

Übungsblatt 5 Abgabe: 19.05./22.05.	Theoretische Physik A, Laserphysik RWTH Aachen Prof. Dr. H.-J. Kull	Theoretische Physik: Elektrodynamik SS 2006
---	---	---

(H1) Dipol im Mittelpunkt einer Kugel

- a) Im Mittelpunkt einer homogen geladenen Hohlkugel (Außenradius: R , Innenradius: ϵ , Ladung: Q) befinde sich ein mathematischer Dipol mit dem Dipolmoment \mathbf{p} . Zeigen Sie, daß die Hohlkugel keine Kraft auf den Dipol ausübt. Zeigen Sie dann, daß der Dipol keine Kraft auf die Hohlkugel ausübt, indem Sie explizit über die Kraftdichte integrieren.
- b) Im Mittelpunkt einer homogen geladenen Vollkugel (Radius: R , Ladung Q) befinde sich ein mathematischer Dipol mit dem Dipolmoment \mathbf{p} . Welche Kraft wirkt auf den Dipol? Welche Kraft wirkt auf die Vollkugel? Berechnen Sie beide Kräfte explizit, indem Sie über die entsprechenden Kraftdichten integrieren und im zweiten Fall das Volumenintegral in ein konvergentes Oberflächenintegral umformen.

(H2) Dipolwechselwirkung

Zwei mathematische Dipole mit den Momenten \mathbf{p}_1 und \mathbf{p}_2 seien im Abstand r voneinander drehbar um ihre Schwerpunkte gelagert. Wählen Sie ein Koordinatensystem mit Ursprung am Ort von \mathbf{p}_1 , d.h. $\mathbf{r}_1 = 0$, $\mathbf{r}_2 = \mathbf{r}$.

- a) Wie groß ist die Wechselwirkungsenergie der Dipole? Betrachten Sie die Spezialfälle $\mathbf{p}_1 \uparrow\uparrow \mathbf{p}_2$, $\mathbf{p}_1 \uparrow\downarrow \mathbf{p}_2$ und $\mathbf{p}_1 \perp \mathbf{p}_2$. Bestimmen Sie jeweils die Gleichgewichtslage (Winkel zwischen $\mathbf{p}_{1,2}$ und Verbindungsachse \mathbf{r}) aus der Bedingung minimaler Wechselwirkungsenergie.
- b) Mit welcher Kraft ziehen sich die Dipole an?
- c) Berechnen Sie die Drehmomente, die jeweils auf die Dipolmomente wirken. Zeigen Sie, daß das gesamte Drehmoment der Anordnung verschwindet.

(H3) Feldenergie einer geladenen Kugel

Berechnen Sie die Energie des Feldes einer homogen geladenen Kugel mit Radius R und Ladung Q . Bestimmen Sie den klassischen Elektronenradius $R = R_c$ aus der Bedingung, daß die Feldenergie einer kugelförmigen Elementarladung $Q = e$ gleich der Ruhemassenenergie mc^2 des Elektrons ist.