

**Übungen zur Vorlesung „Relativitätstheorie,  
Astrophysik, Kosmologie (Vertiefungsmodul)“  
Sommersemester 2017**

**Übungsblatt 3**

Ausgabe: Donnerstag, 27. April 2017  
Abgabe der schriftlichen Lösungen: Donnerstag, 4. Mai 2017  
Besprechung: Montag, 8. Mai 2017

**Aufgabe 7: Raum-Zeit-Diagramm (Votieraufgabe)**

Ein Astronaut startet am Neujahrstag des Jahres 2015 von der Erde aus zum Fixstern  $\alpha$  Centauri (4 Lichtjahre entfernt) und fliegt mit der Geschwindigkeit  $v = 0.8c$ . Wenn er den Stern erreicht hat, kehrt er sofort um und fliegt mit der gleichen Geschwindigkeit zur Erde zurück. Mit seinem auf der Erde verbliebenen Bruder hat er vor dem Start ausgemacht, dass sie sich gegenseitig über Radarte-  
lefon an jedem Neujahrstag Grüße schicken. Wie viele Botschaften schickt jeder dem anderen und wann treffen diese ein?

Man zeichne ein Raum-Zeit-Diagramm mit den Weltlinien des Astronauten und der abgesandten Radarsignale. (10 Punkte)

**Aufgabe 8: Viererbeschleunigung (schriftlich)**

a) Definieren Sie

$$b^\mu = \frac{du^\mu}{d\tau}$$

und beweisen Sie, dass  $\{b^\mu\}$  ein Vierervektor ist (Viererbeschleunigung). (3 Punkte)

b) Berechnen Sie die Komponenten der Viererbeschleunigung im Laborsystem. (3 Punkte)

c) Zeigen Sie

$$u_\mu b^\mu = 0 .$$

Interpretieren Sie dieses Resultat. (4 Punkte)

**Aufgabe 9: Inelastische Kollision (schriftlich)**

Ein Teilchen mit Ruhemasse  $m_1$  und Geschwindigkeit  $\mathbf{v}_1$  stößt mit einem ruhenden Teilchen der Ruhemasse  $m_2$  inelastisch zusammen, sodass daraus ein einziges neues Gebilde entsteht. Welche Ruhemasse  $m$  und welche Geschwindigkeit  $\mathbf{v}$  hat es? (6 Punkte)

**Aufgabe 10:  $\beta$ -Zerfall (Votieraufgabe)**

Der  $\beta$ -Zerfall eines Neutrons läuft in seinem Ruhesystem isotrop ab. Das emittierte Elektron hat die Geschwindigkeit  $v_e = 0.77c$ . Welche Werte kann der Impuls  $\mathbf{p}_e$  des Elektrons im Laborsystem annehmen, wenn sich das Neutron mit der Geschwindigkeit  $\mathbf{v}_n$  bewegt? (6 Punkte)