

Experimentalphysik 2 [PK2]

Humboldt-Universität zu Berlin, Sommersemester 2017

Prof. Dr. S. Kowarik

Blatt 2

Abgabe: 4. Mai 2017 bis 13:00 Uhr (Kasten vor NEW 15 1'415)

Aufgabe 1: Gaußsches Gesetz (40%)

Gegeben ist die kugelsymmetrische Ladungsdichte

$$\rho(r) = \rho_0 \left(3 - 2 \frac{r^2}{R^2} \right) e^{-r^2/R^2}$$

mit Konstanten ρ_0 und R . Diese Ladungsdichte erzeugt ein kugelsymmetrisches radiales E -Feld.

- Bestimmen Sie die Einheiten der Konstanten ρ_0 und R . Skizzieren Sie $\rho(r)$!
- Berechnen Sie die Ladung $dQ(r)$ in einer Kugelschale mit Radius r und infinitesimaler Dicke dr , zentriert am Ursprung.
- Berechnen Sie die Ladung $Q(R_0)$ in einer Kugel mit Radius R_0 um den Ursprung.
- Berechnen Sie die Gesamtladung Q_{tot} .
- Berechnen Sie das elektrische Feld $\vec{E}(\vec{r})$ mit Hilfe des Gaußschen Gesetzes.
- Berechnen Sie das elektrische Potential $\phi(\vec{r})$. Legen Sie dabei fest, dass das Potential im Unendlichen gleich Null sein soll.
- Berechnen Sie die Spannung zwischen dem Ursprung und einem Punkt im Unendlichen.
- Berechnen Sie die Arbeit, die Sie gegen das E -Feld verrichten müssen, um eine Probeladung q vom Unendlichen in den Ursprung zu verschieben.

Hinweis:

$$\frac{d}{dr} (r^3 e^{-r^2/R^2}) = r^2 \left(3 - 2 \frac{r^2}{R^2} \right) e^{-r^2/R^2}$$

Aufgabe 2: Coulombkraft (30%)

Ein unendlich ausgedehnter Plattenkondensator (Plattenabstand $d = 2 \text{ cm}$) erzeugt ein homogenes elektrisches Feld $\vec{E} = E_0 \vec{e}_z$ mit $E_0 = 2 \cdot 10^3 \text{ V/m}$.

- a) Wie sind die Platten relativ zur z -Achse orientiert?
- b) Ein Elektron fliegt mit einer Geschwindigkeit von $v = 6 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ unter einem Winkel von $\theta = 45^\circ$ relativ zur positiven z -Achse von der Oberfläche der positiv geladenen Platte ins Innere des Kondensators. An welchem Punkt trifft das Elektron wieder auf eine der beiden Platten?
- c) Berechnen Sie für jeden Punkt der Flugbahn die potentielle Energie des Elektrons im elektrischen Feld und die kinetische Energie des Elektrons. Überprüfen Sie, ob die Gesamtenergie erhalten ist.
- d) Welche Gesamtarbeit hat das elektrische Feld bis zum Wiederaufprall am Elektron verrichtet?

Aufgabe 3: Potential (30%)

Gegeben ist ein homogenes elektrisches Feld $\vec{E}(\vec{r}) = E_0 \vec{e}_z$.

- a) Berechnen Sie das Potential $\phi(\vec{r})$ mit $\phi(\vec{0}) = 0$.
- b) Eine Testladung q wird vom Ursprung in den Punkt $(0, 0, a)$ bewegt. Welche Arbeit W wird dabei vom E -Feld verrichtet?
- c) Überprüfen Sie die Wegunabhängigkeit der Arbeit W , indem Sie W für folgende Wege explizit durch ein Wegintegral bestimmen:
 - (a) Gerader Weg vom Ursprung zum Punkt $(0, 0, a)$.
 - (b) Gerader Weg vom Ursprung zum Punkt $(a/2, 0, a/2)$, gefolgt vom geraden Weg von $(a/2, 0, a/2)$ zum Punkt $(0, 0, a)$.
 - (c) Gerader Weg vom Ursprung zum Punkt $(2a, 0, a)$, gefolgt vom geraden Weg von $(2a, 0, a)$ zum Punkt $(0, 0, a)$.
 - (d) Halbkreis (Radius $a/2$, Mittelpunkt $(0, 0, a/2)$) von $(0, 0, 0)$ über $(a/2, 0, a/2)$ nach $(0, 0, a)$.