

39. Agent X bewegt sich auf einem Zug mit einer Geschwindigkeit von  $v = 0.9c$  auf einen Tunnel der Länge  $L_T = 100\text{m}$  zu. Die Ruhelänge des Zuges beträgt  $L_Z = 80\text{m}$ . Natürlich hat der Zug die üblichen Verbrauchsmaterialien des täglichen Agentenlebens geladen (Nuklearsprengköpfe usw.).
- Auch die Mächte der Finsternis sitzen nicht untätig herum: nachdem das Ende des Zuges den Eingang des Tunnels passiert hat, wird durch eine Lichtschranke ein Mechanismus ausgelöst, der den Tunnel gleichzeitig auf beiden Enden verschließt. Als die Spitze des Zuges wenig später das Tunnelende erreicht, wird ein Lichtblitz ausgelöst (sh. Verbrauchsmaterialien).
- Wie lange erscheinen Zug und Tunnel für einen Beobachter im Ruhesystem  $S$  des Tunnels?
  - Wie lange erscheinen Zug und Tunnel für einen Beobachter im Ruhesystem  $S'$  des Zuges?
  - Wie sieht obiger Film für einen mit dem Zug mitbewegten Beobachter aus? Zu welchen Zeitpunkten und an welchen Orten finden die einzelnen Ereignisse in  $S'$  statt?
40. Zum Zwillingsparadoxon:
- Ein Raumfahrer, der sich bezüglich der Erde für gleich lange Zeiten  $T$  mit den Geschwindigkeiten  $v$  und  $-v$  bewegt, sendet in gleichen Zeitabständen  $\Delta t'$  (gemessen in seinem Ruhesystem) Lichtsignale zur Erde. Wann treffen diese auf der Erde ein?
  - Auch die Bodenstation auf der Erde sendet Lichtsignale im Abstand  $\Delta t$  (gemessen im Ruhesystem der Erde) aus. Wann treffen diese beim Raumschiff ein?
  - Was ist das Verhältnis der Anzahl der insgesamt von Bodenstation und Raumfahrer ausgesandten Lichtsignale, falls die subjektiven Zeitintervalle  $\Delta t$  und  $\Delta t'$  gleich sind?
41. Ein Lichtstrahl der Frequenz  $\omega$  fällt in der  $xz$ -Ebene von oben unter einem Winkel  $\varphi = 45^\circ$  auf einen in der  $xy$ -Ebene liegenden Spiegel, der sich mit der Geschwindigkeit  $v$  in  $z$ -Richtung bewegt.
- Berechnen Sie die Frequenz  $\omega'$  und den Reflexionswinkel  $\varphi'$  des reflektierten Lichtstrahls. *Hinweis:* Im Ruhesystem des Spiegels gilt natürlich das Reflexionsgesetz.
  - Berechnen Sie  $\varphi'$  explizit für  $v = \pm 0.5\sqrt{2}c$ ,  $v = \pm 0.7\sqrt{2}c$ , sowie die Grenzwerte für  $v \rightarrow \pm c$  und  $|v| \ll c$ . Skizzieren sie  $\varphi'$  als Funktion von  $v$ .
42. Ein unendlich langer, geradliniger Draht ist homogen geladen und bewegt sich im Laborsystem  $S$  mit konstanter Geschwindigkeit  $\mathbf{v}$  in Richtung seiner eigenen Achse. Das Ruhesystem des Drahtes wird mit  $S'$  bezeichnet.
- Berechnen Sie die vom Draht erzeugten Felder in  $S'$  und daraus durch Lorentztransformation die Felder in  $S$ .
  - Wie lauten Ladungs- und Stromdichte des Drahtes in  $S$  und  $S'$ ? Überprüfen Sie das in a) erhaltene Resultat indem Sie die Felder in  $S$  direkt mit Hilfe der Maxwellgleichungen berechnen.