

Blatt 7

1) Collider gegen Fixed Target Experiment

6 Punkte

Betrachten Sie ein Streuexperiment, in dem Protonen auf eine Energie von 7 TeV beschleunigt werden.

- Berechnen Sie $\beta=v/c$ und γ für die Protonen.
- Was ist die Schwerpunktsenergie in einer Fixed-Target Anordnung?
- Was ist die Schwerpunktsenergie in einem Collider-Experiment, wenn also zwei Protonenstrahlen mit jeweils 7 TeV zur Kollision gebracht werden. Vergleichen Sie.

2) Feynman Diagramme

9 Punkte

Zeichnen Sie jeweils alle möglichen Feynman Diagramme (niedrigster Ordnung) für

a) $e^+ + e^- \rightarrow e^+ + e^-$ (Bhaba Streuung)

b) $e^- + e^- \rightarrow e^- + e^-$ (Moller Streuung)

c) $e^+ + e^- \rightarrow \nu + \bar{\nu}$

d) $e^+ + e^- \rightarrow \phi \rightarrow q\bar{q}$

f) $p + \bar{p} \rightarrow W^- \rightarrow e^- + \bar{\nu}_e$

g) $p + \bar{p} \rightarrow Z \rightarrow \mu^+ + \mu^-$

h) Wie wird ein Z-Boson am LHC produziert? Zeichnen Sie den Feynman Diagramme für $pp \rightarrow Z \dots$

3) Large Hadron Collider: Luminosität

5 Punkte

a) Am kürzlich in Betrieb genommenen Large Hadron Collider (LHC) am europäischen Grossforschungszentrum CERN in Genf sollen bei nomineller Luminosität zwei Protonenstrahlen mit Strahlpaketen von je $1,15 \times 10^{11}$ Protonen zur Kollision gebracht werden. Im Beschleunigerring mit 27 km Umfang befinden sich insgesamt 2808 solcher Pakete. Die Schwerpunktsenergie der Kollisionen beträgt 8 TeV, die Breite der Strahlpakete jeweils ca 16 μm in x- und y-Richtung. Berechnen sie die Luminosität des LHC.

b) Bei einer Schwerpunktsenergie von 14 TeV beträgt der Wirkungsquerschnitt für die Produktion von Higgs Bosonen mit einer Masse von $125 \text{ GeV}/c^2$ ca 10 pb, der für die Produktion von Paaren von b-Quarks 10^8 pb. Wieviel Higgs Bosonen und wie viele b-Quark-Paare werden pro Jahr erzeugt, wenn der Beschleuniger 20% der Zeit unter den oben genannten Bedingungen läuft?