

Physik 2: Elektrodynamik

Humboldt–Universität zu Berlin, Sommersemester 2011,
Dr. M. zur Nedden (VL),
Dr. A. Nikiforov, C. Kendziorra, S. Stamm und L. Heinrich (UE)

Übungsblatt 1

Ausgabe: 19. April 2011 in der Vorlesung

Rückgabe: 26. April 2011 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

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

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!