ETH
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Institut für Theoretische Physik

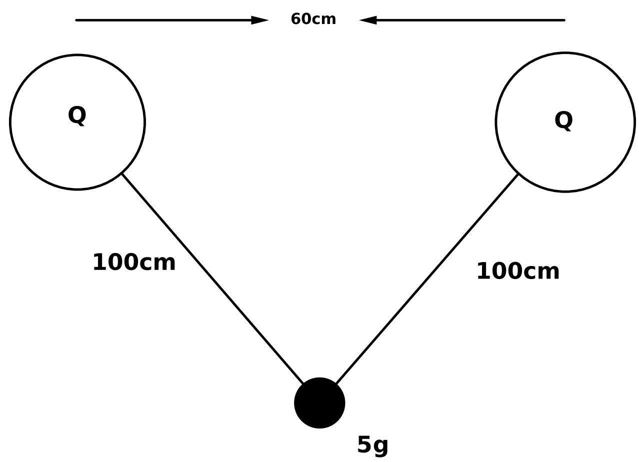
Übungen zur Vorlesung „Elektrodynamik“

Prof. Dr. T. Gehrmann

Blatt 1 –Frühjahrssemester 2013
Abgabe: 26.02.2013
Besprechung: ETH 27.02.2013
UZH 28.02.2013

Aufgabe 1 Coulombkraft zwischen zwei Ladungen

An zwei gleichartig geladenen, mit Helium gefüllten Ballons hängt an 100 cm langen Seilen die Masse 5 g. Die Ballons schweben im Gleichgewicht (siehe Abbildung).



Wie groß ist die Ladung Q der Ballons, wenn der Abstand zwischen den Ballons 60 cm beträgt?

Aufgabe 2 Elektrische Feldstärke I

Berechnen Sie das Potential ϕ und das elektrische Feld $\vec{E}$, welches eine Ladung Q, die statisch und homogen auf folgenden Objekten verteilt ist, erzeugt:

– bitte wenden –

(a) Q verteilt auf einer dünnen Kugelschale mit Radius R.

(b) Q verteilt innerhalb einer Kugel mit Radius R.

Zeichnen Sie für beide Fälle den Potentialverlauf für $0 < r < \infty$.

Aufgabe 3 Elektrische Feldstärke II

Eine homogen geladene Kugel mit Radius R enthalte einen gegen den Mittelpunkt exzentrisch verschobenen kugelförmigen Hohlraum vom Radius a.

(a) Berechnen Sie die elektrische Feldstärke im Hohlraum.

(b) Wie groß ist die Feldstärke in Abhängigkeit vom Abstand des Hohlraumzentrums zum Mittelpunkt der geladenen Kugel?

Aufgabe 4 Potential eines Wasserstoffatoms

Das Potential eines neutralen Wasserstoffatoms sei durch

$$\phi(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{e}{r}\left(1 + \frac{r}{a_0}\right)\mathrm{e}^{-\frac{2r}{a_0}}$$

gegeben, wobei e der Betrag der Elektronenladung und a_0 der Bohrsche Radius ist. Bestimmen Sie mit Hilfe der Poissongleichung die (kontinuierliche wie auch diskrete!) Ladungsverteilung, die dieses Potential erzeugt, und interpretieren Sie das Ergebnis physikalisch. Verifizieren Sie, dass die Gesamtladung verschwindet.

Hinweis: Beachten Sie die Relation

$$\Delta \frac{1}{r} = -4\pi\,\delta^3(\vec{r})$$

sowie den folgenden Trick:

$$\int_0^\infty \mathrm{d}x\; x^n\, e^{-\beta x} = (-1)^n\,\frac{\partial^n}{\partial\beta^n}\left[\int_0^\infty \mathrm{d}x\; e^{-\beta x}\right] = \frac{n!}{\beta^{n+1}} \qquad (\beta > 0)$$