

## Hinweis

Die vorliegende Zusammenfassung wurde im Rahmen der jeweiligen Lehrveranstaltung an der Universität Bonn erstellt. Sofern im oberen Teil der ersten Seite oder auf der unten angegebenen Webseite nicht anders vermerkt, wurde diese Zusammenfassung von mir, Marvin Zanke, alleine angefertigt. Für mehr Informationen und meine gesamten Unterlagen, siehe:

<https://www.physics-and-stuff.com/>

**Ich erhebe keinen Anspruch auf Richtigkeit und Vollständigkeit der vorliegenden Zusammenfassung!**

Dieses Werk von [Marvin Zanke](#) ist lizenziert unter einer [Creative Commons Namensnennung – Nicht-kommerziell – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz](#).

11.04.16

# Galvanometer zur Strom- und Ladungsmessung

Galvanometer zur Messung von Strömen, Ladungen: Aufbau, Funktionsweise, Verwendung  
 → Bestimmung großer Grenz Widerstands  $R_{gr}$ ; Stromempfindlichkeit  $C_n$ ,  
 Innenwiderstand  $R_g$  des Galvanometer bestimmen;  
 harmonisch schwingungsfähiges System mit versch. Dämpfungsgraden

Magnetfeldlinien im Eisen, Eisen verstärkt MF (Dichte MF-Linien); im Luftspalt  
 und Luftspalt  
 MF-Linien schräg auf runde Oberfläche

Kräfte und Drehmomente auf Spule: rücktreibende Bewegung bei Auslenkung (Torsion)  
 proportional zur Auslenkung; mechanische Dämpfung  
 (z.B. Luftreibung im Spalt) proportional zur Drehgeschwindigkeit  
 Stromfluss → Drehmoment, weil Lorentzkraft wirkt?  
 $F_L = I \cdot n \cdot (\vec{l} \times \vec{B})$  und  $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$ , dies ändert  
 magnetischen Fluss → induzierte Spannung (= Stromstärke  
 bei Kurzschluss)

Bewegungsgl. Drehpulgalvanometer: 
$$D \ddot{\varphi} + \delta \dot{\varphi} + G I = \frac{G^2}{R_g + R_a} \dot{\varphi}$$

Entladung Kondensator über Widerstand: Kondensator am Strom → lädt sich auf (Ladungsumlagerung auf Platten)  
 Trennung Kondensator-Spannungsquelle, dafür Widerstand  
 → Entladung über Widerstand (beschr. durch e-Fkt, da  
 immer weniger Ladung gedrückt)

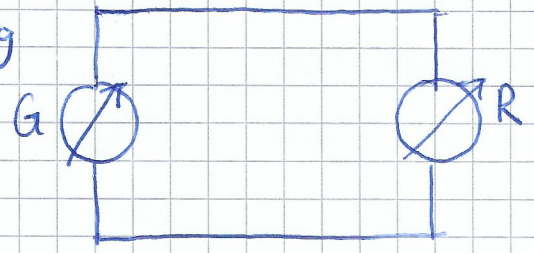
Zeitkonstante RC-Glied:  $\tau = RC$

Strahlengang Lichtzeiger: Einfallswinkel = Ausfallswinkel →  $\varphi = 2\alpha$  ( $\alpha$  = Drehung Galvanometer)

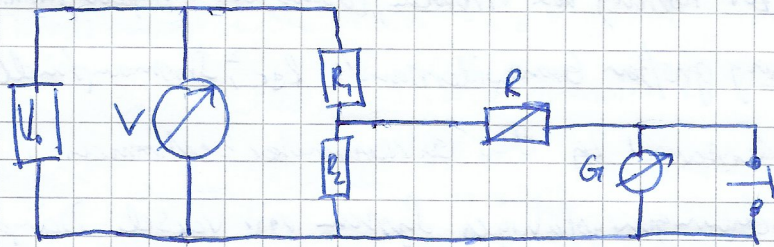
Ausschlag Empfindlichkeit:  $\varphi = C_n \cdot I = \frac{G}{G^2}$

Grenzwiderstand  $R_{gr} = R_g = \frac{2 \sqrt{D} \cdot \delta}{G^2} - R_g$

Widerstand wichtig, da  
 hier schnell Schwingung  
 abklingt (oder abbaue)

