

ÜBUNGSBLATT 15, Abgabe am Do. 12.02.15,
Besprechung in den Übungen am Fr. 13.02.15.

1 Lorentzinvarianz der Wellengleichung (5 Punkte)

Gegeben ist die dreidimensionale Wellengleichung

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} = 0$$

in einem Inertialsystem mit den Koordinaten x, y, z und t . In der Vorlesung hatten wir gesehen, dass diese Gleichung *nicht* invariant ist unter Galilei-Transformationen. Zeigen Sie hier, dass sie invariant ist unter Lorentz-Transformationen der Form

$$t' = \gamma(t - vx/c^2) \quad , \quad x' = \gamma(x - vt) \quad , \quad y' = y \quad , \quad z' = z$$

mit $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$.

2 Bewegte Uhr (7 Punkte)

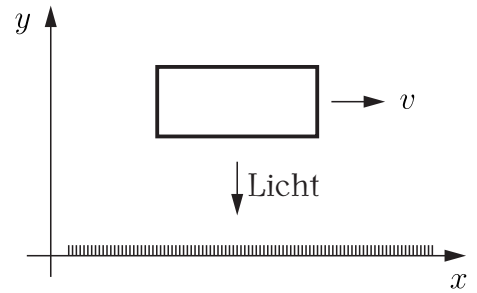
Eine Uhr passiert einen (kräftefreien) Beobachter mit der konstanten Geschwindigkeit v . Zum Zeitpunkt, zu dem sich Uhr und Beobachter am gleichen Ort befinden, zeigen beide Uhren genau Null an. Zur Zeit t_B (gemessen auf der Armbanduhr des Beobachters), nachdem die Uhr den Beobachter passiert hat, schaut der Beobachter mit einem Fernglas auf die sich bewegende Uhr. Welche Zeit t_U liest er in diesem Moment von der bewegten Uhr ab?

Tipp: Zeichnen Sie sich ein Raumzeitdiagramm von diesem Vorgang.

Bitte Rückseite nicht übersehen.

3 Terrellscher "Photoeffekt" (8 Punkte)

Ein Quader mit den Kanteneigenlängen L_x, L_y, L_z (d. h. Kantenlängen gemessen im Ruhesystem des Quaders) bewegt sich mit der zur Kante L_x parallelen Geschwindigkeit v in einiger Entfernung an einem ruhenden Beobachter vorbei. Der Beobachter fotografiert den vorbeifliegenden Quader. Um Komplikationen mit Abbildungsgesetzen an Linsen vollständig zu vermeiden, sei der Fotoapparat eine riesige Wand aus Photozellen, die Licht registrieren, das senkrecht auf sie fällt. Unter einem Foto versteht man die Menge der Lichtinformation, die zu einem bestimmten Zeitpunkt bei den Photozellen ankommt.



Zeigen Sie, dass das so entstandene Foto ununterscheidbar ist von einem Foto des Quaders, wenn dieser relativ zum Beobachter ruht aber um den Winkel α um die z -Achse gedreht ist. Berechnen Sie α als Funktion der Relativgeschwindigkeit v .