



Übungen zu Experimentalphysik II für Biologen

Blatt 6

Aufgabe 1: Strom- und Spannungsmessung

Erkundigen Sie sich, wie man elektrische Ströme und elektrische Spannungen misst. Welche Voraussetzungen müssen die einzelnen Messgeräte erfüllen und wann müssen diese in Reihe, bzw parallel zu meinem Verbraucher geschaltet werden? Besprechen sie diese Aufgabe gemeinsam mit Ihrem Tutor in der Übung!

Aufgabe 2: RL-Glied

Sie besitzen eine elektrische Schaltung, in welcher ein Strommessgerät mit einer Spule der Induktivität L und dem Widerstand R , in Reihe geschaltet sind.

- Überlegen Sie sich qualitativ wie der zeitliche Verlauf des Stromes aussieht, wenn Sie nun eine Spannung U_0 anlegen. Bedenken Sie, dass es bei einem zeitlich veränderlichen Strom zur Selbstinduktion kommt. Wie war das mit der Lenz'schen Regel?
- Stellen Sie nun eine Gleichung der auftretenden Spannungen in diesem Stromkreis auf und ersetzen diese mit geeigneten Formeln durch Ströme. Lösen sie nun diese Differentialgleichung mit dem Ansatz $I(t) = Ae^{-(R/L)t} + I_0$ und der Annahme dass zur Zeit $t = 0$ kein Strom fließt. $I(0) = 0$. Hinweis: $U_0 = U_R - U_{ind}$
- Überlegen Sie sich nun zum Abschluss noch, wie wohl der qualitative zeitliche Verlauf aussieht, wenn Sie den angelegten Strom U_0 abschalten!

Aufgabe 3: Schwingkreis

Bei einem elektromagnetischen Schwingkreis werden eine Spule L , ein Kondensator C und ein ohmscher Widerstand R in Reihe geschaltet.

- Zeichnen Sie ein Schaltbild dieses Schwingkreises, bei dem der Kondensator vollständig geladen, aber der Stromkreis nicht geschlossen ist.
- Wie verhalten sich nun die Ströme und Spannungen, wenn sie den Stromkreis schließen? Argumentieren Sie mit ihren Erkenntnissen vom RC- und RL-Glied.
- Es entsteht also eine Schwingung. Auch hier treten wieder die Ihnen bekannten Fälle der mechanischen Schwingung auf. Wie heißen die nochmal?

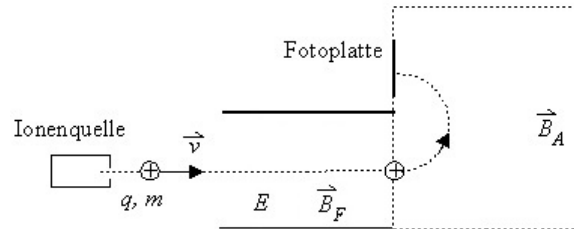
Bitte wenden!

- Betrachten wir nun den Fall der gedämpften Schwingung. Hier ergibt sich die Formel der Eigenfrequenz des Schwingkreises zu $\omega = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}$. Welche Größen müssen nun

verändert werden, um diese Frequenz möglichst groß zu machen? Wie gelingt Ihnen das und was haben Sie dadurch gebaut?

Aufgabe 4: Massenspektrometer

Sie besitzen ein Gas aus einfach negativ geladenen Teilchen, deren Masse Sie bestimmen wollen. Dazu verwenden Sie ein Massenspektrometer in Verbindung mit einem Wienfilter. Diese bestehen aus einer Ionenquelle, die ihre Gasteilchen ionisiert und mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten emittiert, einem Wienfilter (Geschwindigkeitsfilter) mit einem elektrischen Feld \vec{E} und einem Magnetfeld \vec{B}_F , und einer Blende (exakt gegenüber der Ionenquelle), die in einen zweiten Bereich (Massenspektrometer) führt, in dem ein Magnetfeld \vec{B}_A senkrecht zur Geschwindigkeit angelegt ist.



- Vorerst sind die Felder im ersten Bereich ausgeschaltet und das Feld \vec{B}_A ist eingeschaltet. Welche Kraft wirkt auf die Teilchen, sobald Sie in den zweiten Bereich gelangt sind? In welche Richtung muss das Magnetfeld zeigen, damit die Teilchen nach oben abgelenkt werden? Auf welchen Bahnen bewegen sich die Teilchen? Stellen Sie eine Bestimmungsgleichung für die Masse des Teilchens auf, indem Sie die Lorentzkraft mit der Zentrifugalkraft gleichsetzen!
- Nun fehlt Ihnen zur Bestimmung der Masse noch die Geschwindigkeit des durchlaufenden Teilchens. Um diese zu bestimmen, werden die Felder \vec{E} und \vec{B}_F im ersten Bereich eingeschaltet. Dieser 'filtert' die Geschwindigkeiten der Teilchen, indem er dafür sorgt, dass nur Teilchen einer bestimmten Geschwindigkeit durch die Blende gelangen. Was muss für *diese* Teilchen im Bezug auf die beiden (aufgrund von \vec{E} und \vec{B}_F wirkenden) Kräfte gelten? In welche Richtung müssen die jeweiligen Felder zeigen? Stellen Sie eine Bestimmungsgleichung für die Geschwindigkeit aus dem Kräftegleichgewicht auf!
- Mit welcher Geschwindigkeit treten Ihre Teilchen in das Magnetfeld des Massenspektrometers ein, wenn die elektrische Feldstärke $E = 2000 \text{ V/m}$ und die magnetische Feldstärke $B_F = 0.1 \text{ T}$ betragen?
- Ihre Teilchen durchlaufen einen Halbkreis und treffen dort auf einen Detektorschirm. Um welches Gas handelt es sich, wenn Sie einen Radius $r = 2.48 \text{ cm}$ gemessen haben und ein Feld von $\vec{B}_A = 0.1 \text{ T}$ angelegt haben? Um wieviel Prozent weicht Ihr Wert vom Literaturwert ab?