

## Übungen zu T3 Elektrodynamik im WS 2009

### Aufgabe 25

- a) Zeigen Sie formal, dass eine stationäre Stromverteilung  $\vec{j}(\vec{x})$  in einem Leiter an dessen Oberfläche tangential verlaufen muss.
- b) Wie sind daher die Aussagen der Elektrostatik über den Verlauf der elektrischen Feldlinien und Äquipotenzialflächen für die Oberfläche eines stationär durchströmten, beliebig geformten Ohmschen Leiters ( $\vec{j} = \sigma \vec{E}$ ) zu modifizieren? Erklären Sie damit den Terminus “Spannungsabfall entlang eines Widerstands”.

### Aufgabe 26

- a) Berechnen Sie das Magnetfeld auf der Achse einer eng gewickelten ( $n$  Windungen/Länge) zylindrischen Spule mit Länge  $L$  und Radius  $r$ , in der ein Strom  $I$  fließt.
- b) Zeigen Sie, dass im Fall  $L \gg r$  nahe der Achse an den Spulenden gilt:

$$B_z \approx \frac{2\pi n I}{c}, \quad B_\rho \approx \pm \frac{\pi n I \rho}{c r}$$

( $z$  und  $\rho$  sind der Symmetrie angepasste Zylinderkoordinaten).

### Aufgabe 27

Bestimmen Sie das magnetische Moment  $\vec{\mu}$  einer mit konstanter Winkelgeschwindigkeit  $\vec{\omega}$  rotierenden homogen geladenen a) Sphäre, b) Kugel mit Radius  $R$  und Gesamtladung  $Q$ . Wie groß ist die Rotationsgeschwindigkeit am Äquator, wenn man Sphäre bzw. Kugel als klassisches Modell des Elektrons ( $R = e^2/m_e c^2$ ,  $|\vec{\mu}| = \mu_B$ ) annimmt? (Versuchen Sie den klassischen Elektronenradius zu begründen.)

### Aufgabe 28

- a) Zeigen Sie, dass in der magnetischen Dipolnäherung die Kraft auf eine um  $\vec{x}$  lokalisierte Stromverteilung durch  $\vec{K}_D = \vec{\nabla}(\vec{\mu} \cdot \vec{B}_{ext}(\vec{x}))$  gegeben ist.
- b) Leiten Sie unter denselben Voraussetzungen das Drehmoment  $\vec{N} = \vec{\mu} \times \vec{B}_{ext}$  her.

### Aufgabe 29

Bestimmen Sie die Hamiltonfunktion für ein geladenes Teilchen im äußeren elektromagnetischen Feld, verifizieren Sie die Lorentzkraft und berechnen Sie die Poisson-Klammern der kinetischen Impulskomponenten  $mv_i$  untereinander.