

Theoretische Physik I: Mechanik, Übung 14

Prof. Hans Peter Büchler WS 2010/11, 1. Februar 2011

1. Energie-Impulserhaltung: Pion-Zerfall $\pi \rightarrow \mu + \nu$ (Schriftlich)

Betrachte den Zerfall eines Pions in ein Müon und ein Neutrino, $\pi \rightarrow \mu + \nu$ ($m_\pi = 140$ MeV/ c^2 , $m_\mu = 100$ MeV/ c^2 , $m_\nu = 0$).

- Zeige: Die totale Energie des Neutrinos im Ruhesystem des Pions ist $E_\nu = (m_\pi^2 - m_\mu^2)/2m_\pi$.
- Ein Pionenstrahl habe die totale Energie $E_{\text{lab}}^\pi = 200$ GeV. Berechne die Laborenergie der Neutrinos für den Fall, dass die Flugrichtung von Pion und Neutrino gleich sind. Tipp: Benütze die Energie-Impulserhaltung in der Form $p_\mu = p_\pi - p_\nu$ sowie $E_\pi/m_\pi \gg 1$.

2. Relativistische Rakete (Übungsstunde)

In einem Laborsystem I wird zur Zeit $t = 0$ eine Rakete der Masse m_0 bei $x = 0$ in x -Richtung gestartet. Das ausgestossene Gas hat **relativ zur Rakete** die konstante Austrittsgeschwindigkeit v_A und Energieausstoss $dE_A/d\tau$ ($\tau = \text{Eigenzeit}$). Weiterhin definieren wir das instantane Ruhesystem der Rakete I' , mit $x = \Lambda x'$.

- Wie gross ist der Massenverlust der Rakete pro Zeiteinheit, $dm_R/d\tau$?
Tipp: Verwende die Impulserhaltung in I' .
- Leite im Laborsystem I die Bewegungsgleichung für $dp_R^\alpha/d\tau$ ($p_R^\alpha = 4\text{er Impuls der Rakete}$) und $dv_R/d\tau$ ($v_R = dx/dt = \text{Geschwindigkeit der Rakete}$) her und löse letztere.
Tipp: $(E_R + dE_R, p_R + dp_R) = \Lambda(m_R - dE'_A, v'_A dE'_A)$.
- Berechne die Koordinaten (t, x) des "Brennschlusses" $m_R = 0$ für gleichförmigen Energieausstoss $dE_A/d\tau = \text{const.} = \rho$. Betrachte den Spezialfall "Photonenantrieb" $v_A = c$.