

Übungsserie 10

Wintersemester 19/20  
Abgabe am 13.01.2020

Andrey Surzhykov  
Robert Müller

**Aufgabe 1** (*Zeitdilatation*) (2 Punkte)

Myonen entstehen etwa zwischen Tropos- und Stratosphäre (Tropopause) als sekundäre kosmische Strahlung bei einer Geschwindigkeit von  $v = 0.998c$  relativ zum auf der Erde ruhenden Beobachter. Berechnen Sie die von diesem Beobachter gemessene Lebensdauer der Myonen. Ist diese Lebensdauer ausreichend, sodass das Myon den Boden erreicht? Beobachter und Myon müssen sich über diese Frage einig sein. Was muss also aus Sicht des Myons mit der Strecke zwischen Tropopause und Erdboden passieren?

**Aufgabe 2** (*Viererimpuls*) (2 Punkte)

Untersuchen Sie das Verhalten des Skalarprodukts  $p_\mu p^\mu$  unter Lorentztransformationen.

**Aufgabe 3** (*Klein-Gordon Gleichung*) (3 Punkte)

Zeigen Sie, dass die Klein-Gordon Gleichung im nichtrelativistischen Grenzfall in die Schrödingergleichung übergeht.

**Aufgabe 4** (*Klein-Gordon Gleichung mit externen Feldern*) (3 Punkte)

Die (eichinvariante) Klein-Gordon Gleichung für ein Teilchen in einem elektromagnetischem Feld mit Vektorpotential  $A_\mu$  lässt sich schreiben als:

$$(D_\mu D^\mu + m^2 c^2) \psi(x) = 0, \quad D_\mu \equiv \partial_\mu + \frac{i}{c} A_\mu$$

Zeigen Sie, dass der zugehörige Noetherstrom

$$j^\mu = \frac{i}{2m} [\psi^\dagger(x) D^\mu \psi(x) - (D^\mu \psi(x))^\dagger \psi(x)]$$

erhalten ist.