Johannes Kepler Universität Linz
Institut für Theoretische Physik

Übung zu Theoretischer Physik III für LA (Elektrodynamik und Statistik) WS2004/05

6.+7.Übungstermin: 18.11.2004+25.11.2004

13.) Momentenentwicklung:
Bestimmen Sie für folgende Ladungsverteilungen die ersten beiden Momente d.h. die Gesamtladung und das Dipolmoment:

a.) 2 Punktladungen $\rho(\vec{r}) = q(\delta(\vec{r}) - \delta(\vec{r} - (a, 0, 0))$

b.) 3 Punktladungen $\rho(\vec{r}) = q(2\delta(\vec{r}) - \delta(\vec{r} - (a, 0, 0) - \delta(\vec{r} - (-a, 0, 0))$

c.) 4 Punktladungen $\rho(\vec{r}) = q(\delta(\vec{r}) - \delta(\vec{r} - (a, 0, 0) + \delta(\vec{r} - (a, a, 0) - \delta(\vec{r} - (0, a, 0))$

d.) Hohlkugel mit cosinusverteilter Ladung $\rho(\vec{r}) = \sigma_0 \delta(r - R) cos(\theta)$

Freiwillig: Bestimmen Sie auch das Quadrupolmoment obiger Ladunsgverteilung. Hinweis: Die Definition des Quadrupolmoments finden sie im Skriptum.

14.) Spiegelladung II:
Ein Punktladung q befindet sich genau in der Mitte zwischen 2 parallelen, unendlich ausgedehnten, geerdeten Metallplatten. Die Platten mögen sich bei $x = a$ bzw. $x = -a$ und die Ladung im Ursprung befinden. Welche Bedingung muß das Potenzial im Zwischenraum der beiden Platten erfüllen. Probieren Sie mit Hilfe der Spiegelladungsmethode eine Lösung zu konstruieren d.h. überlegen Sie zumindest qualitativ wo und welche Spiegelladungen benötigt werden.

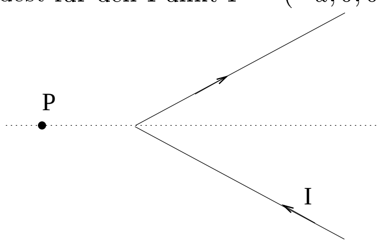
15.) Kapazitätsmatrix:
Bestimmen Sie zuerst die Γ-Matrix und daraus die Kapazitätsmatrix für folgende Leiteranordnungen

a.) 2 konzentrische Kugeln mit Radien R_1 und R_2

b.) (B1) 3 konzentrische Kugeln mit Radien R_1,R_2 und R_3.

Bestimmen Sie die fehlende Komponenten von $\vec{\Phi}$ bzw. $\vec{Q}$ falls Q_1, Φ_2 bzw. Q_1, Φ_2 gegeben ist – für b.) Q_1, Φ_2, Φ_3 bzw. Q_1, Φ_2, Q_3.
Bestimmen Sie Sie auch jeweils die Kapazität wie in der Vorlesung.

16.) Magnetfeld (Beispiel aus einer Physikolympiade):
Ein gerader Leiter wird (siehe Skizze) im Ursprung geknickt. Bestimmen Sie das $\vec{B}$-Feld. Lösen Sie das Integral zumindest für den Punkt $P = (-a, 0, 0)$.



Verwenden Sie dazu folgende Beziehung für einen Stromfaden:

$$\vec{B}(\vec{r}) = \frac{I}{c} \int \frac{\vec{t}(s) \times (\vec{x} - \vec{x}'(s))}{|(\vec{x} - \vec{x}'(s)|^{\frac{3}{2}}} ds$$

B2.) Modell der Erdmagnetfeldes:
Bestimmen Sie zumindest das magnetische Dipolmoment einer homogen geladenen, rotierenden Hohlkugel.
Bestimmen Sie das Magnetfeld einer homogen geladenen, rotierenden Hohlkugel zumindest außerhalb der Kugel.
Hinweis: $\vec{j}(\vec{r}) = \sigma \vec{v}(\vec{r}) = \sigma \vec{\omega} \times \vec{r}$ mit $\vec{\omega} = \omega_0 \hat{e}_z$ Verwenden Sie ein sphärisches Dreieck, das von $\hat{e}_z$, $\vec{r}$ und $\vec{r}'$ aufgespannt wird. Sie benötigen wiederum den Cosinussatz für $|\vec{r} - \vec{r}'|$.