

Übungsblatt 4 Abgabe: 12.05./15.05.	Theoretische Physik A, Laserphysik RWTH Aachen Prof. Dr. H.-J. Kull	Theoretischen Physik: Elektrodynamik SS 2006
---	---	--

(H1) Berechnen Sie das Potential einer homogen geladenen Kugel mit Radius R und Ladung Q . Geben Sie die Ladungsdichte an und verwenden Sie die Integraldarstellung des Potentials durch die Ladungsdichte.

(H2) Bestimmen Sie das Potential $\phi(x)$, das von der Ladungsdichte

$$\tau(x) = \sigma\delta(x) + en_0e^{-e\phi/T} - en_0e^{e\phi/T}, \quad \sigma, T, n_0, e = \text{const},$$

erzeugt wird und für $|x| \rightarrow \infty$ verschwindet. Das Modell beschreibt ein Gas aus positiven Ladungen $+e$ und negativen Ladungen $-e$, jeweils mit Dichte n_0 und Temperatur T , in das eine unendlich dünne ebene Schicht mit der Flächenladungsdichte σ eingebracht wird. Das Potential der Flächenladung wird durch das geladene Gas über eine charakteristische Länge (Debye-Länge: $\lambda_D = \sqrt{T/(8\pi e^2 n_0)}$) abgeschirmt.

- a) Verwenden Sie die dimensionslosen Größen $y = e\phi/T$, $\xi = x/\lambda_D$, $p = \sigma/(2en_0\lambda_D)$.
- b) Betrachten Sie zuerst die Lösung in den Halbräumen $\xi < 0$ und $\xi > 0$. (Ergebnis: $\tanh(y/4) = \tanh(y_0/4) e^{-|\xi|}$, $y_0 = y(0)$)
- c) Leiten Sie an der Stelle $\xi = 0$ eine Sprungbedingung für $y'(\xi)$ her (siehe Skriptum S.24, Bsp.1). Welchen Wert muß y_0 besitzen, damit die Sprungbedingung erfüllt wird?

(H3) Gegeben sei ein System von N homogen geladenen Kugeln mit Radius R , von denen $N/2$ die Ladung $+Q$ und $N/2$ die Ladung $-Q$ besitzen. Berechnen Sie die (negative) Aufladungsarbeit, wenn Sie die Kugeln aus dem Unendlichen holen und an die Orte \mathbf{r}_i bringen, wobei jeder Platz mit einer positiven und einer negativen Kugel besetzt wird. Die Kugeln können sich reibungsfrei durchdringen und überlappen sich im Endzustand an jedem Platz vollständig.

- a) Betrachten Sie zuerst ein Kugelpaar ($N = 2$).
- b) Berechnen Sie die Aufladungsarbeit für N Kugeln, indem Sie jeden Platz nacheinander mit einer positiven und einer negativen Ladung besetzen.
- c) Berechnen Sie die Aufladungsarbeit, wenn Sie die Kugeln in beliebiger Reihenfolge an ihre Plätze bringen und zeigen Sie, daß das Ergebnis nicht von der Reihenfolge der Besetzung der Plätze abhängt.