

Aufgaben:

- (1.) Bestimmen Sie den aperiodischen Grenzwiderstand R_{gr} .
- (2.) Bestimmen Sie den Galvanometerwiderstand R_G .
- (3.) Kalibrieren Sie das Galvanometer.
- (4.) Ermitteln Sie die Stromkonstante C_I und die Spannungskonstante C_U des Galvanometers.

Grundlagen:

Das Spiegelgalvanometer ist ein Drehspulinstrument, das zur Messung kleiner Ströme - und als ballistisches Galvanometer zur Messung von Ladungen sowie Spannungstößen dient.

An einem Torsionsfaden ist eine Spule befestigt, die so im Feld eines Dauermagneten aufgehängt ist, dass sie ein Drehmoment erfährt, wenn sie von einem Strom durchflossen wird. An der Drehspule ist ein Spiegel befestigt, so dass ihre Auslenkung mit Hilfe eines Lichtzeigers auf einer Skala angezeigt werden kann.

Die Drehschwingungen der Spule sind gedämpft wegen der Luftreibung und des Gegendrehmoments, das bei geschlossenem Stromkreis infolge von Induktion gemäß der LENZschen Regel entsteht. Diese elektrische Dämpfung wird durch den zwischen den Galvanometerklemmen liegenden sog. Außenwiderstand R_a beeinflusst:

- (a) $R_a > R_{gr}$: **Schwingfall** \Rightarrow gedämpfte Schwingungen der Spule.
- (b) $R_a = R_{gr}$ **Aperiodischer Grenzfall** \Rightarrow die Dämpfung ist so groß, dass keine Schwingung entstehen kann, d. h. die ausgelenkte Spule bewegt sich zur Ruhelage, ohne darüber hinauszuschwingen.
- (c) $R_a < R_{gr}$: **Kriechfall** \Rightarrow die Dämpfung ist so gross, daß die ausgelenkte Spule asymptotisch ihre Ruhelage erreicht.

Zur Messung mit dem Galvanometer wird der Außenwiderstand R_a möglichst gleich R_{gr} gewählt, so dass der oben angegebene **Aperiodische Grenzfall** eintritt. Die Stromkonstante C_I ist definiert durch:

$$C_I = \frac{I}{S}, \quad [C_I] = \frac{A}{Skt}$$

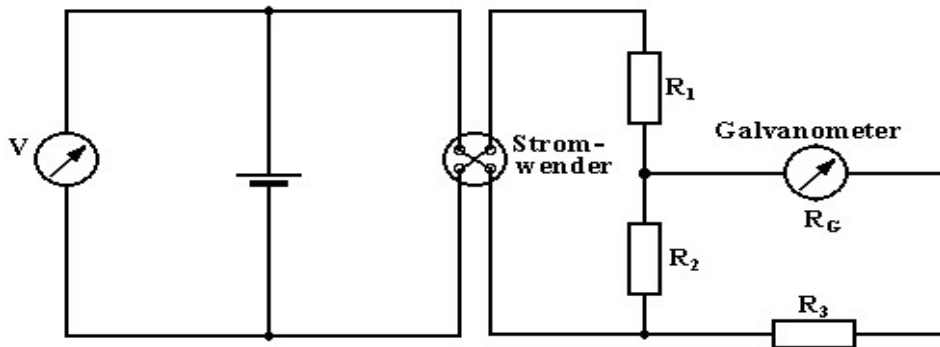
und die Spannungskonstante C_U durch

$$C_U = \frac{U}{S}, \quad [C_U] = \frac{V}{Skt}$$

Der Ausschlag s wird in Skalenteilen " Skt " angegeben.

Durchführung:

Vor Beginn der Messung ist der Nullpunkt des Galvanometers ($I=0$) zu prüfen. Alle Ablesungen sind mit Hilfe des Stromwenders doppelseitig durchzuführen und der Lichtzeigerausschlag s daraus durch Mittelung zu bestimmen. Hierdurch werden möglicherweise auftretende Thermospannungen kompensiert, die durch ungleichmäßige Erwärmung des Versuchsaufbaus (Sonneneinstrahlung) entstehen.



Für die Widerstände gilt:

$$R_2 \ll \begin{cases} R_1 \\ R_3 \end{cases} \quad R_a = R_2 + R_3$$

Zu Aufgabe 1: Mit $R_1 = 1000\Omega$ und $R_2 = 0,2\Omega$ lässt sich der aperiodische Grenzwiderstand R_{gr} durch Ändern von R_3 bestimmen. Wählen Sie $R_3 = (1, 10, 100)\Omega$, . Man bestimmt jetzt, für welchen der angegebenen Widerstände der Schwingfall eintritt. Vom Schwingfall kommt man zum aperiodischen, indem man R_3 solange vermindert, bis das Galvanometer seinen Maximalausschlag erreicht ohne zu schwingen.

Zu Aufgabe 2: Wählen Sie $R_1 = 1000\Omega$, $R_2 \leq 1,0\Omega$ und $R_3 \approx R_{gr}$. R_2 und die Spannung U werden so eingestellt, dass der Ausschlag $s \approx 50$ Skt auf der unteren Skala beträgt. Liegt an R_2 die Spannung U , so fließt durch das Galvanometer der Strom:

$$I = \frac{U}{R_3 + R_G}$$

Wird R_1 halbiert, so steigt der Spannungsabfall an R_2 ziemlich genau auf das Doppelte $U^* \approx 2U$. Durch Vergrößern von R_3 auf R_3^* läßt sich der Ausschlag s auf den alten Wert einstellen.

$$I^* = \frac{2U}{R_3^* + R_G}$$

Aus $I = I^*$ folgt $R_G \approx R_3^* - 2 R_3$.

Zu Aufgabe 3: Wählen Sie $R_1 = 1000\Omega$ und $R_3 \approx R_{gr}$, zweckmäßig jedoch so, daß der Gesamtwiderstand des Galvanometerkreises ein ganzes Vielfaches von 100Ω beträgt. Ändern Sie R_2 in Stufen von $0,1\Omega$ und lesen jeweils s ab. Die dazugehörigen Ströme sind nach folgender Formel zu berechnen:

$$I = U_0 \frac{R_2}{R_1} \frac{1}{R_3 + R_G + R_2}$$

U_0 ist die Spannung der Spannungsquelle. Diese Gleichung ist aus

$$I_0 = I + I_2 \quad \text{und} \quad \frac{I}{I_2} = \frac{R_2}{R_3 + R_G}$$

herzuleiten (I_2 fließt durch R_2). Tragen Sie I als Funktion von s in einem rechtwinkligen Koordinatensystem ein.

Zu Aufgabe 4: Aus der Anfangssteigung der Eichkurve ist C_I zu bestimmen. Aus C_I berechnen Sie C_U für $R_3 = R_{gr}$.

$$C_U = C_I (R_G + R_3)$$

Literatur

W. Walcher, Praktikum der Physik 5.4 ff.
W. Westphal, Physikalisches Praktikum