gleicher Eingangsspannung  $U_E$  die verstärkte Spannung gemessen. Das Ergebnis ist im folgenden Diagramm Abbildung 1 aufgetragen:

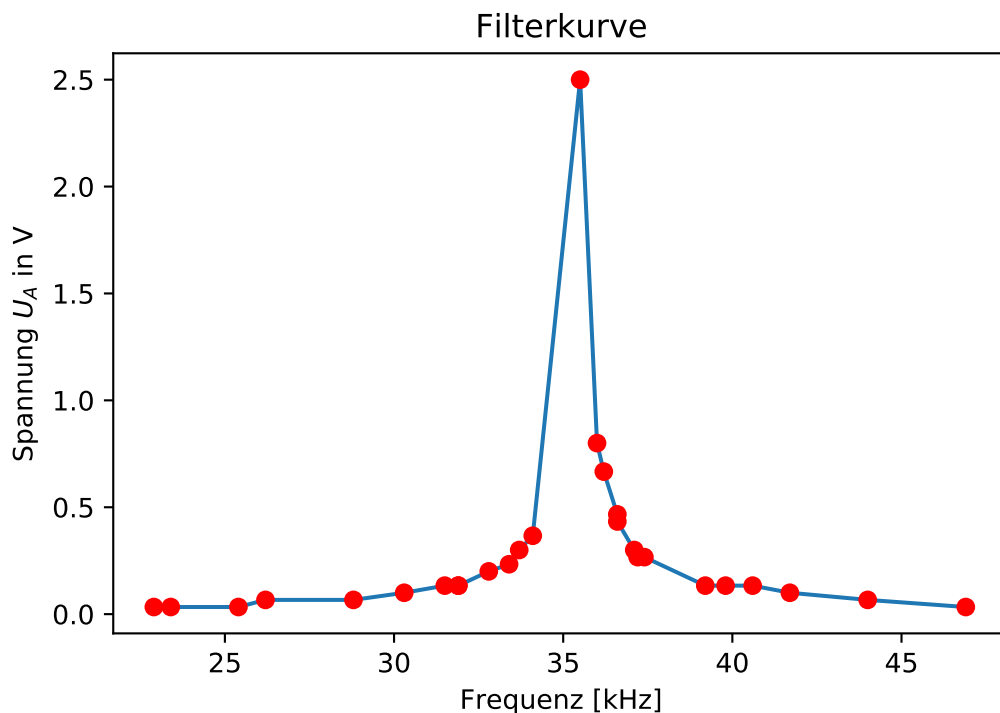


Abbildung 1: Intensitäten nach Winkel eines Gallium-Absorbers

## 1.2 Berechnung der Suszeptibilität mittels Quantenzahlen

$Dy^{3+}$  besitzt 9 Elektronen auf der 4f-Schale, es müssen also nach der ersten Hundschen-Regel sieben Elektronen einen Spin  $\uparrow$  und 2 Elektronen einen Spin  $\downarrow$  besitzen es folgt also  $S=2,5$ . Der Gesamtbahndrehimpuls  $L$  soll nach der zweiten Hundschen-Regel maximal werden es folgt also  $L=3+2=5$ . Da die Schale nur 14 Elektronen fasst und daher mit neun Elektronen mehr als Halbvoll besetzt ist folgt nach der dritten Hundschen-Regel  $J=L+S=5+2,5=7,5$ . Auf gleiche Weise lassen sich für  $Gd^{3+}$  die Zahlen  $S=3,5$ ,  $L=0$  und  $J=3,5$  herleiten. Damit lassen sich über ?? die Landé-Faktoren berechnen:

$$\Rightarrow g_j(Dy^{3+}) = 1.33$$

$$g_j(Gd^{3+}) = 2.00$$

Als nächstes werden dann die Momente pro Volumenanteil  $N = \frac{\rho}{M}$  mit der Dichte  $\rho$  und der molaren Masse  $M$  berechnet:

**Tabelle 1:** Berechnete Rydbergenergien

Material	Dichte $\rho$ in $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	M in $\frac{\text{kg}}{\text{mol}}$	N in $\frac{1}{\text{m}^3}$
$Dy_2O_3$	7810	0.373	$1.261 \times 10^{28}$
$Gd_2O_3$	7410	0.362	$1.233 \times 10^{28}$

