
Theoretische Physik in 2 Semestern I
9. Übung

www.thp.uni-koeln.de/~as/thp2sem15.html

Abgabe: Montag, 29. Juni 2015

32. Lebensdauer von Myonen

1+4 Punkte

Das Myon ist ein Elementarteilchen, das in vielen Eigenschaften dem Elektron gleicht. Es ist allerdings etwa 200 mal schwerer und hat eine endliche Lebensdauer von $\tau = 2 \cdot 10^{-6}$ s. Myonen entstehen z.B. in der Atmosphäre in etwa 10 km Höhe als Folge der kosmischen Strahlung.

- a) Berechne klassisch (ohne die Relativitätstheorie) die Strecke, die ein Myon innerhalb einer Lebensdauer τ maximal zurücklegen kann.
- b) Trotz des Ergebnisses aus a) beobachtet man auf der Erde zahlreiche Myonen. Erklären Sie dieses Ergebnis mit Hilfe der Relativitätstheorie (i) aus Sicht des Ruhesystems des Myons und (ii) aus Sicht eines Beobachters auf der Erdoberfläche (Laborsystem)! Wie groß ist die Geschwindigkeit der auf der Erdoberfläche beobachteten Myonen mindestens?

33. Geschwindigkeitsaddition

2+2+1 Punkte

- a) Leiten Sie die in der Vorlesung angegebenen Lorentz-Transformation für die Geschwindigkeit

$$u'_x = \frac{u_x - v}{1 - u_x v / c^2}$$

her. Dabei ist $u_x = \frac{dx}{dt}$ die Geschwindigkeit in S und $u'_x = \frac{dx'}{dt'}$ die Geschwindigkeit in S' .

- b) Bestimmen Sie analog die Geschwindigkeitstransformationen für die y - und z -Komponente der Geschwindigkeiten.
- c) Zeigen Sie, dass die Transformation wirklich die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit beinhaltet.

34. Geschwindigkeitsaddition II

2+2+2 Punkte

Von einer großen Rakete R_1 , die relativ zur Erde mit der Geschwindigkeit $v_1 = c/2$ fliegt, wird eine kleinere Rakete R_2 gestartet, die relativ zu R_1 mit $v_2 = c/2$ fliegt. R_2 schießt dann eine noch viel kleinere Rakete R_3 ab, die relativ zu R_2 mit $v_3 = c/2$ fliegt usw. Alle Geschwindigkeiten liegen in x -Richtung.

- a) Bestimmen Sie eine Iterationsgleichung für die Geschwindigkeiten v_j , d.h. drücken Sie v_j durch v_{j-1} aus.

- b) Überlegen Sie anhand der Iteration, ob es möglich ist, die Lichtgeschwindigkeit zu erreichen oder zu überschreiten!
- c) Lösen Sie die Iterationsgleichung, d.h. drücken Sie alle Geschwindigkeiten v_j nur durch j und c aus. Vergleichen Sie mit dem Ergebnis der Galilei-Transformation.
Tipp: Es ist erlaubt, die Lösung der Iteration zu „raten“, z.B. auf der Basis der expliziten Form der ersten Geschwindigkeiten v_1, v_2, v_3, \dots

35. Minkowski-Diagramm

2 Punkte

Zeichne in einem Minkowski-Diagramm die Weltlinie eines Körpers, der sich zeitweilig mit Überlichtgeschwindigkeit bewegt. Zu welchen Widersprüchen führt dies in einem anderen Inertialsystem I' ?

36. Relativistische Energie-Impuls-Relation

2 Punkte

Zwei identische Teilchen mit der Ruhemasse m treffen mit gleich großer, entgegengesetzt gerichteter Geschwindigkeit v aufeinander. Bei dem vollkommen inelastischen Stoß entsteht ein einzelnes Teilchen, das sich in Ruhe befindet. Wie groß ist die Ruhemasse M des neuen Teilchens?