

- 1. Aberration des Lichtes.** Ein Fixstern (ruhend im System  $S$ ) sendet Licht zur Erde (bewegtes System  $S'$ ). Auf der Erde wird das einfallende Licht unter dem Winkel  $\theta'$  beobachtet.
- a) Berechnen Sie allgemein den Unterschied der Beobachtungswinkel (Nachstellwinkel  $\alpha$ ) in  $S$  und  $S'$ .  
(Lösung:  $\alpha = \frac{v}{c} \sin \alpha$ )
- b) Berechnen sie  $\alpha$  für die Umlaufgeschwindigkeit der Erde,  $v_E = 30 \text{ kms}^{-1}$  und senkrechten Lichteinfall ( $\theta = 90^\circ$ ). (Lösung:  $\alpha = 0,0057^\circ$ )
- 2.** Peter wird nach einer lichtgeregelten Kreuzung von einem Polizisten aufgehalten. Dieser behauptet, Peter habe die Kreuzung bei rot ( $\lambda = 660 \text{ nm}$ ) überfahren. Peter behauptet jedoch, dass die Ampel grün ( $\lambda = 530 \text{ nm}$ ) war.
- Mit welcher Geschwindigkeit überfuhr Peter die Kreuzung? (Lösung:  $0,22c$ )
- 3.  $\mu$ -Mesonen.** Die **mittlere Lebensdauer**  $\tau$  von  $\mu$ -Mesonen beträgt im Ruhssystem etwa  $2 \cdot 10^{-6} \text{ s}$ . Ein hoch in der Erdatmosphäre entstehender Puls dieser Teilchen bewege sich mit  $v = 0,99c$  erdwärts. Die Anzahl der Teilchenstöße in der Erdatmosphäre ist vernachlässigbar. Man bestimme die **Entstehungshöhe**  $h$ , wenn 1 % der ursprünglich vorhandenen Mesonen die Erdoberfläche erreicht. (Lösung:  $h = 1,94 \cdot 10^4 \text{ m}$ )
- Hinweis: Im Ruhssystem der  $\mu$ -Mesonen beträgt die Anzahl der zum Zeitpunkt  $t$  überlebenden Teilchen  $n(t) = n(0) \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$ .
- 4. Gleichzeitigkeit.** Man zeige rechnerisch und graphisch mit Hilfe der Lorentz-Transformation, dass zwei im Bezugssystem  $S$  gleichzeitige ( $t_1 = t_2$ ), aber örtlich getrennte Ereignisse im Allgemeinen im Bezugssystem  $S'$  nicht gleichzeitig sind.
- 5.** Zwei Blitze treffen die beiden Enden eines **20 m** langen Eisenbahnwaggons, der sich entlang der  $x$ -Achse mit einer Geschwindigkeit von  $v = 200 \text{ kmh}^{-1}$  bewegt. Für einen Beobachter außerhalb des Zuges wird der Waggon gleichzeitig getroffen.
- Welche Zeitdifferenz zwischen den beiden Blitzen messen die Mitfahrer? (Lösung:  $-12,3 \text{ fs}$ )
- 6. Relativistische Geschwindigkeitsaddition.** In  $S'$  gilt  $v_x' = c \cdot \cos \varphi$ ,  $v_y' = c \cdot \sin \varphi$ .
- Zeigen Sie, dass in  $S$  die Beziehung  $v_x^2 + v_y^2 = c^2$  gilt, wenn sich  $S'$  relativ zu  $S$  mit der Geschwindigkeit  $V$  in  $x$ -Richtung bewegt!