Theoretische Physik II

WS 2013-2014 **31.10.2013**
Blatt III **Fälligkeitsdatum 7.11.2013**

Bitte beachten Sie: Das Tutorium beginnt ab jetzt erst um 12 Uhr, dafür wird es von 14-16 Uhr in 2.12 fortgesetzt
Die Sprechstunde wird einmalig vom 6.11. auf den 5.11., 15-16 Uhr verschoben.

Übung 1 *Mathematische Dipole und Quadrupole*

a) Betrachten Sie zwei entgegengesetzte Punktladungen im Abstand $\vec{l}$ mit Ladungen $\pm q$. Berechnen Sie das elektrische Potenzial, das von diesen Punktladungen produziert wird. Wie lautet seine asymptotische Form wenn der Abstand r von den beiden Ladungen sehr groß wird? Wie lautet das Potenzial, wenn Sie bei konstantem $\vec{p} = q\vec{l}$ die Länge von $\vec{l}$ gegen Null laufen lassen. Sie können oBdA die Ladungen an den Punkten $(0, 0, \pm l/2)$ platzieren wenn Sie möchten. *(2 Punkte)*

b) Wiederholen Sie vorherige Teilaufgabe für den Fall, dass sich eine Ladung von $2q$ im Ursprung befindet und gleiche Punktladungen $-q$ bei $z = \pm l/2$. Lassen Sie im letzten Schritt beim Grenzübergang die Größe ql^2 konstant. *(1 Punkt)*

c) Wiederholen Sie die vorherige Teilaufgabe für den Fall, dass wir bei $(\pm l/2, 0, \pm l/2)$ die Ladung q und bei $(\pm l/2, 0, \mp l/2)$ die Ladung $-q$ setzt. Die Ladungen bilden also ein Quadrat mit gleichen Ladungen an den Diagonalen. *(1 Punkt)*

Übung 2 *Radialsymmetrische Ladungsverteilung*

a) Eine Kugel vom Radius a trage die Gesamtladung Q. Die Ladungsdichte als Funktion des Abstands r vom Kugelmittelpunkt sei proportional zu r^n mit $n > -3$. Berechne das elektrische Feld und Potenzial als Funktion von r. *(2 Punkte)*

b) In guter Näherung ist das effektive Potenzial eines neutralen Wasserstoffatoms

$$\phi(r) = \frac{q}{\epsilon_0} \frac{e^{-\alpha r}}{r} \left(1 + \frac{\alpha r}{2}\right)$$

Hier ist a der Bohrsche Radius. Bestimme die Ladungsverteilung die dieses Potenzial erzeugt. Nutze dazu die Poissongleichung in Kugelkoordinaten. *(2 Punkte)*

Übung 3 *Plattenkondensator*

Ein einfacher Plattenkondensator besteht aus zwei zueinander parallelen Leitern, die durch Vakuum voneinander getrennt sind. Bringt man auf die beiden Leiter die gleiche Ladung mit entgegengesetzten Vorzeichen, $\pm Q$ auf, stellt sich dadurch eine Potenzialdifferenz ein. Der Quotient aus Ladung und Spannungsdifferenz heißt Kapazität. Berechne mithilfe des Gausschen Satzes das elektrische Feld, den Potenzialverlauf, die Kapazität, und die totale Feldenergie eines Kondensators

a) der aus zwei großen Platten der Fläche A im Abstand d besteht. *(2 Punkte)*

b) der aus zwei konzentrischen Kugeln mit Radien r_1 und r_2 besteht. *(2 Punkte)*

Übung 4 *Greensche Funktion*

Nutze die Fouriertransformation, um die fundamentale Lösung zu finden, welche mit folgendem Operator verknüpft ist

$$\frac{d^2}{dt^2} + \rho \frac{d}{dt} + \omega_0^2 \,. \tag{1}$$

Finde dazu die Lösung $G(t,t')$ für folgende Differentialgleichung

$$\left(\frac{d^2}{dt^2} + \rho \frac{d}{dt} + \omega_0^2 \right) G(t,t') = \delta(t-t') \,, \tag{2}$$

für jeden der Fälle

a) $\rho < 2\omega_0$ (subkritisch) *(2 Punkte)*

b) $\rho > 2\omega_0$ (superkritisch) *(1 Punkt)*

c) $\rho = 2\omega_0$ (kritisch). *(1 Punkt)*