Übungen zu Elementarteilchenphysik	**Blatt Nr. 02**	20.10.2010

[Besprechung 28.10 in den Übungen 12-14 (D6-135) 16-18 (D6-135)]

Aufgabe 6: Invarianz

Zeigen Sie, dass das 4-dimensionale Volumenelement $d^4x = dx^0\,dx^1\,dx^2\,dx^3$ Lorentzinvariant ist.

Aufgabe 7: $p + p \to p + p + p + \bar{p}$

(a) In einem "Fixed Target Experiment" ist eines der ursprünglichen Protonen p in Ruhe. Wieviel Energie muss das andere haben, damit der oben angegebene Prozess kinematisch erlaubt ist?
(b) Im "Large Hadron Collider" (LHC) stoßen die zwei Protonen mit gleicher Geschwindigkeit frontal zusammen. Was ist die Schwellenenergie in diesem Fall?

Aufgabe 8: Compton–Streuung

Ein Photon der Wellenlänge λ kollidiert mit einem geladenen Teilchen der Masse m. Bestimmen Sie die Wellenlänge λ' des Photons nach der Streuung um einen Winkel Θ.

Aufgabe 9: Wechselwirkungsbild

In der Vorlesung wurde der Zeitentwicklungsoperator $\hat{U}_I(t, t_0)$ durch $i\partial_t \hat{U}_I(t, t_0) = g\hat{V}_I(t)\hat{U}_I(t, t_0)$ mit Anfangsbedingung $U_I(t_0, t_0) = \mathbb{1}$ definiert.
(a) Zeigen Sie, dass $\hat{U}_I(t, t_0) = \mathbb{1} - ig \int_{t_0}^{t} dt' \hat{V}_I(t')\hat{U}_I(t', t_0)$ ist.
(b) Schreiben Sie die iterative Lösung dieser Gleichung zur Ordnung g^2 auf.
(c) Können Sie aus der sich ergebenden Struktur auf die exakte Lösung schliessen? [Hinweis: Exponentialfunktion]

Aufgabe 10: Dirac–Matrizen γ^μ

(a) Zeigen Sie, ausgehend von $\{\gamma^\mu, \gamma^\nu\} = 2g^{\mu\nu}$, dass $\mathrm{Sp}[\gamma^\mu] = 0$ ist.
(b) Zeigen Sie, ausgehend von der Standard–Darstellung der γ^μ, dass $(\gamma^\mu)^\dagger = \gamma^0\gamma^\mu\gamma^0$ gilt.
(c) Definieren wir nun $\gamma_5 \equiv \gamma^5 \equiv i\gamma^0\gamma^1\gamma^2\gamma^3$. Zeigen Sie, dass
  (c1) $\{\gamma_\mu, \gamma_5\} = 0$
  (c2) $\gamma_5^2 = \mathbb{1}$
  (c3) $\gamma_5^\dagger = \gamma_5$
  (c4) $\mathrm{Sp}[\gamma_5] = 0$