

Prof. Dr. Gernot Schaller

Dr. Dirk Kulawiak, Dr. Jérôme Burelbach, Alexander Kraft, Philip Knospe, Philipp Stammer

9. Übungsblatt – Theoretische Physik III: Elektrodynamik**Abgabe: Mo. 7.1.2019 bis 12:00 Uhr, Briefkasten ER-Gebäude****Aufgabe 25 (5 Punkte):** *Addition von Geschwindigkeiten unter LORENTZ-Transformationen*

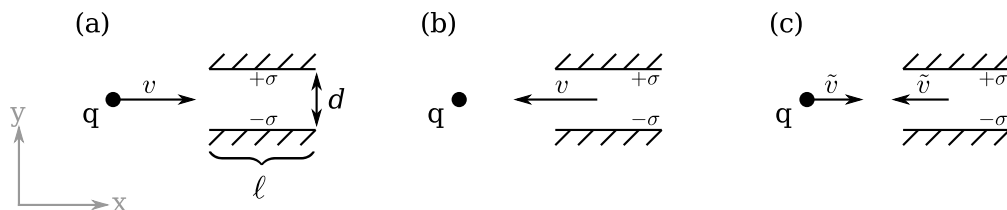
Gegeben seien drei Bezugssysteme Σ_1 , Σ_2 und Σ_3 , die sich paarweise relativ zueinander mit konstanten Geschwindigkeiten v_{ji} , wobei $i, j \in \{1, 2, 3\}$, in x -Richtung bewegen: Σ_2 bewege sich relativ zu Σ_1 mit der Geschwindigkeit v_{21} , und Σ_3 relativ zu Σ_2 mit der Geschwindigkeit v_{32} . Zeigen Sie, dass die Geschwindigkeit v_{31} , mit der sich Σ_3 relativ zu Σ_1 bewegt, gegeben ist durch

$$v_{31} = \frac{v_{21} + v_{32}}{1 + \frac{v_{21}v_{32}}{c^2}}.$$

Hinweis: Die Darstellungen der zugehörigen speziellen LORENTZ-Transformationen als Matrizen bilden eine Gruppe. Nutzen Sie die Eigenschaft, um die gesuchte Geschwindigkeit zu bestimmen.

Aufgabe 26 (10 Punkte): *Relativistische Ladung*

Eine Punktladung q bewegt sich durch einen im Laborsystem ruhenden Plattenkondensator mit der relativistischen Geschwindigkeit $v = (v_0, 0)^T$. Die Oberflächenladungsdichte der Kondensatorplatten betrage $\pm\sigma$, mit einem Plattenabstand d und einer Länge ℓ (Randeffekte seien im Folgenden vernachlässigt: $\mathbf{E} = \mathbf{B} = 0$ außerhalb des Kondensators).



- (a) Berechnen Sie im Laborsystem das elektrische Feld \mathbf{E} und das Magnetfeld \mathbf{B} , das auf das relativistische Teilchen q wirkt. Bestimmen Sie dessen Geschwindigkeitskomponente v_y in y -Richtung nach Durchlaufen des Kondensators.
- (b) Berechnen Sie im mitbewegten Bezugssystem der Ladung das elektrische Feld \mathbf{E}' und das Magnetfeld \mathbf{B}' , das auf q wirkt. (Das Teilchen ist hier also in Ruhe.) Bestimmen Sie dessen Geschwindigkeitskomponente v_y in y -Richtung nach Durchlaufen des Kondensators.
- (c) Wir befinden uns nun in einem bewegten Bezugssystem, in dem die Ladung und der Kondensator sich jeweils mit der Geschwindigkeit \tilde{v} aufeinander zu bewegen. Bestimmen Sie \tilde{v} . *Hinweis:* $\tilde{v} \neq \frac{v}{2}$!
- Berechnen Sie das elektrische Feld $\tilde{\mathbf{E}}$ und das Magnetfeld $\tilde{\mathbf{B}}$, das auf q wirkt. Bestimmen Sie dessen Geschwindigkeitskomponente v_y in y -Richtung nach Durchlaufen des Kondensators.

Hinweis: Beachten Sie Zeitdilatation und Längenkontraktion. Nehmen Sie an, dass $v_y \ll c$.

Bitte Rückseite beachten! →

Aufgabe 27 (5 Punkte): Vierer-Beschleunigung

Verwenden Sie die in der Vorlesung eingeführten Ausdrücke für Vierer-Geschwindigkeit u^μ und Eigenzeit τ , um die Vierer-Beschleunigung $b^\mu = du^\mu/d\tau$ zu bestimmen.

- (a) Zeigen Sie, dass im MINKOWSKI-Raum die Beschleunigung stets orthogonal zur Geschwindigkeit ist.
- (b) Drücken Sie die Komponenten von b^μ explizit durch die Komponenten der Systemgeschwindigkeit $\mathbf{v} = (v_x, v_y, v_z)^T$ aus.

Scheinkriterien:

- Mindestens 50% der Übungspunkte (Abgabe in 3er Gruppen).
Ab dem zweiten Übungsblatt werden Einzel- und Zweierabgaben nicht mehr akzeptiert!
- Regelmäßige, aktive Teilnahme an den Tutorien.
- Bestandene Klausur.

Sprechstunden		
Prof. Dr. Gernot Schaller	EW 744	Di, 13-14 Uhr
Dr. Dirk Kulawiak	EW 627	Di, 14-15 Uhr
Dr. Jérôme Burelbach	EW 708	Mi, 11-12 Uhr
Alexander Kraft	EW 269	Mi, 15-16 Uhr
Philip Knospe	EW 060	Mi, 16-17 Uhr
Philipp Stammer	EW 060	Fr, 14-15 Uhr