

Universität Bielefeld Fakultät für Physik Wintersemester	Vertiefung der klassischen Mechanik und Elektrodynamik 2024	Prof. Dr. Jürgen Schnack jschnack@uni-bielefeld.de 6193, E5-120
--	---	---

Aufgabenblatt 9

9.1 Viererbeschleunigung

Die Viererbeschleunigung sei als

$$b^\mu = \frac{d}{d\tau} u^\mu \quad (1)$$

definiert.

- Zeigen Sie, daß die Beschleunigung im Minkowski-Raum stets orthogonal zur Geschwindigkeit ist. Nutzen Sie dabei Ihr Wissen von der Norm der Vierergeschwindigkeit aus.
- Drücken Sie die Komponenten von b^μ explizit durch die Geschwindigkeit $\vec{v} = (v_x, v_y, v_z)$ aus.

9.2 Raketenflug mit konstanter Beschleunigung

Um einen Raketenflug so angenehm wie möglich zu gestalten, wird dafür gesorgt, daß die Beschleunigung der Rakete in dem System Σ' , in dem sie momentan ruht, d.h. $\vec{v}' = (v'_x, v'_y, v'_z) = 0$, konstant gleich der Erdbeschleunigung g ist. Diskutieren Sie im folgenden den Flug im erdfesten System Σ unter der Bedingung, daß die Beschleunigung in z -Richtung wirkt und daß die Anfangsgeschwindigkeit der Rakete zur Zeit $t = 0$ $v = 0$ war.

- Welche Geschwindigkeit besitzt die Rakete im Erdsystem Σ für $t > 0$? Transformieren Sie dazu b'^μ nach b^μ und bestimmen Sie den Zusammenhang von g und v .
- Schätzen Sie ab, nach welcher Zeit in einer nichtrelativistischen Rechnung die Raketengeschwindigkeit die Lichtgeschwindigkeit überschreiten würde.
- Berechnen Sie die zeitabhängige Position der Rakete im Erdsystem Σ ?
- Wie hängt die kinetische Energie der Rakete von der Zeit ab?
- Stellen Sie ausgehend von $dt = \gamma d\tau$ einen expliziten Zusammenhang zwischen der Eigenzeit τ , d.h. dem Alter des Astronauten und der auf der Erde vergangenen Zeit her und geben Sie die Zeiten t für $\tau = 4, 8, 40, 100$ Jahre an.