

Theoretische Physik I: Mechanik, Übung 9

Prof. Hans Peter Büchler SS 2009, 23. Juni 2009

1. Vierer-Beschleunigung (Übungsstunde)

Führen sie über $b^\mu = \frac{d}{d\tau}u^\mu$, u^μ : Vierer-Geschwindigkeit, τ : Eigenzeit die Vierer-Beschleunigung ein.

- Zeige, dass die Beschleunigung im Minkowski-Raum stets orthogonal zur Geschwindigkeit ist.
- Drücke die Komponenten von b^μ explizit durch die Systemgeschwindigkeit $\mathbf{v} = (v_x, v_y, v_z)$ aus!

2. Relativistische Rakete (Schriftlich)

In einem Inertialsystem 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 konstante Austrittsgeschwindigkeit v_A und Energieausstoß $dE_A/d\tau$ ($\tau =$ Eigenzeit).

- Wie groß ist der Massenverlust der Rakete pro Zeiteinheit, $dm_R/d\tau$? Leite im Inertialsystem I die Bewegungsgleichung für $dp_R^\alpha/d\tau$ ($p_R^\alpha =$ 4er Impuls der Rakete) und $dv_R/d\tau$ ($v_R^\alpha =$ 4er Geschwindigkeit der Rakete) her und löse letztere.
- Berechne die Koordinate (t, x) des „Brennschlusses“ mit $m_R = 0$ für gleichförmigen Energieausstoß $dE_A/d\tau \equiv \text{const.} = \rho$. Betrachte den Spezialfall „Photonenantrieb“ $v_A = c$.

3. relativistischer Stoß (Schriftlich)

Betrachtet werden soll der elastische Stoß zwischen zwei Teilchen, von welchen eines vor dem Stoß ruht, im Inertialsystem Σ . Das andere habe vor dem Stoß die Energie T_r und den Impuls \mathbf{p}_r . Die Energien bzw. Impulse nach dem Stoß sind T_{r1} und T_{r2} bzw. \mathbf{p}_{r1} und \mathbf{p}_{r2} .

- Berechne den Winkel ϑ zwischen den Impuls \mathbf{p}_{r1} und \mathbf{p}_{r2} nach dem Stoß als Funktion von T_r und T_{r1} !
- Betrachte die Grenzfälle $\nu \ll c$ und $\nu \approx c$, wobei ν die Geschwindigkeit des (bewegten) Teilchens vor dem Stoß im System Σ .