Übungen zur Modernen Physik (Atome, Kerne Teilchen) – SS2007
Blatt 2

5. Aufgabe: Lorentz-Transformation

a) Der Ausdruck

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1-\beta^2}}$$

ist - ohne relativistische Vertauschung - schrittweise für x umzuschreiben.

b) Man leite die Lorentz-Transformation her unter der Annahme, dass man zwei verschiedene γ-Faktoren (γ und γ') zu unterscheiden hätte.

6. Aufgabe: Lorentz-Kontraktion

Man berechne die Lorentz-Kontraktion für die Erde, die sich mit 30 km/s um die Sonne bewegt.

7. Aufgabe: Transformation von Dichten

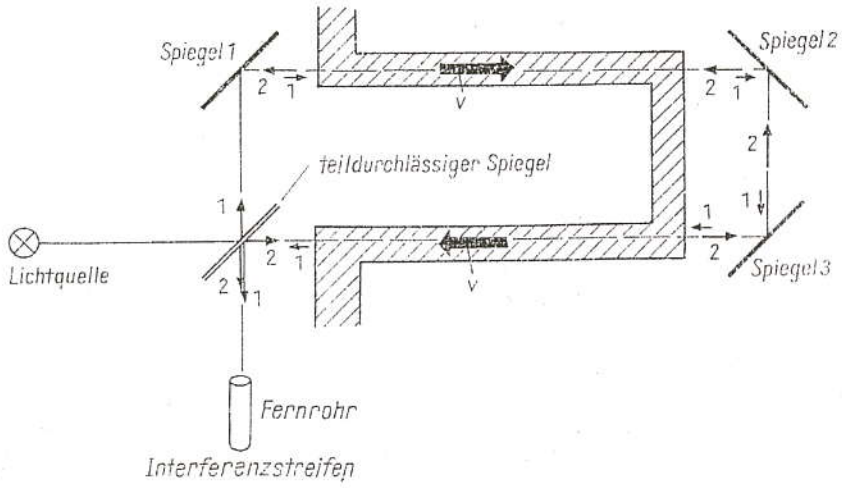
Man stelle die Transformationsformeln für die Massendichte ρ, die Teilchenzahldichte n und die elektrische Ladungsdichte ρ_e auf. Zeigen Sie, dass die elektrische Ladung eine Invariante der Lorentz-Transformation ist.

8. Aufgabe: Geschwindigkeitstransformation

Aus einem mit $v_1 = 0{,}8$ c fliegenden System soll (in Bezug auf dieses System) ein Körper mit $v_2 = 0{,}8$ c abgeschossen werden. Wie groß ist die Geschwindigkeit, vom Ruhesystem aus beurteilt?

9. Aufgabe: Versuch von Fizeau

Die Lichtgeschwindigkeit in Wasser soll bestimmt werden, wobei die Strömungsrichtung des Wassers einmal der Ausbreitungsrichtung entgegengesetzt sein, das andere Mal mit ihr zusammenfallen soll (siehe Abbildung). Der Versuch von Fizeau erbrachte 1851 ein Ergebnis, das seinerzeit mit den klassischen Hilfsmitteln nicht verstanden werden konnte.



(Bitte wenden!)

Nach der klassischen Mechanik wäre als Lichtgeschwindigkeit im strömenden Wasser (Strömungsgeschwindigkeit v) zu erwarten: $c_W = \frac{c}{n} + v$ oder $c_W = \frac{c}{n} - v$ (je nach Strömungsrichtung). Das Experiment ergab aber einen Wert $c_W = \frac{c}{n} + v\left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$ bzw. für die entgegengesetzte Strömungsrichtung $c_W = \frac{c}{n} - v\left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$. Begründen Sie das Ergebnis.

10. Aufgabe: Additionstheorem und Lorentz-Faktor

Welche Form nimmt der Lorentz-Faktor γ für einen Beobachter im ruhenden System S an, wenn sich im bewegten System S' noch eine Eigenbewegung u'_x in Bezug auf dieses System vorliegt?