

Spezielle Relativitätstheorie

Prof. Dr. R. Harlander

SchülerUni 2022, 27./28. Juni 2022



Exercise 1 *Stretch-Limo*

Ein Auto der Ruhelänge l_A bewege sich mit Geschwindigkeit v , so dass es aufgrund der Längenkontraktion vollständig in eine Unterführung der Länge $l_G = \sqrt{0.84} l_A$ passt. Die Unterführung hat am Ein- und Ausgang jeweils ein Garagentor. Ein Garagenwärter kann also kurzzeitig beide Tore schließen, während sich das Auto in der Unterführung befindet.

- (i) Wie groß muss v mindestens sein?
- (ii) Beschreiben Sie den obigen Vorgang (qualitativ und quantitativ) aus der Sicht des Fahrers.

Exercise 2 *Minkowski-Diagramm*

Auf der horizontalen Achse eines Minkowski-Diagrammes wird die Ortskoordinate x aufgetragen, auf der vertikalen Achse die Zeitkoordinate ct . Ereignisse werden im Minkowski-Diagramm also als Punkte $E = (ct, x)$ dargestellt, die Bewegung eines punktförmigen Objektes (Teilchen) als Linie (sogenannte „Weltlinie“).

- (i) Zum Zeitpunkt $t = 0$ wird am Ort $x = 0$ ein Lichtblitz ausgelöst. Zeichnen Sie Weltlinie ein, die dieser Lichtblitz im Minkowski-Diagramm durchläuft.
- (ii) Ein Zug der Ruhe-Länge l , dessen Ende sich bei $t = 0$ am Ort $x = 0$ befinde, bewege sich mit 20% der Lichtgeschwindigkeit in positive x -Richtung. Zeichnen Sie die Weltlinien der Spitze, des Endes, und der Mitte des Zuges in das Minkowski-Diagramm ein. *Hinweis:* Nehmen Sie die kontrahierte Länge l' des bewegten Zuges als bekannt an.
- (iii) Bei $t = t' = 0$ wird am Ende des Zuges ein Lichtblitz ausgelöst. Er trifft genau in der Mitte des Zuges mit einem zweiten Lichtblitz zusammen, der an der Spitze des Zuges ausgelöst wurde. Zeichnen die Weltlinie dieses zweiten Blitzes in das Minkowski-Diagramm ein.
- (iv) Bestimmen Sie das Verhältnis l'/l geometrisch.

Exercise 3 *Addition von Geschwindigkeiten*

Ein Punkt P bewege sich im Inertialsystem K mit der Geschwindigkeit $\vec{u} = (u_x, u_y, 0)$. Welche Geschwindigkeit \vec{u}' hat er vom Inertialsystem K' aus gesehen, das sich relativ zu K mit der Geschwindigkeit $\vec{v} = (v, 0, 0)$ bewegt?

Bestimmen Sie \vec{u}' explizit für (i) $u_x = c, u_y = 0$; (ii) $u_x = 0, u_y = c$; (iii) $u_x = u_y = c/\sqrt{2}$; (iv) $v = u_x = 3c/4, u_y = 0$.