



Institut für Theoretische Physik

Übungen zur Vorlesung „Elektrodynamik“

Prof. Dr. T. Gehrman

Blatt 9 –Frühjahrssemester 2013

Abgabe: 30.04.2013

Besprechung: ETH 08.05.2013

UZH 02.05.2013

<http://www.itp.phys.ethz.ch/education/fs13/ed>

Aufgabe 1 Selbstinduktion

Berechnen Sie die Selbstinduktion pro Längeneinheit für ein Koaxialkabel. Der innere Leiter habe den Radius R_1 , der äussere den Radius R_2 .

Aufgabe 2 Invarianter Abstand

Zeigen Sie, daß das Abstandsquadrat $s_{12}^2 = s_{12,\mu}^\mu s_{12,\mu}$ der Punkte x_1 und x_2 ein Lorentzskalar ist ($s_{12} = x_1 - x_2$). D.h. es ist $s_{12,\mu}^\mu s_{12,\mu} = s_{12,\mu}^{\prime\mu} s_{12,\mu}^{\prime}$ zu zeigen. Benutzen Sie dazu die Lorentz-Transformation bei beliebiger Richtung der Geschwindigkeit

$$\begin{aligned} ct' &= \gamma(ct - \frac{1}{c}\vec{x} \cdot \vec{v}) \\ \vec{x}' &= \vec{x} + (\gamma - 1)\frac{(\vec{x} \cdot \vec{v})\vec{v}}{v^2} - \gamma\vec{v}t \end{aligned} \quad (1)$$

mit $\gamma = 1/\sqrt{1 - \beta^2}$ und $\beta = v/c$.

(a) Bringen Sie Transformation (1) in Matrixform ($x'^\mu = \Lambda^\mu_\nu x^\nu$).

(b) Wählen Sie $\vec{\beta} = \beta \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$ und zeigen Sie, dass Λ eine Lorentztransformation definiert, d.h.

$$\Lambda^\lambda_\mu g_{\lambda\sigma} \Lambda^\sigma_\nu = g_{\mu\nu}.$$

(c) Zeigen Sie nun, dass das Abstandsquadrat lorentzinvariant ist.

– bitte wenden –

Aufgabe 3 Maxwell'scher Spannungstensor

- (a) Betrachten Sie einen unendlich grossen Plattenkondensator mit der Oberflächenladungsdichte $-\sigma$ auf der unteren Platte und σ auf der oberen Platte. Der Abstand zwischen den Platten sei d .
- (ai) Berechnen Sie den Spannungstensor und die Kraft pro Flächeneinheit, die auf die obere Platte wirkt.
- (aii) Bestimmen Sie diese Kraft alternativ durch die Berechnung des Feldes, das die untere Platte erzeugt.
- (b) Betrachten Sie eine Hohlkugel mit der Oberflächenladungsdichte σ_1 auf der unteren Hälfte und σ_2 auf der oberen Hälfte. Bestimmen Sie die Kraft, die von der unteren Hälfte der Kugel auf ihre obere Hälfte ausgeübt wird.
- Hinweis: Betrachten Sie zuerst den Fall $\sigma_1 = \sigma_2$.*