

Experimentalphysik 2 [PK2]

Humboldt–Universität zu Berlin, Sommersemester 2017

Prof. Dr. S. Kowarik

Blatt 1

Abgabe: 27. April 2017 bis 11:15 Uhr (Kasten vor NEW 15 1'415)

Aufgabe 1: Kräfte zwischen Ladungen (15%)

Die Punktladungen $Q_1 = 20 \mu\text{C}$, $Q_2 = -50 \mu\text{C}$ und $Q_3 = -10 \mu\text{C}$ befinden sich an den Punkten $(1, 0, -2) \text{ m}$, $(-1, 2, 3) \text{ m}$ bzw. $(-3, -5, 0) \text{ m}$. Welche Kraft \vec{F} wirkt auf Q_1 ?

Aufgabe 2: Elektrische Kraft und Gravitation (15%)

Ein Eisenatom (Masse $m_{\text{Fe}} = 9,3 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$) besteht aus einem positiv geladenen Atomkern (26 Protonen, 30 Neutronen) und einer Atomhülle, gebildet aus 26 Elektronen, jeweils mit der negativen Einheitsladung $-e$.

Aus einer Eisenkugel (Masse $m = 1 \text{ kg}$) werden 1 % der Elektronen entfernt und in einen Abstand gebracht, der dem Erdradius entspricht. Berechnen Sie die elektrostatische Anziehungskraft zwischen der Eisenkugel und den entfernten Elektronen. Vergleichen Sie diese Kraft mit der Gravitationskraft auf eine Eisenkugel der Masse $m = 1 \text{ kg}$ auf der Erdoberfläche.

Aufgabe 3: Elektrisches Feld einer Linienladung (35%)

Die z -Achse eines Koordinatenkreuzes sei mit einer positiven Linienladung λ gleichmäßig geladen (Linienladung = Ladung pro Länge).

- a) Die Ladungsverteilung ändert sich nicht unter Verschiebung entlang der z -Achse, unter Drehung um die z -Achse, unter Spiegelung an irgendeiner Ebene senkrecht zur z -Achse, bzw. unter Spiegelung an irgendeiner Ebene, die die z -Achse enthält. Begründen Sie damit, dass das elektrische Feld betragsmäßig nur vom Abstand vom Draht abhängt und stets radial vom Draht wegzeigt, also in Zylinderkoordinaten

$$\vec{E}(\vec{r}) = E(r_{\perp}) \vec{e}_{r_{\perp}} \quad \text{mit} \quad r_{\perp} = \sqrt{x^2 + y^2}.$$

- b) Berechnen Sie die x -Komponente des E -Feldes am Ort $(x, 0, 0)$, erzeugt durch die Punktladung $\lambda \cdot dz$ am Ort $(0, 0, z)$.
- c) Berechnen Sie die x -Komponente des E -Feldes am Ort $(x, 0, 0)$, erzeugt durch die gesamte geladene z -Achse.
- d) Leiten Sie daraus den Ausdruck für $E(r_{\perp})$ her.

Aufgabe 4: Elektrischer Fluss (35%)

Die mit der Flächenladung σ gleichmäßig geladene xy -Ebene eines Koordinatenkreuzes erzeugt das elektrische Feld

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \cdot \begin{cases} (+\vec{e}_z) , & z > 0 \\ (-\vec{e}_z) , & z < 0 \end{cases}$$

- a) Gegeben sei ein Würfel der Kantenlänge b mit Mittelpunkt $(0, 0, 0)$, dessen Kanten parallel zu den Achsen des Koordinatenkreuzes ausgerichtet sind. Berechnen Sie den elektrischen Fluss Φ durch jede der 6 Seitenflächen und durch die gesamte Oberfläche des Würfels.
- b) Wiederholen Sie die Rechnung in a) für einen parallel verschobenen Würfel der Kantenlänge b mit Mittelpunkt $(0, 0, b)$.
- c) Gegeben sei ein Zylinder mit Radius R und Höhe h , dessen Mittelpunkt sich im Ursprung befindet und dessen Mittelachse mit der z -Achse zusammenfällt. Berechnen Sie den elektrischen Fluss Φ durch den Zylindermantel, durch jede der beiden Deckelflächen und durch die gesamte Oberfläche des Zylinders.
- d) Wiederholen Sie die Rechnung in c) für den Fall, dass die y -Achse die Mittelachse des Zylinders darstellt.