# Vorlesung: Quantenfeldtheorie I

Department Physik, Universität Hamburg
Übungsblatt 1

Wintersemester 2012/2013
Abgabetermin 29.10.12, 12:00h
Besprechung 31.10.12, 14:00h

- Aufgabe 1 (5 Punkte)
  Die Lorentztransformation $\Lambda^\mu{}_\nu$ ist das Produkt von zwei reinen Lorentztransformationen, die die Geschwindigkeit eines Bezugssystems jeweils um $v_1 = \tanh \eta_1$ und $v_2 = \tanh \eta_2$ in die gleiche Richtung verändern.
  Berechnen Sie die Rapidität von $\Lambda^\mu{}_\nu$ als Funktion von $\eta_1$ und $\eta_2$ und leiten Sie daraus eine Formel zur relativistischen Addition von kollinearen Gschwindigkeien ab.

- Aufgabe 2 (10 Punkte)
  Ein komplexes Skalarfeld $\phi$ hat die Lagrangedichte

  $$\mathcal{L} \,=\, \partial_\mu \phi \partial^\mu \phi^* - m^2 \phi \phi^* \,.$$

  Berechnen Sie die Euler-Lagrange-Gleichung für $\phi(x)$.
  Berechnen Sie die konjugierten Impulse zu $\phi(x)$ und $\phi^*(x)$ und bestimmen Sie damit Hamiltondichte $\mathcal{H}$.
  $\mathcal{L}$ ist invariant unter einer Transformation der Felder $\phi(x) \to \phi'(x) = e^{\mathrm{i}\alpha}\phi(x)$, wobei $\alpha$ konstant ist. Berechnen Sie den Noether-Strom.

- Aufgabe 3 (5 Punkte)
  Betrachten Sie die Lagrangedichte

  $$\mathcal{L} \,=\, -\frac{1}{4} F^{\mu\nu} F_{\mu\nu} - j^\mu A_\mu \,,$$

  wobei $F_{\mu\nu} = \partial_\mu A_\nu - \partial_\nu A_\mu$, $A_\mu$ und $j_\mu$ reell sind.
  Berechnen Sie die Euler-Lagrange-Gleichungen für $A_\mu$ und leiten Sie daraus die inhomogenen Maxwell-Gleichungen ab.