Prof. Dr. R. Verch
Dr. T.-P. Hack

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Inst. f. Theoretische Physik
Sommersemester 2015

Übungen zu TP2-Elektrodynamik (Staatsexamen Lehramt)
Aufgabenblatt 8

Aufgabe 8.1 [9 Punkte]
(a) In einem elektrischen Leiter ist die elektrische Leitfähigkeit λ über die Beziehung $\vec{j} = \lambda \vec{E}$ definiert. Welche physikalische Einheit ergibt sich daraus für λ im MKSA System?
(b) Welche physikalische Einheit hat der Widerstand $R = L/(\lambda \cdot A)$ eines dicken Drahtes der Länge L und Querschnittsfläche A im MKSA System?
(c) Welche physikalische Einheit hat die Stromstärke $I_{\vec{\Gamma}}$ eines dünnen, stromdurchflossenen Drahtes im MKSA System?

Aufgabe 8.2 [6 Punkte]
Es sei $\mathcal{K}$ die Kopplungskonstante im Coulombgesetz und $\mathcal{K}'$ die Kopplungskonstante im Ampèreschen Gesetz. Zeigen Sie, dass der Quotient $\mathcal{K}/\mathcal{K}'$ die physikalische Dimension des Quadrats einer Geschwindigkeit hat, unabhängig vom verwendeten Einheitensystem.

Aufgabe 8.3 [12 Punkte]
Es seien $\vec{\Gamma}_k : [a_k, b_k] \to \mathbb{R}^3$ $(k = 1, 2)$ zwei dünne, geschlossene Leiterschleifen, die jeweils eine reguläre Fläche beranden; die Leiterschleifen sollen sich in einer Entfernung befinden, die groß ist gegenüber ihren Ausdehnungen. Zeigen Sie, dass dann

$$-\int_{\vec{\Gamma}_1}\int_{\vec{\Gamma}_2} \frac{\vec{x}_1 - \vec{x}_2}{||\vec{x}_1 - \vec{x}_2||^3}\, d\vec{\Gamma}_1 \bullet d\vec{\Gamma}_2 = \int_{\vec{\Gamma}_1}\int_{\vec{\Gamma}_2} \frac{((\vec{x}_1 - \vec{x}_2) \times d\vec{\Gamma}_2) \times d\vec{\Gamma}_1}{||\vec{x}_1 - \vec{x}_2||^3}$$

gilt.
Hinweis: Benutzen Sie die für allgemeine Vektoren $\vec{v}, \vec{w}, \vec{z} \in \mathbb{R}^3$ gültige Identität $\vec{v} \times (\vec{w} \times \vec{z}) = (\vec{v} \bullet \vec{z})\vec{w} - (\vec{v} \bullet \vec{w})\vec{z}$. Verwenden Sie ferner, dass nach dem Satz von Stokes gilt

$$\int_{\vec{\Gamma}_1} \left(\vec{\nabla}_{\vec{x}_1} \frac{1}{||\vec{x}_1 - \vec{x}_2||} \right) \bullet d\vec{\Gamma}_1 = \int_{S_1} \vec{\nabla}_{\vec{x}_1} \times \left(\vec{\nabla}_{\vec{x}_1} \frac{1}{||\vec{x}_1 - \vec{x}_2||} \right) d\sigma(y_1)$$

für jede reguläre Fläche S_1, die von $\vec{\Gamma}_1$ berandet wird. Denken Sie auch daran, dass jedes Vektorfeld, das als Gradient einer Funktion geschrieben werden kann, immer Rotation $= 0$ hat.

Abgabe: Bis Mo., 08.06.2015, vor dem Übungsseminar