

3. Übungsblatt zur Allgemeinen Relativitätstheorie

Abgabe: Donnerstag, 13.05.2010 vor der Übung

Aufgabe 1 (2 Punkte): 4er-Impuls und 4er-Kraft

Zeigen Sie, dass für das Newtonsche Kraftgesetz im Minkowski-Raum

$$F^\alpha := \frac{dp^\alpha}{d\tau} \quad (1)$$

gilt: Der 4er-Impuls und die 4er-Kraft stehen immer senkrecht aufeinander.

Aufgabe 2 (3 Punkte): Die 4-er Beschleunigung

In Analogie zur 4-er Geschwindigkeit u^μ wird die 4-er Beschleunigung als

$$\dot{u}^\mu := \frac{du^\mu}{d\tau} \quad (2)$$

definiert. Leiten Sie die Darstellung der 4-er Beschleunigung in Raum- und Zeitkomponenten ab. Welche Form besitzt diese im momentanen Ruhesystem?

Aufgabe 3 (5 Punkte): Compton-Streuung

Ein Photon der Wellenlänge λ trifft auf ein ruhendes Elektron der Masse m_e und läuft mit der Wellenlänge λ' im Winkel θ aus.

Leiten Sie die Gleichung für die Compton-Streuung:

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_e c} (1 - \cos \theta) \quad (3)$$

ab. Verwenden Sie hierzu die Energie-Impuls-Beziehung: $\eta_{\alpha\beta} p^\alpha p^\beta = m^2 c^2$ mit der Ruhemasse m und nutzen Sie die Impulserhaltung in der 4er-Schreibweise aus.