

## Repetitorium Theoretische Elektrodynamik, WS 07/08

### 1.1 (Ergänzungen zur Vorlesung)

a) Zeigen Sie die Gültigkeit der 1. Maxwellschen Gleichung. Benutzen Sie dazu den experimentell gefundenen Ausdruck für das elektrische Feld einer Punktladung im Ursprung:

$$\vec{E}(\vec{x}) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{|\vec{x}|^2}$$

b) Zeigen Sie die Gültigkeit der 4. Maxwellschen Gleichung. Verwenden Sie hierzu das experimentell gefundene Ampèresche Gesetz:

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 I$$

c) Zeigen Sie unter Verwendung der Maxwellgleichungen die Gültigkeit der Kontinuitätsgleichung.

d) Zeigen Sie, dass das magnetische Moment die Form wie in der Vorlesung angegeben annimmt am Beispiel eines stromdurchflossenen Kreisringes.

(Hinweis:  $\vec{A}(\vec{x}) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{\vec{m} \times \hat{x}}{r^2}$ )

### 1.2 ( $\vec{E}$ - und $\vec{B}$ -Felder verschiedener Ladungsverteilungen)

a) Berechnen Sie das Elektrische Feld, sowie das Potential einer Vollkugel mit Radius  $R$  in den beiden Fällen:

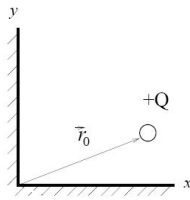
- i) Einer leitenden Kugel mit Gesamtladung  $Q$
- ii) Einer radialen Ladungsverteilung  $\rho(r) = \rho_0 e^{r/a}$  (mit beliebiger Längeneinheit  $a$ )

b) Berechnen Sie das elektrische bzw. magnetische Feld sowie die entsprechenden Potentiale für eine unendlich lange Koaxialkabel mit den Radien  $a < b$ :

- i) Wenn der Innenleiter von einem Strom  $I_0$  durchflossen wird
- ii) Wenn Innen- bzw. Außenleiter von den Strömen  $I_0$  bzw.  $-I_0$  durchflossen werden
- iii) Wenn der Innenleiter mit einer konstanten Längladungsdichte  $\lambda$  geladen ist
- iv) Wenn Innen- bzw. Außenleiter mit den Längladungsdichten  $\lambda$  bzw.  $-\lambda$  geladen sind

### 1.3 (Spiegelladung)

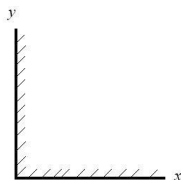
Betrachten Sie folgende Anordnung.



- Verwenden Sie die Methode der Spiegelladung um die Greensche Funktion zu finden
- Berechnen Sie das Monopol-, Dipol- und Quadrupolmoment
- Wie sieht das elektrische Feld aus? Welche Kraft wirkt auf die Ladung

### 1.4 (Potential an einer Ecke)

Nun betrachten wir die Anordnung aus 1.3 umgekehrt:



- Das Potential im Leiter sei auf 0 festgelegt, berechnen Sie mit Hilfe eines Separationsansatzes das Potential außerhalb des Leiters
- Bestimmen Sie das Verhalten des Potentials in der Nähe der Ecke. Wie verhält sich die elektrische Feldstärke nahe an der Ecke?

(Der Laplaceoperator hat in Zylinderkoordinaten die Form:  $\frac{1}{\rho} \partial_\rho (\rho \partial_\rho) + \frac{1}{\rho^2} \partial_\phi^2 + \partial_z^2$ )

### 1.5 (Dipolfelder)

Berechnen Sie die Felder elektrischer und magnetischer Punktdipole und bestimmen Sie daraus die Energie eines Punktdipols im Dipolfeld eines 2. Punktdipols mit entgegengesetztem Dipolmoment im Abstand  $r$ .

### 1.6 (Quadratur des Kreises)

Betrachten Sie einen Draht der Länge  $L$ , der von einem Strom  $I$  durchflossen wird und berechnen Sie für folgende Anordnungen das Magnetfeld auf der  $z$ -Achse:

- Der Draht ist zu einem Kreis gebogen (Biot-Savartsches Gesetz)
- Der Draht ist zu einem Quadrat gebogen (Randeffekte heben sich auf und müssen nicht berücksichtigt werden)