

**Aufgabe 1 : Beliebige Lorentz-Transformationen**

**(schriftlich)**

Leiten Sie die Formeln für die Lorentz-Transformation für den Fall her, dass die Geschwindigkeit  $v$  des bewegten Systems  $K'$  nicht in Richtung der  $x$ -Achse des ruhenden Systems  $K$  zeigt, sondern eine beliebige Richtung hat. (5 Punkte)

**Aufgabe 2 : d'Alembert-Operator**

Zeigen Sie durch explizite Transformation  $(ct, \mathbf{x}) \rightarrow (ct', \mathbf{x}')$  die Lorentz-Invarianz des d'Alembert-Operators (Wellengleichungsoperator, „Quabla“) (3 Punkte)

$$\square = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} - \frac{\partial^2}{\partial x^2} - \frac{\partial^2}{\partial y^2} - \frac{\partial^2}{\partial z^2}.$$

**Aufgabe 3 : Überlichtgeschwindigkeiten**

Ausgehend von einer ruhenden Lichtquelle entfernen sich zwei andere Lichtquellen mit entgegengesetzter Geschwindigkeit  $v$ . Ein weit entfernter Beobachter, dessen Sichtlinie den Winkel  $\theta$  gegenüber der Bewegungsrichtung einschließt, sieht, dass sich die beiden Lichtquellen mit einer bestimmten Winkelgeschwindigkeit von der ruhenden Quelle entfernen.

Auf welche (scheinbaren) Geschwindigkeiten schließt der Beobachter, wenn die Entfernung der Lichtquellen bekannt ist? Können dabei auch Überlichtgeschwindigkeiten auftreten? (5 Punkte)

---

*Abgabe der schriftlichen Aufgabe in der ersten Übung.*

## **Scheinkriterien**

Zur Erlangung des Übungsscheins zur Vorlesung sind die folgenden Kriterien zu erfüllen:

- Aktive Teilnahme an allen Übungsterminen,
- Mindestens 60% der Punkte bei den schriftlichen Aufgaben,
- Mindestens 60% der Punkte bei den zu votierenden Aufgaben,
- Mindestens 1x Vorrechnen.