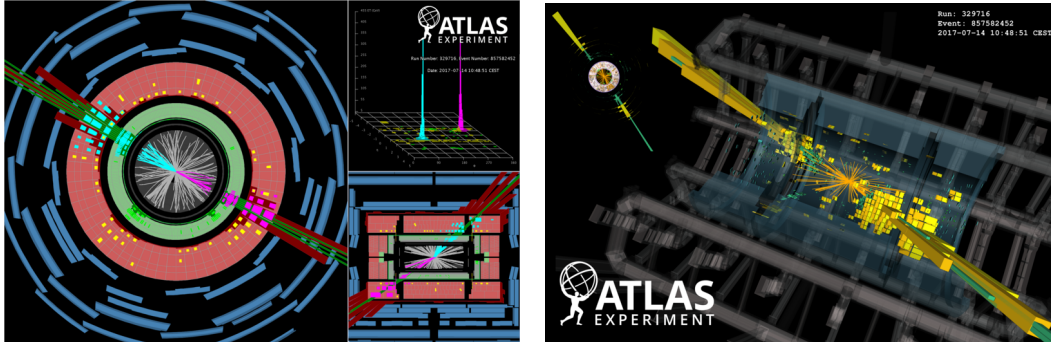


Übungsblatt Nr. 8

Besprechung in der Woche ab 06.12.

Aufgabe 8.1: Jet-Produktion am LHC



Wir wollen die Produktion von 2 Jets in Proton-Proton-Kollisionen am LHC betrachten, wie z.B. im oben von ATLAS aufgezeichneten Ereignis. Nehmen Sie der Einfachheit halber an, es gäbe nur ein Quark-Flavour, zum Beispiel das d -Quark (und sein Anti-Quark).

- Überlegen Sie sich alle partonischen $2 \rightarrow 2$ Streuprozesse, die zu einem solchen Ereignis beitragen können. (2 Punkte)
Beachten Sie dabei die Erhaltung der bisher kennengelernten Ladungen. Es gibt 8 verschiedene Prozesse.
- Welche dieser Streuprozesse können auch elektromagnetisch vermittelt werden? Zeichnen Sie für einen dieser Prozesse jeweils ein QED und ein QCD Diagramm und überlegen Sie sich, welches der beiden Diagramme dominant ist. (2 Punkte)
- Zeichnen Sie alle weiteren Feynman-Diagramme in führender Ordnung der QCD für alle Prozesse. (2 Punkte)

Hinweis: Es gibt 22 Diagramme! Sie können sich aber viele davon aus Crossing-Relationen erschließen.

Aufgabe 8.2: Hadronenkollisionen

Für Hadronenkollisionen lässt sich der Wirkungsquerschnitt als Faltung des partonischen Wirkungsquerschnitts mit Partondichtefunktionen schreiben, z.B. für die Produktion eines e^+e^- -Paares am LHC:

$$\frac{d\sigma}{d\Omega}(pp \rightarrow e^+e^-) = \sum_{q,\bar{q}} \int_0^1 dx_1 \int_0^1 dx_2 f_q(x_1) f_{\bar{q}}(x_2) \frac{d\hat{\sigma}}{d\Omega}(q\bar{q} \rightarrow e^+e^-) .$$

Zeigen Sie, dass sich die kinematischen Größen des partonischen Prozesses folgendermaßen durch die Impulsbruchteile $x_{1,2}$ ausdrücken lassen:

- invariante Masse des partonischen Schwerpunktsystems $\hat{s} = x_1 x_2 s$ (1 Punkt)
- Rapidität des partonischen Schwerpunktsystems $y = \frac{1}{2} \ln\left(\frac{x_1}{x_2}\right)$ (1 Punkt)

Warum das relevant ist: Man kann demzufolge die Integration über $x_{1,2}$ in eine Integration über diese Variablen transformieren, und damit $\frac{d\hat{\sigma}}{d\Omega}$ oft besser darstellen.

Aufgabe 8.3: R_μ als Nachweis der Farbladung von Quarks

(1 Punkt)

Betrachten Sie die folgenden Messungen von $R_\mu = \frac{\sigma(e^-e^+ \rightarrow \text{Hadronen})}{\sigma(e^-e^+ \rightarrow \mu^-\mu^+)}$ oberhalb der $b\bar{b}$ -Schwelle, die durch die durchgezogene Linie gefittet werden. Welchen Wert würden Sie aufgrund des simplen Partonmodells aus der Vorlesung erwarten? Wodurch könnten Abweichungen entstehen?

