

Klassische Teilchen und Felder

Präsenzübung, Blatt 14

WS 08/09 27.01.2009

Vorlesung: Luis Santos – Übungen: Garu Gebreyesus & Tobias Wirth

[P31] Zwillingsparadoxon

Wir betrachten 2 Zwillinge. Ein Bruder bleibt auf der Erde und der andere fliegt mit einem Raumschiff mit Geschwindigkeit v im Ruhesystem der Erde bis zum nächsten Stern. Dann kehrt er zurück – er ändert also die Geschwindigkeit $v \rightarrow -v$ und zwar für ihn instantan. Der Einfachheit halber findet alle Bewegung auf der z -Achse statt.

- Zeichnen Sie die Bahn des Raumschiffs in einem Minkowski-Diagramm (z, ct) .
- Wie sehen für den Hinflug die \tilde{ct} - und \tilde{z} -Achsen (des Bezugssystems des Raumschiffes) aus?
- Im Bezugssystem der Erde liege der Stern in z_c . Wie lange dauert der Hinflug auf der Erde? Benutzen Sie die Lorentz-Transformation.
- Wie sehen für den Rückflug die \tilde{ct}' - und \tilde{z}' -Achsen (des Bezugssystems des rückfliegenden Raumschiffes) aus?
- Wie lange dauert der Rückflug auf der Erde? Und wie lange im Raumschiff?
- Wie lang ist die Gesamtdauer des Fluges auf der Erde? Wie lange in dem Raumschiff? Sind die beiden Zeiten gleich?
→ Falls nicht: Welcher Bruder ist nach der Rückkehr jünger?
- Da alles relativ sein muss, wieso ist einer der Brüder tatsächlich jünger? Wo haben wir die Symmetrie gebrochen?

[P32] „Garagen“-Paradoxon

Gegeben seien eine Garage (Bezugssystem S) mit 2 Türen und ein Auto (Bezugssystem S'). Im Ruhesystem (S) der Garage hat die Garage die Länge L_G . Im Ruhesystem (S') des Autos hat das Auto die Länge \tilde{L}_A . Im System S bewegt sich das Auto mit Geschwindigkeit v (in z -Richtung) auf die Garage zu.

Sei $L_G = \gamma \tilde{L}_A$ mit $\gamma = (1 - v^2/c^2)^{-1/2}$. Also gilt $\tilde{L}_A > L_G$, das Auto (in S') ist länger als die Garage (in S).

Der Besitzer der Garage behauptet, dass das Auto ganz genau in die Garage passen kann. Warum?

Der Besitzer des Autos behauptet im Gegenteil, dass dies unmöglich ist. Warum?

Um seine Behauptung zu beweisen entwirft der Besitzer der Garage ein Experiment: Wenn das Auto komplett in der Garage ist, schliesst er vordere und hintere Tür und öffnet diese sofort wieder (das Auto stoppt nicht in der Garage).

Durch das Experiment beweist er seine Behauptung. Allerdings ist der Besitzer des Autos überhaupt nicht überzeugt, weil er etwas anderes gesehen hat.

Was sieht der Besitzer (und gleichzeitig Fahrer) des Autos?

Hinweis: Die Gleichzeitigkeit ist hier entscheidend. Sie müssen herausfinden, dass zwar in S beide Türen gleichzeitig schließen (und sofort wieder offen sind) ($t_A = t_B$) aber in S' nicht ($\tilde{t}_A > \tilde{t}_B$).