

Übungsblatt 2

Relativitätstheorie I

Wintersemester 2017/18
Fakultät für Physik, Universität Stuttgart
Prof. Dr. R. Hilfer

Aufgabe 1

4 Punkte

Gegeben seien die beiden homogenen Maxwellgleichungen

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

$$\nabla \times \mathbf{E} + \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} = 0 \quad (2)$$

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

$$x' = \gamma(x - \beta ct), \quad y' = y, \quad z' = z, \quad ct' = \gamma(ct - \beta x), \quad \beta = \frac{v}{c}, \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (3)$$

Aufgabe 3

4 Punkte

Analysieren Sie das Michelson-Morley-Experiment in einem lichtdurchlässigen Medium mit Brechungsindex $n \neq 1$. Die Relativgeschwindigkeit zwischen Äther und Experimentaufbau sei \mathbf{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 die Lichtgeschwindigkeit c eine Änderung um $\Delta \mathbf{v} = b\mathbf{v}$ erfährt, wobei \mathbf{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 $\lambda = 633$ mm, für die Länge der optischen Wege $l_1 = l_2 = l = 26$ cm und berechnen Sie die Laufzeit- und Phasendifferenzen für das Experiment im Vakuum $n = 1$ und für den Brechungsindex $n = 1,5$.