Technische Universität München
Physik Department
Prof. Dr. Roland Netz
http://einrichtungen.physik.tu-muenchen.de/T37/teaching.html

Elektrodynamik
Wintersemester 2009/2010
02. Februar 2010

Theoretische Physik II (Elektrodynamik) – Übungsblatt 13

Aufgabe 1 – **Additionstheorem für parallele Geschwindigkeiten**

Man zeige explizit, dass zwei aufeinanderfolgende Lorentz-Transformationen in der gleichen Richtung einer einzigen Lorentz-Transformation mit der Geschwindigkeit

$$v = \frac{v_1 + v_2}{1 + (v_1 v_2/c^2)} \tag{1}$$

äquivalent sind. Dies ist eine andere Methode, um das Additionstheorem für zueinander parallele Geschwindigkeiten herzuleiten.

Aufgabe 2 – **Einfaches Modell eines stromführenden Drahtes**

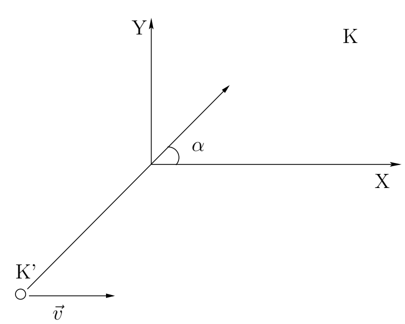
Ein unendlich langer, gerader Draht von vernachlässigbar geringem Querschnitt befinde sich im Inertialsystem K' in Ruhe und trage eine homogene Linienladungsdichte λ. Das System K' (und der Draht) bewege sich gegenüber dem Laborsystem K mit der Geschwindigkeit $\vec{v}$ parallel zur Achse der Drahtes.

a) Man gebe die durch Zylinderkoordinaten ausgedrückten elektrischen und magnetischen Felder im Ruhesystem des Drahtes an. Unter Verwendung der Lorentz-Transformationseigenschaften der Felder bestimme man die Komponenten der elektrischen und magnetischen Felder im Laborsystem.

b) Wie lauten die Ladungs- und Stromdichten des Drahtes in seinem Ruhesystem und im Laborsystem? Aus den Ladungs- und Stromdichten im Laborsystem berechne man direkt die entsprechenden elektrischen und magnetischen Felder und vergleiche das Ergebnis mit a).

Aufgabe 3 – **Dopplereffekt**

Ein Beobachter in einem Koordinatensystem K empfängt Licht von einer Quelle (z.B. einem Stern), die in einem System K' ruht, das sich mit Geschwindigkeit v entlang der x-Achse relativ zu K bewegt. Die Quelle sende in K' monochromatisches Licht mit Frequenz ω' isotrop in alle Richtungen aus.



a) Welche Frequenz ω hat das Licht für den Beobachter in K, das unter einem Winkel α zur x-Achse auftrifft, d.h. $k^1 = |\vec{k}| \cos(\alpha)$? Bestimmen Sie daraus den gewöhnlichen Dopplereffekt im Limes $\beta \ll 1$ und zeigen Sie, dass relativistisch auch im transversalen Fall $\alpha = \pi/2$ noch eine Dopplerverschiebung existiert.

b) Berechnen Sie $\cos(\alpha)$ als Funktion der entsprechenden Größe $\cos(\alpha')$ im System der Quelle und zeigen Sie damit, dass eine sich schnell auf einen Beobachter zubewegte Lichtquelle so aussieht, als ob sie vorwiegend in Vorwärtsrichtung emittieren würde.

Hinweis: Benutzen Sie die Formeln für die Lorentz-Transformation $k^\mu \to k'^\mu$ der nullten bzw. ersten Komponente des Vierer-Wellenvektors k^μ des Lichtes.