

Übungsblatt 2

Relativitätstheorie I

Wintersemester 2022/23
Fakultät für Physik, Universität Stuttgart
Prof. Dr. R. Hilfer

Aufgabe 1)

Gegeben seien die beiden homogenen Maxwellgleichungen

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0, \quad (1)$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} + \partial_t \vec{B} = 0. \quad (2)$$

1. Zeigen Sie, dass die Gleichungen nicht Galilei-invariant sind.
2. Zeigen Sie, dass die Gleichungen invariant sind unter der Lorentztransformation

$$x' = \gamma(x - \beta ct), \quad y' = y, \quad z' = z, \quad ct' = \gamma(ct - \beta x) \quad (3)$$

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

Aufgabe 2)

Analysieren Sie das Michelson-Morley-Experiment in einem lichtdurchlässigen Medium mit Brechungsindex $n \neq 1$. Die Relativgeschwindigkeit zwischen Äther und Experimentaufbau sei \vec{v} und es sei angenommen, daß der Äther an das Medium koppelt und mitgeführt wird. Die Mitführung werde durch einen Mitführungskoeffizienten b beschrieben, so daß der Lichtgeschwindigkeitsvektor \vec{c} eine Änderung um $\Delta\vec{v} = b\vec{v}$ erfährt, wobei \vec{v} der Geschwindigkeitsvektor ist mit welchem sich das lichtdurchlässige Medium durch den Äther bewegt.

1. Bestimmen Sie Laufzeitunterschiede und daraus resultierende Phasendifferenzen. Die optischen Wege in x - und y -Richtung sind l_1 und l_2 und die verwendete Lichtquelle hat die Wellenlänge λ .
2. Nehmen Sie nun für den Mitführungskoeffizienten b an $b = 1 - n^{-2}$, für die Wellenlänge der Lichtquelle $\lambda = 633 \text{ nm}$, für die Länge der optischen Wege $l_1 = l_2 = l = 26 \text{ cm}$ und berechnen Sie die Laufzeit- und Phasendifferenzen für das Experiment im Vakuum $n = 1$ und für den Brechungsindex $n = 1.5$.