Daraus folgt sofort über ?? mit  $T = 25^\circ\text{C} = 298.15\text{K}$

$$\mu_B = 9.274 \times 10^{-24} \frac{\text{J}}{\text{T}}$$

$$\mu_0 = 1.256 \times 10^{-6} \frac{\text{N}}{\text{A}^2}$$

$$k = 1.380 \times 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

$$\chi_{Dy_2O_3} = 12.444 \times 10^{-3}$$

$$\chi_{Gd_2O_3} = 6.798 \times 10^{-3}$$

### 1.3 Berechnung der Suszeptibilität durch Messungen an der Brückenschaltung

Zunächst werden die  $\Delta R$  berechnet und deren Mittelwert gebildet:

$$\Delta R_{Dy_2O_3} = 1.55833$$

$$\Delta R_{Gd_2O_3} = 0.76833$$

Als nächstes wird dann  $Q_{real} = \frac{m}{l \cdot \rho_w}$  berechnet:

$$Q_{real, Dy_2O_3} = 1.489 \times 10^{-5}$$

$$Q_{real, Gd_2O_3} = 1.153 \times 10^{-5}$$

Jetzt können mit  $\chi = 2 \frac{\Delta R F}{Q_{real} R_3}$  sofort die Suszeptibilitäten berechnet werden:

$$\chi_{Dy_2O_3} = 18.124 \times 10^{-3}$$

$$\chi_{Gd_2O_3} = 11.540 \times 10^{-3}$$

### 1.4 Vergleich der Suszeptibilitäten

Die berechneten Suszeptibilitäten weichen stark von den gemessenen ab.

**Tabelle 2:** Vergleich der Suszeptibilitäten

Material	$\chi_{Quant}$ in $\frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$	$\chi_{gemessen}$ in $\frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$	Abweichung in %
$\text{Dy}_2\text{O}_3$	$12.444 \times 10^{-3}$	$18.124 \times 10^{-3}$	9.03
$\text{Gd}_2\text{O}_3$	$6.798 \times 10^{-3}$	$11.540 \times 10^{-3}$	69.76

## 2 Diskussion

In diesem Versuch sollte zunächst die Güte des verwendeten Selektivverstärkers berechnet werden, dies war leider nicht möglich da die Ausgangsspannung des Sinus Generators nicht bekannt ist, daher wurde in Unterabschnitt 1.1 nur die recht ungenaue Verstärkerkurve dargestellt. Es konnten in der Nähe des Maximums der Kurve also bei etwa 35,5KHz keine weiteren Messwerte aufgenommen werden da der Frequenzgenerator in diesem Bereich die Frequenz nicht halten konnte und so kein eindeutiger Messwert, weder von verstärkter Spannung noch von Frequenz, abzulesen war. Die Vermutung liegt nahe das der Verstärker den Frequenzgenerator in der Nähe der hauptsächlich zu verstärkenden Frequenz beeinflusst also z.B. mit ihm in Resonanz tritt. Als nächstes wurden dann über Quantenzahlen die Suszeptibilitäten bestimmt diese sollten im Rahmen der Präzision der Theorie und abgesehen von Rundungsfehlern genau sein. Die Abweichungen zu den Literaturwerten kann hier leider nicht gezeigt werden da diese nicht vorliegen. Um die Suszeptibilitäten zu messen wurde im nächsten Teil eine definierte Menge der jeweiligen Probe in eine Lange Spule eingeführt welche Teil einer Brückenspannung ist. Die Brückenspannung wurde gemessen und abgeglichen und aus der zum Abgleich nötigen Änderung der Widerstände die Suszeptibilität berechnet. Die gemessenen Werte weichen wichen wie in zu sehen stark von den berechneten ab. Es sind für Dysprosiumtrioxid 9,03% und für Gadoliniumtrioxid sogar 69,76%. Mögliche Fehlerquellen sind hier das Glasrohr in welchem die Probe gelagert wurde, eine nicht bekannte also nur abgeschätzte Raumtemperatur, die nicht ganz Monofrequente verstärkung des Selektivverstärkers und ungenauigkeiten beim ablesen der Spannungswerte. Im ganzen kann gesagt werden das die Methode der messung mittels Brückenspannung sehr ungenau und fehleranfällig zu sein scheint.

## 3 Literatur

1. TU Dortmund, Versuch 602 Röntgenemmission und Absorption
2. Demtröder, Wolfgang, 1995, Experimentalphysik 2, 6.Aufl., Berlin