Universität des Saarlandes
Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät (NT)

Fachrichtung Physik
Dr. Ferdi Schank
M.Sc. M. Schöndorf (Mail: marius@lusi.uni-sb.de)
M.Sc. E. Maikranz (Mail: e.maikranz@lusi.uni-sb.de)
Web: http://santen.physik.uni-saarland.de/

Saarbrücken, den 25.01.2019

# Übungsblatt 13 zur Theoretischen Physik I+II für Lehramtskandidaten, WS2018

**Aufgabe 1** *Elektrostatische Energie einer homogen geladenen Kugel* [3 Punkte]

Berechnen Sie die elektrostatische Energie einer homogen geladenen Kugel mit Radius $R$ und Ladung $Q$.

**Aufgabe 2** *Magnetfeld einer rotierenden Hohlkugel* $[1 + 3 + 2 = 6$ Punkte]

Wir betrachten eine unendlich dünne geladene Kugelschale mit Radius $R$ und Gesamtladung $Q$. Diese Hohlkugel drehe sich mit der konstanten Winkelgeschwindigkeit $\omega$ um eine durch den Kugelmittelpunkt laufende Achse.

a) Bestimmen Sie die Ladungsdichte $\rho$ der Hohlkugel in Kugelkoordinaten. Zeigen Sie damit, dass die Stromdichte die Form

$$\mathbf{j} = \sigma\left(\omega \times \mathbf{r}\right)\delta\left(r - R\right)$$

hat. Bestimmen Sie $\sigma$.

b) Berechnen Sie das Vektorpotential $A$ und bringen Sie es auf die Form

$$\mathbf{A}\left(\mathbf{r}\right) = \frac{Q}{3Rc}\left(\omega \times \mathbf{r}\right) f\left(r\right)$$

wobei innerhalb der Kugel $f(r) = 1$ und außerhalb $f(r) = \left(\frac{R}{r}\right)^3$ ist.
Hinweis: Wählen Sie das Koordinatensystem, sodass $\mathbf{r}$ und $\mathbf{r}'$ den Winkel $\Theta'$ in Kugelkoordinaten einschließen.

c) Berechnen Sie die magnetische Induktion $B$ in- und außerhalb der Kugel. Legen Sie dazu die z-Achse auf $\omega$.

**Aufgabe 3** *Multipolentwicklung* $[3 + 3 + 5 = 11$ Punkte]

Berechnen Sie das Monopol-, Dipol- und Quadropolmoment nachfolgender Ladungsverteilungen und geben Sie damit die ersten drei Terme des Potentials in der Multipolentwicklung an.

a) Zwei Punktladungen mit Ladung $q$ befinden Sich auf der z-Achse bei $\pm a$. Außerdem sitzt eine Punktladung mit Ladung $-2q$ im Ursprung.

b) Ein unendlich dünner Kreisring mit homogener Ladungsverteilung, Radius $R$ und Gesamtladung $-q$ Weiterhin sitzt im Ursprung eine Punktladung mit Ladung $q$.

c) Ein homogen geladener Rotationsellipsoid mit Halbachsen a und b, sowie Gesamtladung $q$.
Bemerkung: Der Rotationsellipsoid sei in der x-y Ebene symmetrisch. Das Rotationsellipsoid kann als Modell für Atomkerne dienen.