

Übungsblatt 6

06.12.2012

1. Feld einer Ladung in einem beschleunigten Bezugssystem

Ein (konstant) beschleunigter Beobachter bewege sich an einer elektrischen Ladung q in der (ct, x) -Ebene vorbei. Welches elektromagnetische Feld spürt der beschleunigte Beobachter?

- Zeichne das Raum-Zeit Diagramm der Konfiguration.
- Drücke, ausgehend vom Feld im Ruhesystem der Ladung, den Feldstärketensor durch Vierergrößen aus.
- Berechne den Feldstärketensor im Bezugssystem des beschleunigten Beobachters. Was fällt dir auf?

2. Bewegte elektrische Ladungen

Ein Teilchen mit Ladung q_1 hat in seinem Ruhesystem S' die Potentiale $V(\vec{r}') = -\frac{q_1}{r'}$, $\vec{A}(\vec{r}') = \vec{0}$.

- Berechne die Potentiale $V(\vec{r})$, $\vec{A}(\vec{r})$ im Laborsystem S in welchem sich das Teilchen mit der Geschwindigkeit $\vec{v} = (0, 0, v)^T$ bewegt.
- Zeige, dass $V(\vec{r})$ und $\vec{A}(\vec{r})$ die Lorentzbedingung erfüllen. Wähle dafür ein möglichst einfaches Bezugssystem. Warum kann man das Bezugssystem frei wählen?
- Berechne die Feldstärken $\vec{E}(\vec{r})$ und $\vec{B}(\vec{r})$. Hierzu zeige zuerst, dass $\vec{B} = \frac{\vec{v}}{c} \times \vec{E}$ und berechne \vec{E} .
- Welche Kraft \vec{F} übt von S aus gesehen das erste Teilchen auf ein zweites Teilchen der Ladung q_2 aus, das sich mit derselben Geschwindigkeit \vec{v} wie das erste bewegt? Zerlege \vec{F} in einen Anteil senkrecht und in einen parallel zur z -Achse: $\vec{F} = \vec{F}_\perp + \vec{F}_\parallel$.

3. Stromführender neutraler Leiter

Die Transformationsgesetz des Viererstroms impliziert, dass es ein Bezugssystem gibt in dem ein ungeladener, stromdurchflossener Leiter eine elektrische Ladung hat. Diese Tatsache kann auch mithilfe der relativistischen Längenkontraktion erklärt werden.

Eine Ladung q bewege sich im Laborsystem S sich mit der Geschwindigkeit $\vec{v} = (v, 0, 0)$ im Abstand r parallel zu einem neutralen, stromdurchflossenen Draht in x -Richtung. Man stelle sich den Draht idealisiert als eine Schicht in S ruhender positiv geladener Ionen mit Ladungsdichte ρ_0 und eine Schicht mit Geschwindigkeit $\vec{v}_0 = (v_0, 0, 0)$ in x -Richtung bewegter Elektronen mit Ladungsdichte $-\rho_0$ vor.

- (a) Berechne die Ladungsdichte des Drahtes im System S' in dem die Ladung q ruht mithilfe der Längenkontraktion.
- (b) Berechne das elektrische Feld und die Kraft auf die Ladung im System S' .
- (c) Berechne daraus die Kraft auf die Ladung im Laborsystem S .