WWU MÜNSTER

SoSe 2019

Übungen zur Physik II

Vorlesung: Prof.Dr. Tilmann Kuhn, Prof.Dr. Cornelia Denz
Übungen: Dr. Karol Kovařík, Dr. Lew Classen

Blatt 10

Abgabe: 19.06.19
Besprechung: 24. oder 25.06.19

Aufgabe 27: Elektrisches Feld einer geladenen Linie **(8 Punkte, schriftlich)**

(a) (1 Punkt) Gegeben sei eine homogen geladene Linie, die sich in x-Richtung von $-L$ bis L erstreckt und die Ladungsdichte

$$\rho(\vec{r}) = \rho(x, y, z) = \lambda\, \delta(y)\, \delta(z) \qquad \text{für} \qquad -L \leq x \leq L$$

besitzt. Bestimmen Sie die Konstante λ (Linienladungsdichte) derart, dass die gesamte Ladung der Linie den Wert Q hat.

(b) (3 Punkte) Berechnen Sie das elektrische Feld

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \int \rho(\vec{r}\,') \frac{(\vec{r} - \vec{r}\,')}{|\,\vec{r} - \vec{r}\,'|^3}\, d^3r'$$

auf der Achse, die durch den Mittelpunkt der Linie geht (siehe Abbildung).

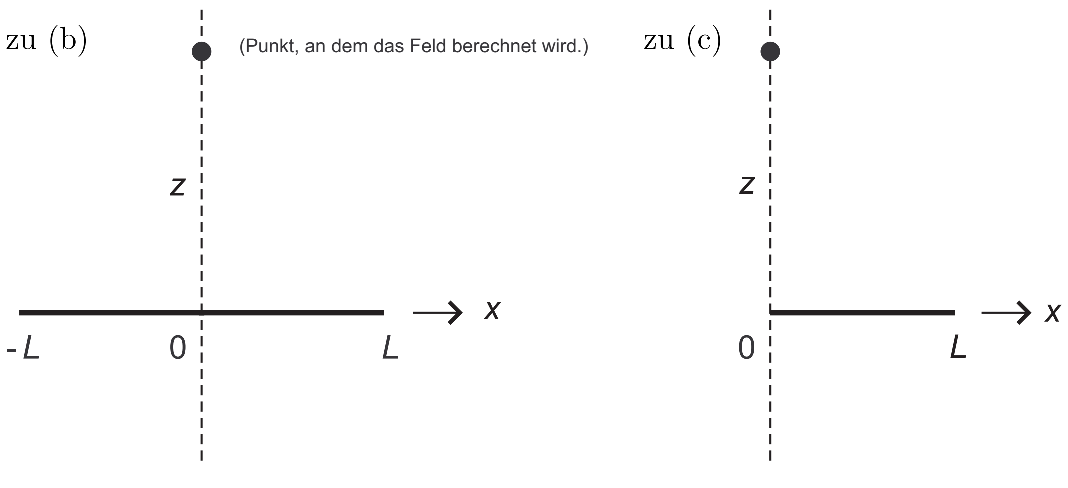
Zeigen Sie dazu zunächst, dass das Feld für die hier vorliegende Ladungsdichte die Form

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\, \lambda \int\limits_{-L}^{L} \frac{1}{\left((x - x')^2 + y^2 + z^2\right)^{\frac{3}{2}}} \begin{pmatrix} x - x' \\ y \\ z \end{pmatrix} dx'$$

hat.

(c) (3 Punkte) Betrachten Sie jetzt eine geladene Linie, die sich in x-Richtung von 0 bis L erstreckt und deren Gesamtladung ebenfalls Q beträgt. Wie groß ist in diesem Fall die Linienladungsdichte λ? Berechnen Sie das elektrische Feld auf der Achse, die durch den Endpunkt der Linie bei $x' = 0$ geht. Bestimmen Sie das Feld im Grenzfall $z \gg L$.

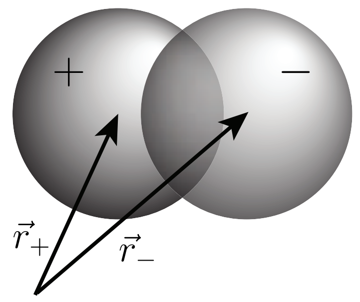
Hinweis: Bei der Integration ist die Substitution $x = \sinh(t)$ nützlich.



Aufgabe 28: Elektrisches Feld von zwei homogen geladenen Kugeln

(10 Punkte, mündlich)

Zwei gleiche homogen geladene Kugeln (mit Radius R) mit der Ladungsdichten $\rho_1(\vec{r}) = +|\rho|$ und $\rho_2(\vec{r}) = -|\rho|$ werden so platziert, dass sie sich überlappen. Die Ortsvektoren der Mittelpunkte der positiv und negativ geladenen Kugeln werden als $\vec{r}_+$ und $\vec{r}_-$ bezeichnet.



(a) (6 Punkte) Benutzen Sie das Gauß'sche Gesetz mit einer an die Symmetrie des Problems angepassten Fläche, um das elektrische Feld einer homogengeladene Kugel mit der Ladungsdichte $\rho(\vec{r}) = \rho_0 =$ const. innerhalb und auch außerhalb der Kugel zu berechnen.

(b) Geben Sie damit das elektrische Feld im Fall der vorliegenden Anordnung in den Bereichen

(i) (1 Punkt) außerhalb beider Kugeln

(ii) (1 Punkt) innerhalb einer und außerhalb der anderen Kugel

(iii) (1 Punkt) innerhalb beider Kugeln

an.

(c) (1 Punkt) Wenden Sie die Ergebnisse vom Teil (a) und (b) an und zeigen Sie, dass in dem Bereich wo sich die Kugeln überlappen ein homogenes elektrisches Feld entsteht. Bestimmen Sie dieses Feld (Betrag und Richtung).

Aufgabe 29: Kondensator

(7 Punkte, schriftlich)

Berechnen Sie die Ladungen auf jedem Kondensator,

(a) (3 Punkte) falls nur der Schalter S_1 geschlossen ist,

(b) (4 Punkte) falls beide Schalter S_1 und S_2 geschlossen sind.

Die Kapazitäten der Kondensatoren sind $C_1 = 1\,\mu$F, $C_2 = 2\,\mu$F, $C_3 = 3\,\mu$F, $C_4 = 4\,\mu$F und die Spannung ist $U = 12$V.