

Uebungen zur Experimentalphysik IV

Serie 1, Termin: 19./20./21. April 20167

1.1 Herleitung der Lorentztransformation

In der Vorlesung wurde gezeigt, wie die Lorentztransformation hergeleitet werden kann. Zeigen sie nun, dass die da eingeführte Größe $A = (1 - (v/c)^2)^{-1/2}$. Invertieren Sie dazu das folgende in der Vorlesung hergeleitete Gleichungssystem nach x und t und verwenden Sie die Tatsache, dass sich Intertialsystem (IS) S' relativ zu IS S mit der Geschwindigkeit v bewegt und S sich relativ zu S' mit $-v$. Vergleich der Ausdrücke für x und x' oder t und t' liefert den gesuchten Ausdruck für A .

$$\begin{aligned}x' &= Ax - Avt \\t' &= -\frac{Av}{c^2}x + At\end{aligned}$$

1.2 Vierervektoren

Gegeben sind zwei Vierervektoren $a^\mu = (1, 2, 3, 4)$ und $b^\mu = (4, 3, 2, 1)$. Bestimmen Sie a_μ , b_μ und $a_\mu b^\mu$. Sind a_μ und b_μ raum-, zeit-, oder lichtartig? Geben Sie ein numerisches Beispiel für die fehlende Kategorie. Welcher Vierervektor a_μ oder b_μ könnte ein Teilchen der Masse $m > 0$ beschreiben?

1.3 Pionzerfall

Ein sich mit der Geschwindigkeit v bewegendes Pion zerfalle im Flug in ein Myon und ein Antineutrino, $\pi \rightarrow \mu^- + \bar{\nu}_\mu$. Ferner nehmen wir an, dass das (masselose) Neutrino in einem rechten Winkel zur Pionenbahn wegfliet. In welchem Winkel fliegt das Myon weiter?

Antwort: $\tan \theta = (1 - m_\mu^2/m_\pi^2)/(2\beta\gamma^2)$

1.4 Myonenzerfall

In etwa 15 km Höhe in der Atmosphäre entstehen durch die Wechselwirkung von galaktischer kosmischer Strahlung und der Atmosphäre Myonen, die in Ruhe mit einer Halbwertszeit von $2,2 \times 10^{-6}$ Sekunden zerfallen. Wenn alle Myonen mit einer kinetischen Energie von 2,4 GeV erzeugt würden, wie tief müssten sie in die Atmosphäre eindringen, bis ihr Fluss auf die Hälfte abgeklungen ist? Vergleichen Sie das Resultat mit einer nicht relativistischen Rechnung.

Tipp: Energieverlust in der Atmosphäre vernachlässigen.

1.5 Pionzerfall II

Ein Pion in Ruhe zerfalle in ein Myon und ein Antineutrino ($\pi \rightarrow \mu^- + \bar{\nu}_\mu$). Wie weit fliegt das Myon im Mittel bevor es zerfällt? (Halbwertszeit $\tau_\mu = 2.2 \mu\text{s}$)

Hinweis: Die Ruhemasse des Pions beträgt $m_\pi = 139,6 \text{ MeV}/c^2$, die des Myons $m_\mu = 105,7 \text{ MeV}/c^2$.