

Thomas Sean Weatherby

Theo III: 5. Spezielle Relativitätstheorie und Elektrodynamik

17. November 2025

1

Verständnischeck

1. **Schreibe** die mathematischen Definitionen für die folgenden Größen auf:
 - a) Eigenzeit τ in Bezug auf die Koordinatenzeit t ,
 - b) Viererimpuls P ,
 - c) Minkowski-Metrik g mit der Signatur $(+ \quad - \quad - \quad -)$
 - d) Lorentz-Transformation \mathcal{L} bei einem Boost in x -Richtung.
2. **Erkläre**, welche Eigenschaft von Vierervektoren bei der Lösung von Aufgaben in der relativistischen Mechanik besonders nützlich ist.
3. **Erkläre** den Unterschied zwischen dem nichtrelativistischen Impuls und den drei Impulskomponenten im Impuls-Vierervektor.

17. November 2025

Woche 5

2

2

Relativistische Felder

1. **Betrachte** einen (insgesamt elektrisch neutralen) Draht, durch den ein Strom I fließt. **Verwende** das Ampère-(Durchflutungs-)Gesetz, um das Feld im Abstand r um den Draht zu berechnen. Wir nehmen positive Ladungsträger an, um die Rechnung etwas zu vereinfachen.
2. **Fertige** eine vereinfachte Skizze des Drahtes im Laborsystem S an. **Denke** daran, dass der Draht insgesamt neutral ist (du musst also positive und negative Ladungen **einzeichnen**). **Zeichne** außerdem ein geladenes Teilchen, das sich entlang des Drahtes bewegt.
3. **Berechne** die Kraft auf eine Ladung, die sich mit der Driftgeschwindigkeit der Elektronen v parallel zum Draht in einem Abstand r von der Drahtachse bewegt.
4. **Verwende** das zweite Newtonsche Gesetz und die Definition der Eigenzeit, um die Beschleunigung im Ruhesystem des geladenen Teilchens S' zu berechnen.
5. **Welche** Inkonsistenz zeigt sich in diesem Gedankenexperiment zwischen den Systemen S und S' ? **Berücksichtige** dabei die Bewegung des Teilchens und in welchem Feld es sich jeweils befindet.

17. November 2025

Woche 5

3

3

Relativistische Felder

1. **Sieh** dir deine Skizze noch einmal an. Was bewegt sich, was ist in **Ruhe**? Was müssen wir **relativistisch** behandeln? **Fertige** eine neue Skizze im System (S') an, in dem die Ladung außerhalb des Drahtes in Ruhe ist: Welche Ladungen **bewegen** sich jetzt?
2. **Verwende** die Längenkontraktion, um die lineare Ladungsdichte im Draht zu berechnen.
3. **Wie** groß ist die **Kraft** der (und die daraus resultierende **Beschleunigung** durch die) elektrostatische Anziehung, die die Ladung vom Draht erfährt?
4. **Vergleiche** dies mit deiner Antwort auf Frage 4. Was sagt dir das über **elektrische** und **magnetische Felder** in verschiedenen Bezugssystemen?

17. November 2025

Woche 5

4

4