

# Physik 2: Elektrodynamik

Humboldt–Universität zu Berlin, Sommersemester 2012,  
Dr. M. zur Nedden (VL),  
Dr. A. Nikiforov, R. Schlichte und L. Heinrich (UE)

## Übungsblatt 1

Ausgabe: 10. April 2012 in der Vorlesung

Rückgabe: 17. April 2012 nach der Vorlesung

### Aufgabe 1: Millikan-Versuch (50 %)

Mit dem Versuch von Robert Millikan (1868 - 1953), den er 1910 durchgeführt hat, wurde erstmalig die Elementarladung  $e$  präzise bestimmt. Dafür nutzte er aus, daß Öltröpfchen aus einem Zerstäuber häufig negative Ladungen tragen. Bringt man diese Öltröpfchen in einen horizontalen montierten Plattenkondensator, so lässt sich über die Kompensation der Gravitationskraft durch das angelegte elektrische Feld der Stärke  $E$  die Gesamtladung eines Tröpfchens bestimmen.

- Diskutieren Sie alle auftretenden Kräfte mit einer Skizze.
- Geben Sie für den Schwebezustand eines Tröpfchens einen Ausdruck für dessen Gesamtladung an.
- Der unter b) ermittelte Ausdruck enthält den Radius  $r$  des Tröpfchens. Diese Größe ist experimentell nicht direkt zugänglich, kann aber wie folgt bestimmt werden: Im ersten Schritt wird die Fallgeschwindigkeit  $v_{\downarrow}$  des Tröpfchens ohne elektrisches Feld gemessen. Danach wird ein elektrisches Feld angelegt, in dem das Tröpfchen mit der Geschwindigkeit  $v_{\uparrow}$  aufsteigt. Wieviele Elementarladungen sitzen auf dem Tröpfchen, falls

$$\begin{aligned}v_{\downarrow} &= 3.6 \frac{\mu\text{m}}{\text{s}}, \\v_{\uparrow} &= 6.6 \frac{\mu\text{m}}{\text{s}}, \\E &= 6 \cdot 10^4 \frac{\text{V}}{\text{m}}, \\ \eta_{\text{Oel}} &= 1.8 \cdot 10^{-5} \frac{\text{Ns}}{\text{m}^2}, \\ \rho_{\text{Oel}} &= 927 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, \\ \rho_{\text{Luft}} &= 1.37 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\end{aligned} \tag{1}$$

betragen?

## Aufgabe 2: Teilchenbewegung im elektrischen Feld (50 %)

Betrachten Sie das Experiment des Elektronenstrahles, das in der zweiten Vorlesung gezeigt wurde (VL 2, Folie 6). Ein negativ geladenes Teilchen der Masse  $m$  und der Ladung  $Q$  bewegt sich horizontal mit der Geschwindigkeit  $v_0$  in das elektrische Feld  $E$  eines Plattenkondensators mit vertikal stehenden Platten, welche parallel zur Bewegungsrichtung des Teilchens ausgerichtet sind. Die Platten haben die Länge  $l$  und den Abstand  $d$ . Das Teilchen trete genau in der Mitte zwischen den beiden Platten in den Kondensator ein.

- a) Berechnen Sie die Bahnkurve  $y = f(x)$  im elektrischen Feld des Teilchens.
- b) Wie groß ist die Geschwindigkeit, bei der das Teilchen gerade noch den Kondensator verlassen kann?
- c) Auf welcher Bahnkurve bewegt sich das Teilchen nach Verlassen des Kondensators?
- d) Konkret werde jetzt eine Bildröhre auf einem (alten!) Fernseher betrachtet. Dort werden Elektronen zunächst mit einer Spannung von 17 kV beschleunigt und fliegen dann durch einen 2 cm langen Plattenkondensator. Welches maximale elektrische Feld  $E$  muss an die Platten angelegt werden, damit der Elektronenstrahl die im Abstand von 30 cm vom Plattenkondensator sich befindende Mattscheibe der Breite  $b = 50$  cm abdecken kann?

**Hinweis:** Vernachlässigen Sie alle Randeffekte!

## Aufgabe 3: Elektrische Kräfte

Zwei Kugeln gleicher Ladung und gleicher Massen ( $m = 0.5$  g) sind in einem evakuierten Raum an zwei Fäden von je  $l = 1$  m Länge aufgehängt. Ihre gegenseitige Abstoßung hält sie auf dem Abstand  $d = 4$  cm voneinander. Wie groß sind ihre Ladungen?