

UNIVERSITÄT ZU KÖLN

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE FAKULTÄT



PRAKTIKUM B

B1.5

Statistik der Kernzerfälle

CATHERINE TRAN
CARLO KLEEFISCH
OLIVER FILLA

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Theoretische Grundlagen	4
2.1	Magnetismus	4
2.1.1	Dipolmoment	4
2.1.2	Spin	4
2.2	Chemie	4
2.2.1	Radikal	4
2.3	Elektrotechnik	5
2.3.1	Schwingkreise	5
2.3.2	Impedanz	5
2.3.3	Wheatstonebrücke	5
3	Durchführung	7
4	Auswertung	8
5	Fazit	9
6	Literatur	10

1 Einleitung

2 Theoretische Grundlagen

2.1 Magnetismus

2.1.1 Dipolmoment

Das magnetische Dipolmoment $\vec{\mu}$ tritt auf, wenn sich elektrische Ladungen bewegen. Es lässt sich über das auf einen magnetischen Dipol wirkende Drehmoment $\vec{\tau}$ in einem Magnetfeld \vec{B} definieren.

Für eine ebene Leiterschleife ist es folgendermaßen beschrieben. [3] Damit ist das Dipolmoment $\vec{\mu}$ parallel zum Drehimpuls \vec{L} .

$$\vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B} \quad (2.1)$$

Das magnetische Moment eines Atoms wird durch Rotation einer elektrischen Ladung erzeugt. Beispielsweise entsteht im Bohr–Sommerfeldschen Atommodell das Bohrsche Magneton μ_B durch die Rotation eines Elektrons um den Atomkern. Es wird durch die reduzierte Planck–Konstante \hbar , die Elementarladung e und die Elektronenmasse m_e beschrieben.

$$\mu_B = \frac{e\hbar}{2m_e} \quad (2.2)$$

2.1.2 Spin

Der Spin \vec{s} ist der Drehimpuls, der durch die Rotation eines Körpers um sich selbst entsteht. Er kann nur einen von zwei Werten annehmen.

Beispielsweise beträgt der Eigenwert des Elektronenspins immer $\pm\frac{\hbar}{2}$, insbesondere gilt für die z -Komponente des Spins $\hat{s}_3 |z\pm\rangle = \pm\frac{\hbar}{2} |z\pm\rangle$. Dadurch ist die magnetische Quantenzahl $m = \pm\frac{1}{2}$. Da j die Grenzen der gültigen m definiert, muss die Drehimpulsquantenzahl $j = s = \frac{1}{2}$ sein. Dies wird als Spin bezeichnet.

Da $s = \frac{1}{2}$ nennt man Elektronen *Spin- $\frac{1}{2}$ -Teilchen* oder Fermionen.

2.2 Chemie

2.2.1 Radikal

Als Radikale bezeichnet man Atome oder Moleküle mit mindestens einem ungepaarten Elektron, die meist besonders reaktionsfreudig sind. Radikale werden mit einem Punkt dargestellt, z.B. Stickstoffmonoxid (NO^\bullet), der das freie Elektron symbolisiert. [4]

2.3 Elektrotechnik

2.3.1 Schwingkreise

Ein *LC-Schwingkreis* besteht aus einem Kondensator C und einer Spule L , die kurzgeschlossen sind. Die Ladung des Kondensators wird über die Spule entladen und infolge der Selbstinduktion der Spule umgekehrt gepolt wieder aufgeladen. Wegen Leitungswiderständen klingt der Schwingkreis nach wenigen Perioden ab.

2.3.2 Impedanz

Die elektrische *Impedanz* ist ein elektrischer Widerstand in der Wechselstromtechnik. Sie gibt bei einem zweipoligen Netzwerkelement das Verhältnis von elektrischer Spannung U zur Stromstärke I an.

Der Begriff wird insbesondere dann verwendet, wenn zwischen den beiden Größen eine Phasenverschiebung besteht, wodurch sich das Verhältnis vom Widerstand in Gleichstromanwendungen unterscheidet.

