

Übungen zu T3 Elektrodynamik im WS 2009

Aufgabe 9

Im Fall einer nichtverschwindenden magnetischen Ladungsdichte ρ_m und magnetischen Stromdichte \vec{j}_m verallgemeinern sich zwei der Maxwell-Gleichungen zu

$$\begin{aligned} \operatorname{div} \vec{B} &= 4\pi \rho_m, \\ \operatorname{rot} \vec{E} + \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} &= -\frac{4\pi}{c} \vec{j}_m. \end{aligned}$$

Zeigen Sie: Falls jedes Teilchen mit elektrischer Ladung q zugleich auch eine magnetische Ladung $q_m = \lambda q$ trägt, dann lassen sich die Maxwell-Gleichungen durch eine Umdefinition der Feldstärken in die Standard-Form überführen.

Aufgabe 10

Welche Bedingung muss ein elektrisches Feld $\vec{E}(\vec{x})$ erfüllen, damit die Feldlinien identisch mit Bahnlinien geladener Teilchen sind? Formulieren Sie die Bedingung zunächst als geometrische Eigenschaft der Feldlinien und dann als Differentialgleichung für das Feld $\vec{E}(\vec{x})$.

Aufgabe 11

Flussröhren sind (topologisch) zylindrische Gebiete, deren "Mantel" von Feldlinien erzeugt wird. Zeigen Sie, dass im ladungsfreien Raum die elektrischen Flüsse durch beliebige Querschnittsflächen einer gegebenen Flussröhre alle gleich sind.

Aufgabe 12

- Bestimmen Sie das Abfallverhalten der elektrischen Feldstärke einer Punktladung in einer Welt mit D (euklidischen) Raumdimensionen mit Hilfe einer entsprechenden Verallgemeinerung des Gauß'schen Gesetzes ($D=1,2,\dots$).
- Skizzieren Sie die Feldlinien einer Punktladung in einer zweidimensionalen (unendlich langen) "Zylinderwelt".

Aufgabe 13

Bestimmen Sie das Potenzial, das von 2 parallelen geraden, unendlich langen und entgegengesetzt geladenen Drähten im Abstand $2a$ mit konstanter Linienladungsdichte $\pm\lambda$ erzeugt wird. Zeigen Sie, dass die Äquipotenzialflächen Kreiszyylinder sind, und bestimmen Sie deren Achse und Radius in Abhängigkeit vom Potenzialwert.

Aufgabe 14

Benützen Sie das Resultat von Aufgabe 13, um die Kapazität pro Länge zweier paralleler zylindrischer Leiter (Achsenabstand $2l$ und Radius R) zu bestimmen.

Aufgabe 15

Gegeben sei eine leitende Kugel mit Radius R und eine Punktladung q im Abstand $d > R$ vom Kugelmittelpunkt. Bestimmen Sie die Kraft, die die Kugel auf die Ladung ausübt, wenn die Kugel a) neutral, b) "geerdet" ist.

Anleitung: Bestimmen Sie zunächst das Potenzial mit Hilfe der Methode der Bildladungen.