

Übungsblatt 6

20.11.2014

1. Bewegte Uhren

Zwischen zwei parallelen Spiegeln A und B mit Abstand L bewege sich ein Lichtblitz hin und her. Diese "Uhr" ticke bei jedem Auftreffen des Lichtblitzes auf den Spiegel A , was durch einen Zähler registriert werde. Es seien nun zwei solcher Uhren synchronisiert und in einem festen Abstand von einander aufgestellt. Eine dritte bewege sich dazu mit der konstanten Relativgeschwindigkeit v wie in Abbildung 1 dargestellt.

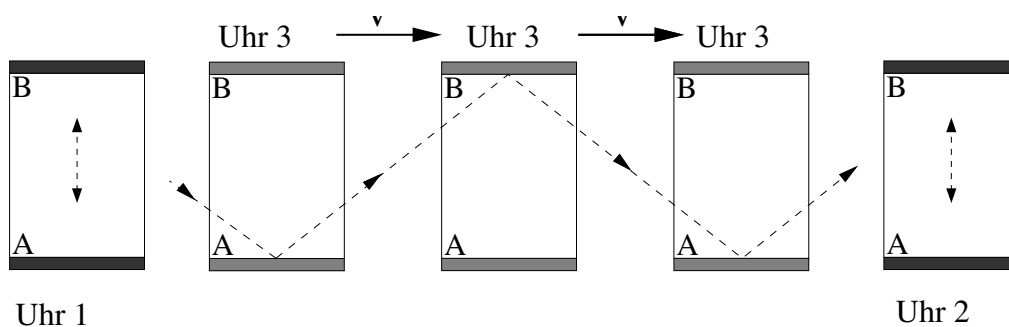


Abbildung 1: Bewegte Uhr zwischen zwei festen Uhren.

- (a) Berechne mit Hilfe geometrischer Überlegungen den Faktor, um den die bewegte Uhr langsamer geht als die beiden ruhenden.
- (b) Es sei der Versuchsaufbau wie in Aufgabe (a) gegeben mit dem Unterschied, dass nun die sich bewegende dritte Uhr um 90° so gedreht ist, dass die Bewegungsrichtung der Uhr parallel zum Laufweg des Lichtblitzes in ihrem Innern ist (siehe Abbildung 2).

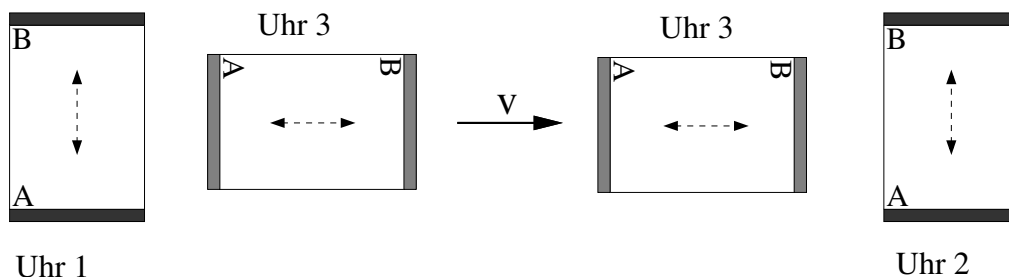


Abbildung 2: Nun ist die bewegte Uhr um 90° gedreht.

Um welchen Faktor muss der Abstand der beiden Spiegel der bewegten dritten

Uhr verringert werden, damit sie um den in Aufgabe (a) berechneten Faktor langsamer geht? Warum ist das eine konsistente Fragestellung?

2. Teilchenzerfall

Myonen sind Elementarteilchen, die in der oberen Atmosphäre durch Wechselwirkung von atmosphärischen Molekülen mit kosmischer Strahlung entstehen. Die Halbwertszeit von Myonen beträgt in deren Ruhesystem $\Delta\tau_{\frac{1}{2}} = 2 \cdot 10^{-6} \text{s}$. Man treffe folgende idealisierende Annahmen.

- Eine Anzahl von N Myonen wird in 90km Höhe relativ zu einem erdfesten Inertialsystem erzeugt.
 - Alle Myonen bewegen sich mit derselben Geschwindigkeit v senkrecht in Richtung Erdoberfläche.
 - Ein Achtel der Myonen erreicht ohne Zerfall die Erdoberfläche.
- (a) Wieviele Halbwertszeiten sind im Ruhesystem des Myons bis zur Ankunft auf der Erdoberfläche verstrichen?
- (b) Wie groß ist die Geschwindigkeit der Myonen im erdfesten Bezugssystem?
- (c) Welcher Anteil der Myonen würde die Erdoberfläche im nicht-relativistischen Fall (also ohne Zeitdilatation) erreichen?
- (d) Wie lange ist die Strecke bis zur Erdoberfläche im Bezugssystem des Myons?

3. Kosmischer Apfelschuss

Im 29. Jahrhundert ist das Schweizer Sonnensystem vom bösen Lord Gessler bedroht. Gessler entführt den Freiheitskämpfer Wilhelm Tell und seinen Sohn. Tell und sein Sohn werden in zwei Raketen R_1 und R_2 gefangen gehalten, die sich in Bezug auf ein Inertialsystem S mit Geschwindigkeiten vom Betrag $\frac{c}{2}$ auf parallelen geraden Bahnen in entgegengesetzte Richtungen bewegen (Siehe Abbildung 3). Der Normalabstand der Bahnen sei d .

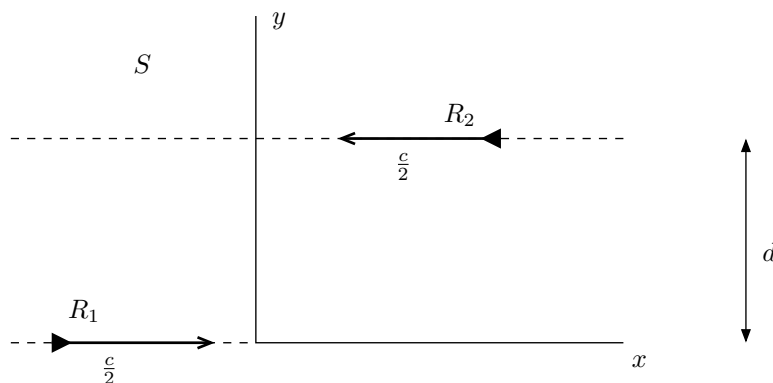


Abbildung 3: Zwei Raketen fliegen im Abstand d an einander vorbei.

Um die Freiheit zu erlangen muss Tell von Rakete R_1 aus mit einer Armbrust einen Apfel vom Kopf seines Sohnes in Rakete R_2 schießen. Der Pfeil fliegt an jenem Zeitpunkt in S los, an dem die Raketen einander in S passieren (nimm an, dass sie punktförmig sind). Im Ruhesystem S' von R_1 habe der Pfeil eine Geschwindigkeit vom Betrag

$$u' = \frac{\sqrt{79}}{10}c. \quad (1)$$

- (a) Unter welchem Winkel α' zur y' -Achse in S' muss der Pfeil abgeschossen werden, damit er bei Rakete R_2 ankommt?
- (b) Bestimme die Geschwindigkeit des Pfeiles \vec{u}' in S' sowie die zugehörige Geschwindigkeit \vec{u} in S .
- (c) Wie lange ist der Pfeil jeweils in S and S' vom Abschuss bis zum Zusammentreffen mit R_2 unterwegs?

Ankreuzbar: 1a, 1b, 2ab, 2cd, 3a, 3bc