Übungsblatt 10

18.12.2014

1. **Kraft auf eine bewegte Punktladung**
Eine homogen geladene dünne Kreisscheibe mit Radius R und Gesamtladung q_1 bewegt sich relativ zu einem Inertialsystem S mit Geschwindigkeit V in Richtung ihrer Normalen (die Normalenrichtung sei die z-Richtung). Eine Punktladung q_2 befindet sich in S zum betrachteten Zeitpunkt im Abstand d oberhalb des Zentrums und besitzt momentan in S die Geschwindigkeit $\vec{v} = (v_x, v_y, v_z)$, siehe Abbildung 1.

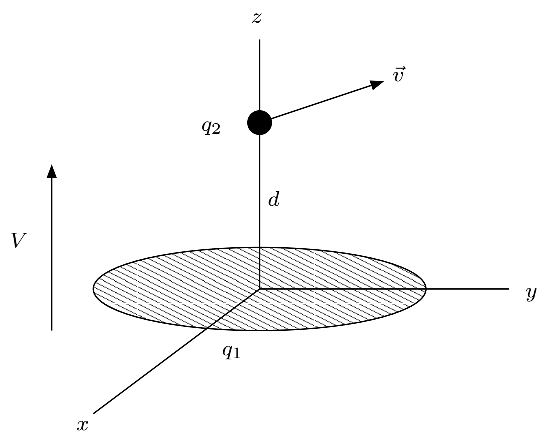

Abbildung 1: Punktladung im Feld einer geladenen Kreisscheibe

(a) Die Viererkraft K^μ ist ein Lorentzvektor. Leite daraus das Transformationsverhalten der Dreierkraft für zwei Bezugssysteme ab, die sich relativ zu einander mit Geschwindigkeit V in z-Richtung bewegen. Verwende die Relation[1]

$$\frac{\gamma(v')}{\gamma(v)} = \gamma(V)\left(1 - \frac{v_z V}{c^2}\right). \tag{1}$$

(b) Berechne die Kraft, die in S momentan auf die Punktladung wirkt und kommentiere das Ergebnis. Verwende das Resultat aus Aufgabe (a).

2. **Bewegte Leiterschleife**
Eine unendlich dünne Leiterschleife habe in ihrem Ruhesystem S' die Form eines Quadrats mit Seitenlänge a und wird in S' mit einem zeitlich konstanten Strom I durchflossen. Die Schleife bewegt sich relativ zu einem Intertialsystem S mit der konstanten Geshwindigkeit v parallel zu einer Seite. Berechne das elektrische Dipolmoment der Schleife in S.

[1] Diese Identität kann man aus dem Trasformationsverhalten der Vierergeschwindigkeit ableiten.

3. **Energie-Impuls-Tensor**
   Der Energie-Impulstensor ist

$$T^{\mu\nu} = \frac{1}{\mu_0}\left(F^{\mu\rho}F^{\nu}{}_{\rho} - \frac{1}{4}g^{\mu\nu}F^{\rho\sigma}F_{\rho\sigma}\right), \tag{2}$$

   wobei $g^{\mu\nu} = \mathrm{diag}(-1, 1, 1, 1)$.

   (a) Berechne $\partial_\nu T^{\mu\nu}$.

   (b) Berechne die Spur von $T^{\mu\nu}$.

Ankreuzbar: 1a, 1b, 2, 3ab

Schöne Feiertage!