Die Impedanz einer Spule S_L wird durch die Induktivität L bestimmt, die Impedanz eines Kondensators S_C durch die Kapazität C .

$$Z_L = i\omega L \quad (2.3)$$

$$Z_C = \frac{1}{i\omega C} \quad (2.4)$$

Ein *Ohm'scher Widerstand* ist dagegen ein elektrischer Widerstand, der unabhängig von elektrischer Spannung U , Stromstärke I und deren Frequenz ν ist. Das *Ohm'sche Gesetz* kann sowohl für Ohm'sche Widerstände R als auch für Impedanzen Z angewendet werden.

$$U = R \cdot I \quad (2.5)$$

$$U = Z \cdot I \quad (2.6)$$

2.3.3 Wheatstonebrücke

Eine *Wheatstonebrücke* wird verwendet, um die ohmschen und kapazitiven Anteile von Wechselstromwiderständen zu bestimmen.

Dabei werden zwei Wechselstromwiderstände, bestehend aus einem Ohm'schen Widerstand R und einem Kondensator C , in Reihe geschaltet. Parallel dazu wird ein Widerstand geschaltet, der mit einem Schleifdraht geregelt werden kann. Dabei ist R_1 der Widerstand in der Masche mit den zu bestimmenden Widerständen R_x und C_x , R_2 ist der Widerstand in der Masche mit bekannten Widerständen R_0 und C_0 .

Durch das Oszilloskopsignal wird der Abgriff des Schleifdrahtes in die Mitte gebracht. Der Nullabgleich erfolgt dadurch, dass durch eine geeignete Wahl des Widerstandes R_0

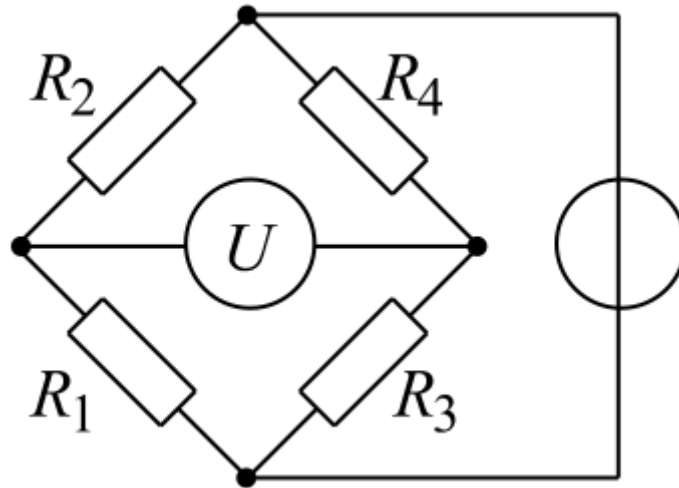


Abbildung 1: Schaltplan einer Wheatstonebrücke [2]

und der Kapazität C_0 eines Kondensators das Signal am Oszilloskop auf ein Minimum gebracht wird. Der Feinabgleich erfolgt mit dem Schleifdraht.

Mithilfe der *Wheatstoneformel* kann ein unbekannter Widerstand R_x aus drei bekannten Widerständen R_i bestimmt werden.

$$R_x I_A = R_1 I_B \quad (2.7)$$

$$R_0 I_A = R_2 I_B \quad (2.8)$$

$$\Rightarrow R_x = \frac{R_0 \cdot R_1}{R_2} \quad (2.9)$$

3 Durchführung

4 Auswertung

5 Fazit

6 Literatur

- [1] Universität zu Köln, “B1.5: Elektronenspinresonanz”, April 2024, Online verfügbar unter https://teaching.astro.uni-koeln.de/sites/default/files/praktikum_b/Anleitung_1.5.pdf
- [2] Wikimedia, “File:WhBr_Diagonalbild.svg”, https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e3/WhBr_Diagonalbild.svg, Abruf am 23.05.2024
- [3] J. D. Jackson, “Classical Elektrodynamics”, John Wiley & Sons, 1975, ISBN 978-0-471-43132-9
- [4] Chemie.de, “Radikale (Chemie)”, https://www.chemie.de/lexikon/Radikale_%28Chemie%29.html, Abruf am 23.05.2024