

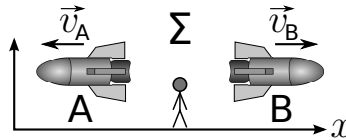
Aufgabe 76: Relativistische Kinematik I (schriftlich, 10 Punkte)

Ein Beobachter im Inertialsystem Σ sieht zwei Raumschiffe A und B, die sich mit der konstanten Geschwindigkeit $(1 - q)c$ mit $0 < q \leq 1$ voneinander entfernen, d.h.

$$\vec{v}_A = -(1 - q)c \vec{e}_x$$

$$\vec{v}_B = +(1 - q)c \vec{e}_x$$

- Bestimmen Sie, welche Geschwindigkeit (als Funktion von q) das Raumschiff A bezogen auf das Raumschiff B hat und skizzieren Sie das Resultat. Was wäre nichtrelativistisch gerechnet zu erwarten?
- Geben Sie die Limites der Formeln aus a) für große Raumschiffgeschwindigkeiten $q \ll 1$ und kleine Raumschiffgeschwindigkeiten $(1 - q) \ll 1$ an.



Aufgabe 77: Relativistische Kinematik II (mündlich, 5 Punkte)

Eine Größe, die unter einer Lorentz-Transformation unverändert bleibt, heißt Lorentz-Invariante. Zeigen Sie, dass

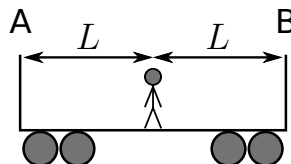
$$\Delta s^2 = (c\Delta t)^2 - [(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2 + (\Delta z)^2]$$

eine Lorentz-Invariante ist.

Hierbei ist Δt das Zeitintervall zwischen zwei Ereignissen und $\sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2 + (\Delta z)^2}$ deren Abstand bezogen auf das gleiche Inertialsystem.

Aufgabe 78: Gleichzeitigkeit/Nichtgleichzeitigkeit (mündlich, 8 Punkte)

Ein Mann steht in der Mitte eines Güterwagens der Länge $2L$ und sendet mit einer Lampe einen Lichtpuls, der sich isotrop in alle Richtungen ausbreitet, aus. Im Bezugssystem des Mannes erreicht das Licht zur gleichen Zeit $T = \frac{L}{c}$ die Enden des Wagens A und B. In einem Bezugssystem, das sich mit Geschwindigkeit v horizontal nach links bewegt, gilt jedoch obige Gleichzeitigkeit nicht mehr. Zeigen Sie dies explizit, indem Sie die Laufzeiten des Lichts um A bzw. B zu erreichen im bewegten Bezugssystem berechnen.



Aufgabe 79: Regentropfen (schriftlich, 10 Punkte)

Wir betrachten einen Regentropfen der Masse $m = 4 \times 10^{-9} \text{ kg}$, der sich zur Zeit $t = 0 \text{ s}$ am unteren Rand einer Wolke befinden möge (Höhe $h = 1 \text{ km}$).

- a) Berechnen Sie Flugzeit, die Endgeschwindigkeit und die kinetische Energie, wenn er nach freiem Fall auf der Erde auftrifft. Fragen Sie sich jetzt, warum unsere Regenschirme oder Autodächer von Regentropfen nicht durchschlagen werden. Zur Beantwortung lösen Sie Teilaufgabe b).
- b) Der Regentropfen unterliegt einer Luftreibung, die wir proportional zur Geschwindigkeit ansetzen wollen. Der Proportionalitätsfaktor α ist gegeben durch $\alpha = 6\pi\eta R$. Dabei ist R der Radius des Regentropfens und η die Viskosität der Luft ($\eta = 17,1 \times 10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{s}$). Diskutieren Sie den „gedämpften Fall“ unter dem Einfluss der Luftreibung.

Aufgabe 80: Energiedissipation bei gedämpften Schwingungen (mündlich, 7 Punkte)

Bestimmen Sie für den gedämpften harmonischen Oszillator mit Federkonstanten k , dem Reibungskoeffizienten ρ und Masse m für den Fall sehr schwacher Dämpfung ($\gamma = \frac{\rho}{2m} \ll \omega_0$) die zeitliche Abnahme der mechanischen Energie $E = T + V$. Die Anfangsauslenkung sei $x(0) = x_0$ und die Anfangsgeschwindigkeit sei $\dot{x}(0) = 0$. Berechnen Sie die mittlere Energieabnahme pro Umlauf, die in Reibungswärme umgewandelt wird.