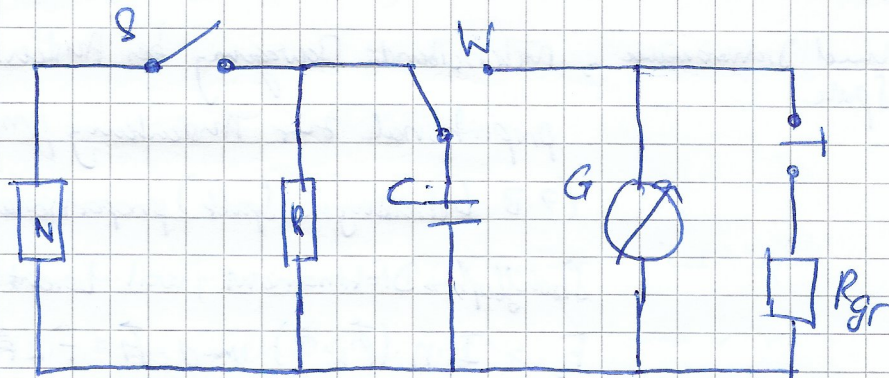


# Stromempfindlichkeit:



$$\frac{\Delta}{I} = \frac{R_1 + R_2}{C_1 U_0 R_2} (R_g + R)$$

# ballistisches Galvanometer



$$Q = Q_0 e^{-t/\tau} \quad , \quad I_m = \frac{G}{100} Q$$

11.09.16

## Teil 2

Erster Teil: Spule mit und ohne Kurzgeschlossenem Stromkreis ausgelinkt

→ Spürbare Dämpfung; Grenzwiderstand wird ermittelt, d.h. aperiodischer Grenzfall (Auslenkung magelreich schnell in Ruhelage zurück) durch Ausprobieren. Dann mit Zusatzgewichten wiederholen.

Zweiter Teil: Stromempfindlichkeit  $c_n$  und Innenwid. Galvanometer  $R_g$  ermitteln über linearen Zsh.  $\varphi$  und  $c_n$

Ausschlag  $\varphi$  für festes  $R_a$  messen →  $c_n$ . Dann mit Zusatzgewichten wiederholen.

Dritter Teil: Bestimmung Zeitkonstante  $RC$  und damit großer Widerstand.

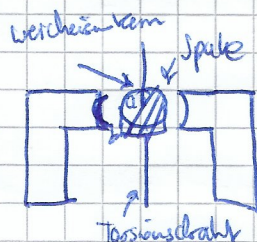
Aufladung Kondensator → Entladung über unbekanntem Widerstand

$t_0$ : Öffnung  $S$ ;  $t_1$ : Umklappen  $W \Rightarrow t = t_1 - t_0$

gewisse Menge entladen →  $t_2$ : Maximalausschlag

Wiederholung unterschiedliche Zeitintervalle +

### Ergebnisse:



- ohne Kurzschluss: periodische Bewegung, kurze Schwingungsdauer; mit Kurzschluss: nach Ausschlag kaum noch Bewegung spürbar, ganz langsam zurück in Ruhelage

Mit Zusatzgewichten wird der Grenzwiderstand kleiner; das folgt, weil Steinescher Satz:  $\theta = \theta_{sp} + m d^2 \rightarrow$  Trägheitsmoment größer ( $R_g \sim \frac{1}{\theta}$ )

- haben Zsh gemessen, suchen  $\frac{1}{\varphi}$ ; Auftrag von  $\frac{1}{\varphi}$  gegen  $R$   
 $\rightarrow \frac{1}{\varphi} = \frac{c_n + t_2}{c_n \cdot U_0 R_2} R + \frac{c_n + t_2}{c_n \cdot U_0 R_2} R_g \rightarrow c_n$  und  $R_g$

Vergleich mit DMM - (Unreg. Wert) nicht, dass dieser viel kleiner als unserer Wert ist, liegt daran dass Messfehler ist - es sind dort auf

Kleine Bewegungen oder ähnliches; Messwert ablesen ging gut (Messfehler größer?)

Geräte und Widerstände auch veraltet, 2V nicht wahre Spannung, Ausschlag mit und ohne Gewichte für bestimmtes  $R_0$  ( $\rightarrow C_1$ ) immer etwa gleich <sup>Federpendel</sup>

Erklärung durch  $\varphi = \frac{G}{D} \cdot I = C_1 \cdot I \Leftrightarrow C_1 = \frac{G}{D}$  Str. empf. unabh. Trägheitsmoment

• Anschluss logarithmieren, gegen Entladungszeit  $t_1 - t_0$  auftragen;  $\rightarrow$  liefert

Zeitkonstante  $\frac{1}{RC}$  als Steigung,  $Q_0$  als y-Achsenabschnitt,  $[RC]$  in [s]

Kapazität exakt angegeben  $\rightarrow R$  folgt ( $R = 930 \Omega$  scheint sehr groß,

Kondensator mit  $U = 2V$ ,  $Q = C \cdot U$ ,  $C = 10 \mu F$ , ohne großen Widerstand

sehr schnelle Entladung  $\rightarrow$  Probleme beim Ablesen und hohe

Stromstärken  $\rightarrow$  Überhitzung Draht)

$\rightarrow$  DMM-Wert Widerstände / Galvanometer Wert sehr unterschiedlich

- Justierung Skala genauer (Waagenwaage), denn kleine Veränderungen

führen zu großen Winkeldifferenzen