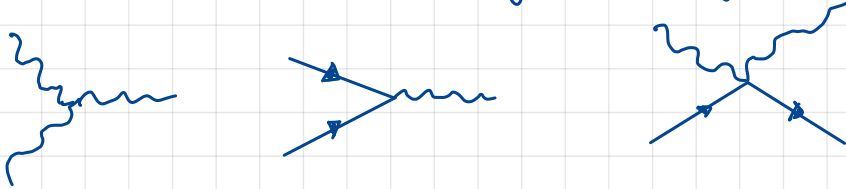


Regeln der Feynman-Diagramme

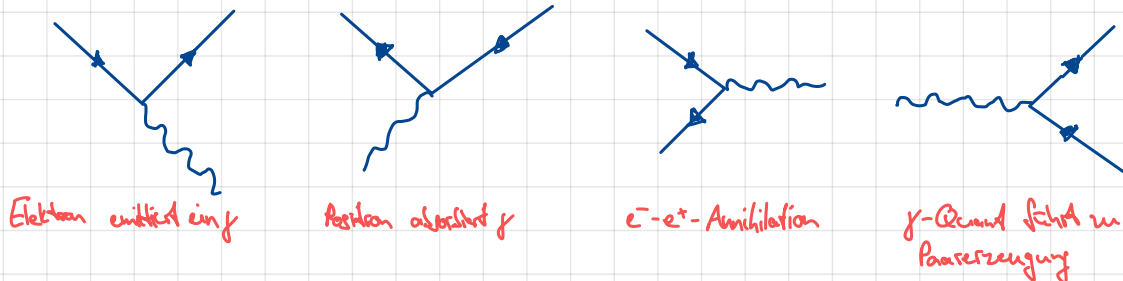
- Verbindungen zwischen [→]Teilchen und [~]Wechselwirkungen sind nur erlaubt, wenn sich drei in einem ^{Feynman}Knoten ^{Barren} treffen mit einem einlaufenden und einem auslaufenden Teilchen (→ Erhaltung der Ladung)
- Alle Elemente müssen über Vertices verbunden sein

Hiermit sind bereits die folgenden Diagramme ungültig

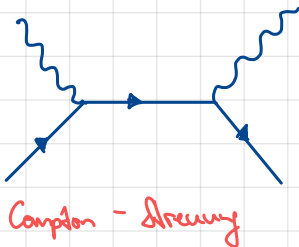


- Die Zeitachse läuft von links nach rechts, die Ortsachse von oben nach unten. → dies sind nicht die tatsächlichen Trajektorien der Teilchen → nur Schemata
- In der Zeit rückwärtig laufende Teilchen sind Antiteilchen.

Somit verändert die Orientierung der Diagramme grundlegend die Bedeutung



- Interne Elemente sind virtuelle Teilchen, welche nicht beobachtet werden können. Durch die Heisenberg'sche Unschärferelation können sie entstehen trotz großer Masse besitzen jedoch nur begrenzte Lebensdauer.



FAQ

Sind Positronen einfach e^- die in die Vergangenheit reisen?

→ Nicht ganz. Wenn es auch anschaulich so wirken kann, erlaubt die Mathematik der Kausalität dies nicht.

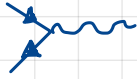
Was bedeutet es, dass es mehrere Feynman-Diagramme mit den gleichen Eingangs- und Ausgangsteilchen gibt?

→ Die unendlich Kombinationen, welche den makroskopisch gleichen Prozess beschreiben sind gleichberechtigt und ihre Wahrscheinlichkeiten müssen aufsummiert werden.

- Impulserhaltung gilt an allen Vertices, wobei der gesamte Viererimpuls erhalten ist

$$E^2 = m^2 c^4 + p^2 c^2$$

→ Im freien Raum sind keine Einzelinteraktionen möglich i.e.



- durch Loop-Diagramme gibt es stets unendlich viele Möglichkeiten des Mechanismus einer Interaktion

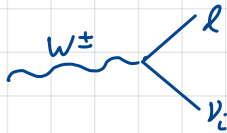


Feynman Facts: 1. Solche Erweiterungen um Loops sind mathematisch gesehen Taylor-Entwicklungen mit sehr geringen Beiträgen
2. Die Loop-Teilchen können einen unendlichen Impuls besitzen
↳ Berücksichtigung nicht notwendig da verschwindend Beiträge

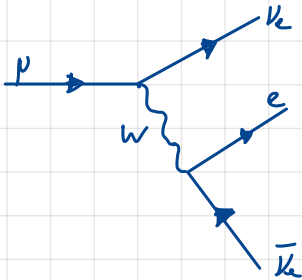
- das Z-Boson vermittelt zusammen mit den W-Bosonen die schwache WW

→ das Z-Boson kann Neutrino-paare erzeugen

→ die W-Bosonen verbinden die Leptonen mit den Neutrinos

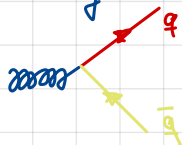


Es gilt die Leptonenzahlenerhaltung und Ladungserhaltung. Die Zahl an Elektronen ist nicht erhalten



Flavoränderungen der Neutrinos sind im grundlegenden Standard-Modell nicht möglich; eine solche Erweiterung ist jedoch sinnvoll aufgrund der Neutrinooszillationen

- das W-Boson kann Fermionen-Flavor verändern, wobei auch beidseitige Interaktionen zwischen Neutrinos und Leptonen verschiedener Generationen möglich sind
- flavorverändernde Wechselwirkungen sind den erhaltenden gegenüber unterdrückt
- W-Bosonen interagieren nur mit inkohärenten Teilchen
- Gluonen beeinflussen die Farbladung der Quarks → 8 Gluonen existieren



- Gluonen sind farbstind aber auch farberhaltend (Gegensatz zu W)
- Alle Vertices und Hadronen sind farberneutral
- Es gibt 8 Gluonen mit dem theoretisch 9. Gluon als steriles Gluon \rightarrow non existent

