

Aufgaben zur relativistischen Kinematik

(Zeitdilatation, Längenkontraktion, Geschwindigkeitstransformation, Dopplereffekt)

1. Ein Ω^- -Baryon habe im Ruhesystem eine Lebensdauer von $8.2 \cdot 10^{-11}$ s. Wie schnell muss es im Laborsystem unterwegs sein, wenn es in einer Blaskammer eine Spur von 30 mm Länge hinterlässt? Das Ω^- ist mit der Quark-Theorie 1961 vorhergesagt und 1964 gefunden worden.
2. Der Geschwindigkeitsrekord für kolbengetriebene Landfahrzeuge beträgt 448.757 mi/h, gemessen über exakt eine Meile. (Challenger 2 gefahren von Danny Thompson, 2018, Bonneville Salt Flats in Utah, USA, fliegender Start). Wie viel kürzer erscheint die Meile dem Fahrer?
3. Am SwissFEL – Schweizer (Röntgen) Freie Elektronen Laser – am PSI fliegen Elektronen mit $\gamma \approx 1.2 \cdot 10^4$ (6 GeV) durch einen sogenannten Undulator, der aus abwechselnd polarisierten Magneten mit Periode 14 mm besteht. Dabei produzieren sie elektromagnetische Strahlung.
 - a) Wie lang ist diese Periode für die Elektronen?
 - b) Wenn die Elektronen an den Magneten vorbeifliegen, werden sie durch magnetische Kräfte hin und her geschüttelt. Wie gross ist die “Schüttelfrequenz” für die Elektronen?
4. Ein Raumschiff fliegt mit 99 % der Lichtgeschwindigkeit auf eine Raumstation zu. Um den Besuch anzukünden, schickt das Raumschiff eine Landefähre aus, die sich relativ zum Raumschiff mit 99 % der Lichtgeschwindigkeit bewegt. Mit welcher Geschwindigkeit (%) bewegt sich die Landefähre relativ zur Raumstation?
5. Mit welcher reduzierten Geschwindigkeit $\beta = v/c$ entfernt sich eine Galaxie von Ihnen, wenn sich die Frequenzen der ausgesandten Radiowellen halbiert haben?
6. Die Na-D Doppellinie hat die Vakuum-Wellenlängen 589.158 326 nm und 589.756 661 nm. Bei welcher Geschwindigkeit eines Natriumstrahls ist die Dopplerverschiebung gleich gross wie der Wellenlängenabstand?
7. Im Buch “Einsteins Irrtümer: Die Entdeckung von Raum und Zeit” von M. Harder steht auf Seite 111: “Bewegungen von gleichberechtigten Inertialsystemen zueinander sind grundsätzlich symmetrisch. Aus Sicht meines Inertialsystems bewegt sich das andere, aus dessen Sicht meins: Die Rollen sind vertauschbar. Damit hätten beide dieselbe Zeitdilatation, die sich gegenseitig wieder aufheben würde. Auch die Uhr im anderen System würde also langsamer gehen. Und ich kann nicht entscheiden, welches von beiden sich bewegt hat. Was noch viel komplizierter und unsinniger wird, wenn ich mehrere zueinander bewegte Systeme betrachte. Auf welches System beziehe ich mich dann (Bezugsproblem)? Und haben dann alle eine Zeitdilatation? Und wenn ja, welche? Wir sehen, spätestens in diesem Moment verliert die gesamte Spezielle Relativitätstheorie ihren Sinn. Es sind damit diese zwangsläufige Symmetrie und das Bezugsproblem, die zeigen, dass Einsteins Spezielle Relativitätstheorie falsch ist.”
Welche der zitierten Überlegungen sind richtig oder falsch? Warum?

Lösungen

- 1) 0.77 2) $3.60324 \cdot 10^{-10}$ m 3a) 1.2 μ m b) $2.6 \cdot 10^{14}$ Hz 4) 99.9949 % 5) 0.60
6) 304.307 km/s 7) -