

[Übungsgruppen Donnerstag 30.10. 12-14 und 16-18 in D6-135]

Aufgabe 2.1:

Betrachten wir die Reaktion $p + p \rightarrow p + p + p + \bar{p}$.

1. In einem "Fixed Target Experiment" ist eines der ursprünglichen Protonen in Ruhe. Wieviel Energie muß das andere Proton haben, damit die Reaktion kinematisch erlaubt ist?
2. Im "Large Hadron Collider" (LHC) stoßen die zwei Protonen mit gleicher Geschwindigkeit frontal zusammen. Was ist die Schwellenenergie in diesem Fall?

Aufgabe 2.2:

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 2.3:

In der Vorlesung wurde der Zeitentwicklungsoperator $\hat{U}_I(t, t_0)$ definiert als

$$i\partial_t \hat{U}_I(t, t_0) = g\hat{V}_I(t)\hat{U}_I(t, t_0), \quad \text{mit } \hat{U}_I(t_0, t_0) = \mathbf{1}.$$

1. Zeigen Sie, daß gilt $\hat{U}_I(t, t_0) = \mathbf{1} - ig \int_{t_0}^t ds \hat{V}_I(s) \hat{U}_I(s, t_0)$.
2. Schreiben Sie die iterative Lösung dieser Gleichung zur Ordnung $\mathcal{O}(g^2)$ auf.
3. Können Sie aus der sich ergebenden Struktur auf die exakte Lösung schliessen? [Hinweis: Exponentialfunktion]

Aufgabe 2.4:

Zeigen Sie, daß das komplexe Skalarfeld $\phi(x)$ mit Lagrange-Dichte

$$\mathcal{L} = \partial_\mu \phi(x)^* \partial^\mu \phi(x) - m^2 \phi(x)^* \phi(x)$$

die Klein-Gordon-Gleichung erfüllt, sowie auch $\phi(x)^*$. Weiterhin zeigen Sie, dass die Ladung $Q(t) = \int d^3x i[\phi(x)^* \partial^0 \phi(x) - \phi(x) \partial^0 \phi(x)^*]$ erhalten ist.

[Der dazugehörige Strom lautet übrigens $j^\mu(t) = i[\phi(x)^* \partial^\mu \phi(x) - \phi(x) \partial^\mu \phi(x)^*]$.]