

# Ferienkurs Elektrodynamik WS 11/12

## Übungsblatt 1

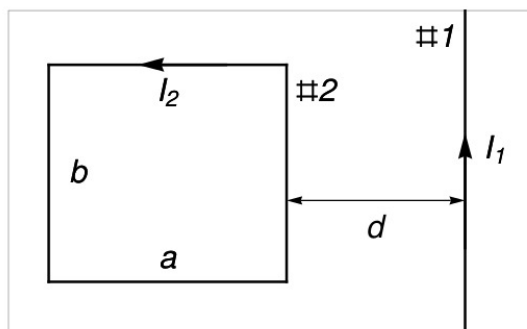
Tutoren:

Isabell Groß, Markus Krottenmüller, Martin Ibrügger

19.03.2012

### Aufgabe 1 - Wechselwirkung zwischen Drähten

Ein dünner rechteckiger Draht #2 befinde sich in der skizzierten Weise neben einem dünnen, unendlich langen Draht #1. Die Drähte werden von den Gleichströmen  $I_1$  und  $I_2$  durchflossen. Welche Kraft üben die Drähte aufeinander aus?



### Aufgabe 2 - Rotierender Zylinder

Ein unendlich langer Zylinder, der homogen mit der Ladungsdichte  $\rho$  geladen ist, rotiert starr um die Zylinderachse mit der Winkelgeschwindigkeit  $\omega$ . Geben Sie die Stromdichte  $\mathbf{j}(\mathbf{r})$  an und berechnen Sie unter der Annahme  $\mathbf{B}(\mathbf{r}) = B(r)\hat{\mathbf{e}}_z$  das Magnetfeld innerhalb und außerhalb des Zylinders.

### Aufgabe 3 - Rotierende Scheibe

Eine unendlich dünne runde Scheibe mit Radius  $R$  ist homogen geladen. Die Scheibe liege in der  $xy$ -Ebene mit ihrem Mittelpunkt im Ursprung und rotiere mit der Winkel-

geschwindigkeit  $\boldsymbol{\omega}$  um die  $z$ -Achse. Bestimmen Sie die asymptotische Form des Magnetfeldes  $\mathbf{B}$  mithilfe des Dipolmoments  $\mathbf{m}$ . Berechnen Sie außerdem das exakte Feld auf der Symmetrieachse, also  $\mathbf{B}(0, 0, z)$  und vergleichen Sie mit der Dipolnäherung.

# Ferienkurs Elektrodynamik

Elektrische und Magnetische Felder in polarisierbarer Materie

Stand: 19. März 2012

## Übungsblatt WS11/12

### 1. Dielektrische Kugel im äußeren E-Feld

In einem homogenen elektrischen Feld mit  $\vec{E}_o = E_o \cdot \vec{e}_z$  ( $\vec{e}_z$  ist der Einheitsvektor in z-Richtung) befinde sich eine dielektrische Kugel mit dem Radius R und der Dielektrizitätskonstante  $\epsilon$ .

a) Berechnen sie das Elektrische Feld innerhalb und außerhalb der Kugel mit dem Ansatz:

$$\phi(r, \theta) = \sum_l (A_l r^l + \frac{B_l}{r^{l+1}}) P_l(\cos\theta) \quad (0.1)$$

$A_l$  und  $B_l$  sind dabei zu bestimmende Unbekannte,  $P_l(\cos)$  die Legendre-Polynome.

b) Berechnen sie die Polarisierung und die Oberflächenladungsdichte der Kugel.

### 2. Magnetisierbare Kugel im äußeren B-Feld

In einem homogenen Feld  $\vec{B}_o = B_o \cdot \vec{e}_z$  ( $\vec{e}_z$  ist der Einheitsvektor in z-Richtung) befinde sich eine magnetische Kugel mit dem Radius R und der Dielektrizitätskonstante  $\mu$ .

a) Berechnen sie das magnetische Feld  $\vec{H}$  innerhalb und außerhalb der Kugel.

Hinweis: Sind keine freien Ströme vorhanden, kann  $\vec{H}$  als Gradient eines Skalarfeldes ausgedrückt werden. (Analog zum Elektrischen Feld)

b) Berechnen sie die Magnetisierung der Kugel und diskutieren sie die Fälle  $\mu > 1$  und  $\mu < 1$ .

c) Was würde sich bei der Berechnung ändern, wenn sich auch außerhalb der Kugel ein magnetisierbares Material befinden würde  $\mu_a \neq \mu$  ?

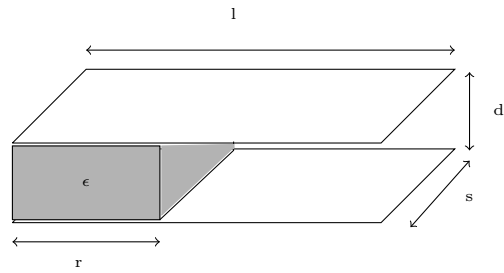
### 3. Spiegelladung mit Dielektrikum

Eine Punktladung q im Raum mit  $\epsilon_1$  befindet sich im Abstand d von einer ebenen Grenzfläche (bei  $z = 0$ ) zu einem dielektrischen Medium mit der Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_2$ . Bestimmen sie das erzeugte elektrische Feld mit der Methode der Spiegelladungen.

### 4. Plattenkondensator mit Dielektrikum

Zwischen zwei rechteckigen, unendlich dünnen Metallplatten der Fläche  $l \times s$ , die parallel im Abstand d liegen, ist ein Dielektrikum  $\epsilon$  mit den Ausmaßen  $r \times s \times d$  eingeschoben. Die obere/ untere Platte trägt die Ladung +Q/-Q. Da die Platten leitend sind, sind die

Ladungsträger auf den Platten frei verschiebbar. Die z-Achse steht senkrecht auf den Platten.



- a) Berechnen sie  $\vec{D}$ ,  $\vec{E}$  und die Oberflächenladungsdichte, jeweils in Region I (mit Dielektrikum) und in Region II (ohne Dielektrikum).
- b) Wie groß ist die Kapazität ( $C = \frac{Q}{\Delta\Phi}$ ) dieser Anordnung?