Prof. C. Greiner, Dr. H. van Hees **Wintersemester 2012/2013**

Übungen zur Theoretischen Physik 1 – Blatt 12 (04.02.-08.02.2013)

Präsenzübungen

(P30) Das Garagen-Paradoxon

(a) Betrachen Sie das Beispiel eines in seinem Ruhsystem 5 m langen PKWs, der sich so schnell mit konstanter Geschwindigkeit in x-Richtung bewegt, daß er im Laborsystem nur 2,5 m „klein“ erscheint. Bestimmen Sie zunächst die Geschwindigkeit des PKWs.

Daher kann zu einem bestimmten Zeitpunkt im Laborsystem dieser PKW sich völlig im Innern einer an *beiden* Seiten offenen, 5 m langen Garage befinden. Andererseits kann man die gleiche Situation auch von dem (ruhenden) Bezugssystem des PKWs aus betrachten. Für ihn erscheint die offene Garage als nur 2,5 m „kurz“. Wie kann ein 5 m langes Auto aber nun in eine 2,5 m ‚kurze“ Garage hineinpassen? Gibt es da eine in sich unlogische Inkonsistenz der relativistischen Raum-Zeit-Beschreibung?

(b) Gehen Sie wieder von obiger Situation aus. Nun sei aber das hintere Garagentor geschlossen. Ein Beobachter im Laborsystem steht genau an der vorderen, offenen Garagentür. Sobald der „verkürzte“ PKW hineingefahren ist, schließt der Beobachter instantan das vordere Garagentor. Der PKW paßt also sehr gut hinein. Dies wäre aber vom Bezugssystem des PKWs aus gesehen nicht möglich!

Wie löst sich dieser vermeintliche Widerspruch im Rahmen der SRT?

Hausübungen (Abgabe: 08.02.2013)

(H25) Relativistische Ladung im homogenen elektrischen Feld (10 Punkte)

Ein elektrisch geladenes Teilchen mit der Ladung q und der Ruhemasse m_0 befinde sich zum Zeitpunkt $t = 0$ am Ort $x = 0$ und sei in Ruhe. Auf das Teilchen wirke eine elektrische Kraft $\vec{F} = qE\vec{e}_x$ mittels eines konstanten elektrischen (Beschleuniger-)Feldes E in x-Richtung.

Die speziell relativistische Bewegungsgleichung in nicht kovarianten Größen lautet

$$m_0 \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\left(\frac{\vec{v}}{\sqrt{1-v^2/c^2}}\right) = qE\vec{e}_x.$$

Wir suchen die Lösung der Bewegungsgleichung $\vec{x}(t)$.

Anleitung: Setzen Sie dazu den Ansatz $\vec{v} = v_x\vec{e}_x$ für die Geschwindigkeit in die obige Bewegungsgleichung ein. Zeigen Sie, daß dieser Ansatz mit der Bewegungsgleichung konsistent ist und lösen Sie zunächst die Differentialgleichung für v_x. Integrieren Sie dann die gefundene Lösung $v_x(t) = \dot{x}(t)$ nach der Zeit, um $x(t)$ zu erhalten.

Hierbei ist das Integral

$$\int \mathrm{d}t \frac{bt}{\sqrt{a^2+b^2t^2}} = \frac{1}{b}\sqrt{a^2+b^2t^2}, \quad a, b \in \mathbb{R} \tag{1}$$

nützlich.