INSTITUT FÜR PHYSIK

TU Chemnitz
09107 Chemnitz

Theoretische Physik III: Elektrodynamik

Übungsaufgaben: Serie 8

Dr. E. Fromm & Frank Löcse
HA: 3207 / 4802
e-mail: fromm@physik.tu-chemnitz.de, f.loecse@physik.tu-chemnitz.de

06.-10.12.2004

Quelle: http://www-user.tu-chemnitz.de/~floe/Lehre/ED_Uebung_WS04_05/start.html

8.1 (CSB/PHYS) In einer unendlich ausgedehnten Substanz (Dielektrizitätskonstante ϵ) befindet sich ein kugelförmiger Hohlraum, in dessen Mittelpunkt die Punktladung Q liegt. Berechnen Sie das elektrische Feld $\vec{E}(\vec{r})$, die dielektrische Verschiebung $\vec{D}(\vec{r})$, das Polarisationsfeld $\vec{P}(\vec{r})$ und die Verteilung der Polarisationsladungen im ganzen Raum.

8.2 (CSB/PHYS)

Berechnen Sie das von einer homogen polarisierten Kugel im Innen- und im Außenraum erzeugte elektrische Feld, indem Sie vom Modell zweier gegeneinander verschobener homogen geladener Kugeln ausgehen.

8.3 (PHYS) Eine Kugel aus polarisierbarem Material (Dielektrizitätskonstante ϵ) wird in ein homogenes elektrisches Feld $\vec{E_0}$ gebracht. Berechnen Sie die Feldstärke $\vec{E}$ des homogenen elektrischen Feldes, das sich im Innern der Kugel einstellt.

Anleitung: In einer homogen polarisierten Kugel herrscht ein elektrisches Feld der Feldstärke $\vec{E_i} = -\frac{\vec{P}}{3\cdot\epsilon_0}$.

8.4 (CSB) Die Desoxyribonukleinsäure (DNS) ist ein stark negativ geladenes, fadenförmiges Biopolymer von ca. 2 m Länge. Dennoch findet es innerhalb einer menschlichen Zelle, dem nur wenige Mikrometer großem Zellkern, Platz, indem sich die DNS um eine Reihe positiv geladener Proteine faltet. Dabei wird die Ladung, die die DNS trägt, teilweise neutralisiert. Sie wird abgeschirmt. Zahlreiche mit dieser Faltung im Zusammenhang stehende Fragen können auf Grundlage einfacher Konzepte aus der statistischen Mechanik und Elektrostatik beschrieben werden (R. Netz, „Elektrostatik der Erbsubstanz“, Physik Journal, 09/02, S. 51-56, Der Artikel steht neben dem Übungszettel zum Download bereit.). Insbesondere spielt in dem Zusammenhang die Debye-Hückel-Näherung zur Beschreibung des abgeschirmten Potentials eine zentrale Rolle. Zeigen Sie, daß die im genannten Artikel angegebene Lösung, Formel (6) des blauen Kastens auf S. 52, der Debye-Hückel-Gleichung, Formel (6) des blauen Kastens auf S. 52, genügt. Berechnen Sie das zugehörige elektrische Feld numerisch mit dem Romberg-Verfahren, dem Gauß-Legendre-Verfahren und einem Monte-Carlo-Verfahren. Vergleichen Sie die Effizienz der einzelnen Verfahren.