

Übungsblatt 5

29.11.2012

1. Elektromagnetischer 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. Gibt es noch weitere Invarianten die quadratisch in \vec{E} und \vec{B} sind?
- (b) 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).

2. **Transformation des elektromagnetischen Feldes** In einem Inertialsystem S gibt es ein statisches homogenes elektromagnetisches Feld mit $\vec{E} = (0, E_0 \sin \theta, E_0 \cos \theta)$ und $\vec{B} = \frac{1}{c}(0, 0, 2E_0)$ ($0 < \theta < \frac{\pi}{2}$).

- (a) Ein Inertialsystem S' bewege sich relativ zu S mit Geschwindigkeit v in x -Richtung. Wie groß muss v sein damit elektrisches und magnetisches Feld in S' parallel sind?
- (b) Wodurch sind v , \vec{E}' , \vec{B}' im Fall $\theta \ll 1$ in erster Ordnung in θ gegeben?
- (c) Diskutiere v , \vec{E}' , \vec{B}' im Grenzfall $\theta \rightarrow \frac{\pi}{2}$.

3. **Lorentzkraft** Eine Punktladung q befindet sich in einem Inertialsystem S zum betrachteten Zeitpunkt in einem Magnetfeld $\vec{B} = (0, 0, B)$ und hat momentan die Geschwindigkeit $\vec{v} = \frac{1}{\sqrt{3}}(v, v, v)$. Berechne die Kraft, die an diesem Ereignis auf die Punktladung

- (a) im Inertialsystem S wirkt.
- (b) in einem Inertialsystem S' wirkt, welches sich relativ zu S mit der Geschwindigkeit $\vec{V} = (V, 0, 0)$ bewegt.

Hinweis: Verwende die Resultate von Beispiel 1 auf Übungsblatt 4.