

Analytische Mechanik und spezielle Relativitätstheorie

Präsenzübung, Blatt 11

WS 14/15

Vorlesung: Luis Santos – Übungen: Andreas Deser – Computerübungen: Xiaolong Deng

[P24] Lorentzkontraktion, Zeitdilatation

Wir wollen in dieser Aufgabe die Veränderung von Raumzeit-Intervallen in relativ zueinander bewegten Inertialsystemen untersuchen.

- In einem Inertialsystem Σ finden zwei Ereignisse am gleichen Ort im zeitlichen Abstand von $4s$ statt. Berechnen Sie den räumlichen Abstand der beiden Ereignisse in einem Inertialsystem Σ' , in dem die Ereignisse in einem zeitlichen Abstand von $5s$ erfolgen.
- In einem Inertialsystem Σ haben zwei gleichzeitige Ereignisse einen Abstand von $3km$ auf der z -Achse. Dieser Abstand beträgt in Σ' $5km$. Berechnen Sie die konstante Geschwindigkeit v , mit der sich Σ' relativ zu Σ in z -Richtung bewegt. Welchen zeitlichen Abstand haben die Ereignisse in Σ' ?

[P25] Addition von Geschwindigkeiten

Gegeben seien zwei Inertialsysteme Σ und Σ' , welche sich mit der Geschwindigkeit $\vec{v} = v\vec{e}_z$ relativ zueinander bewegen. Ein Teilchen habe in Σ die Geschwindigkeit

$$\vec{u} = (u_x, u_y, u_z) = \left(\frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt}, \frac{dz}{dt} \right).$$

Wir betrachten folgende Spezialfälle:

- Es gelte $\vec{u} = (0, c, 0)$. Berechnen Sie die Geschwindigkeit \vec{u}' des Teilchens in Σ' .
- Es gelte $\vec{u}^2 = c^2$. Bestimmen Sie $(\vec{u}')^2$.

[P26] Kausalität

Wir wollen den kausalen Zusammenhang von Raumzeit-Ereignissen anhand von Beispielen studieren.

- Kann es zwischen folgenden Paaren von Ereignissen einen kausalen Zusammenhang geben?

Beispiel 1:

$$\begin{aligned} x_1 &= 1m, & y_1 &= 2m, & z_1 &= 3m, & t_1 &= 3 \cdot 10^{-8}s, \\ x_2 &= 4m, & y_2 &= 2m, & z_2 &= 7m, & t_2 &= 6 \cdot 10^{-8}s. \end{aligned}$$

Beispiel 2:

$$\begin{aligned} x_1 &= 7m, & y_1 &= 0m, & z_1 &= -2m, & t_1 &= 1,1 \cdot 10^{-7}s, \\ x_2 &= 4m, & y_2 &= 5m, & z_2 &= 3m, & t_2 &= 0,9 \cdot 10^{-7}s. \end{aligned}$$

- Ist es möglich, ein Inertialsystem zu finden, in dem diese Ereignisse gleichzeitig stattfinden? Mit welcher Geschwindigkeit und in welcher Richtung würde sich dieses relativ zu dem in Teilaufgabe a) bewegen?