

Übungsblatt 8

04.12.2014

1. Teilchen in konstantem Kraftfeld

Ein Teilchen P mit Ruhemasse m befinde sich im Feld einer konstanten *Newton'schen* Kraft in x -Richtung: $\vec{F} = F\vec{e}_x$. Das Teilchen ruhe zum Zeitpunkt $t = 0$ im Ursprung.

- (a) Berechne die Geschwindigkeit $\vec{u}(t)$ des Teilchens und die Minkowskikraft.
 (b) Sei τ die Eigenzeit von P . Zeige, dass

$$\frac{Ft}{mc} = \sinh \frac{F\tau}{mc}. \quad (1)$$

- (c) Berechne $x(\tau)$.

Hinweis:

$$\int \frac{dx}{\sqrt{1+x^2}} = \operatorname{arsinh}(x) \quad (2)$$

2. Feldstärketensor

- (a) Drücke die Lorentzskalare $F^{\mu\nu}F_{\mu\nu}$, $G^{\mu\nu}F_{\mu\nu}$, $G^{\mu\nu}G_{\mu\nu}$, wobei $G_{\mu\nu} = *F_{\mu\nu}$, durch \vec{E} , \vec{B} aus.
 (b) Gibt es noch weitere Invarianten die quadratisch in \vec{E} und \vec{B} sind?
 (c) Kann es ein elektromagnetisches Feld geben, welches in einem Inertialsystem rein elektrisch ist und in einem anderen rein magnetisch? Welche Kriterien müssen erfüllt sein, damit es ein Inertialsystem gibt in dem das elektrische Feld verschwindet?

Hinweis: Verwende die Resultate aus Aufgabe (a).

3. Viererstrom

Ein unendlich langer dünner in z -Richtung ausgerichteter Stab trage in einem Inertialsystem S gemessen, eine Ladung λ pro Längeneinheit und einen elektrischen Strom $I > 0$ (in z -Richtung).

- (a) Wiederholung aus Elektrodynamik 1: Berechne $\vec{E}(\vec{x})$ und $\vec{B}(\vec{x})$ im Bezugssystem S .
 (b) Welche Voraussetzungen müssen λ und I erfüllen, dass es ein Inertialsystem S' gibt, in dem ein rein elektrisches oder ein rein magnetischen Feld gemessen wird? Verwende das Transformationsverhalten des Viererstroms¹ unter Lorentztransformationen. Falls ein solches Bezugssystem existiert, berechne $\vec{E}'(\vec{x}')$ und $\vec{B}'(\vec{x}')$.

¹Das ist nicht die einzige Möglichkeit dieses Beispiel zu lösen. Man könnte auch das Transformationsverhalten der Felder oder des Vektorpotentials verwenden.

Ankreuzbar: 1a, 1bc, 2abc, 3a, 3b