

Experimentelle Elementarteilchenphysik 2: Hausaufgaben

Humboldt-Universität zu Berlin, Sommersemester 2017

Prof. Dr. H. Lacker

Übungsblatt 9 (Besprechung: 05.07.2017)

Aufgabe 1: Unitaritätsdreieck und Jarlskog-Parameter

Zeigen Sie, dass das Unitaritätsdreieck (UT) eine Fläche von $|J/2|$ besitzt, wobei J der Jarlskog-Parameter ist, und dass alle Unitaritätsdreiecke die selbe Fläche besitzen.

Für den ersten Teil betrachten Sie $\text{Im}(V_{cb}V_{td}V_{cd}^*V_{tb}^*)$. Identifizieren Sie in diesem Ausdruck die beiden Seiten A und B des UT und überzeugen Sie sich davon, dass das Doppelte der UT-Fläche gegeben wird durch $|A||B|\sin\beta$. Zeigen Sie dann: $\text{Im}(A^*B) = |A||B|\sin\beta$.

Für den zweiten Teil zeigen Sie, dass Sie $\text{Im}(V_{cb}V_{td}V_{cd}^*V_{tb}^*)$ mit Hilfe der Unitarität der CKM-Matrix z. B. in $-\text{Im}(V_{cb}V_{ts}V_{cs}^*V_{tb}^*)$ transformieren können.

Aufgabe 2: CP-Eigenzustände

Welchen CP -Eigenwert bzw. welche CP -Eigenwerte hat der Enzustand $\pi^+\pi^-$ im Zerfall neutraler B_d -Mesonen bzw. $\psi\phi$ im Zerfall neutraler B_s -Mesonen?

Aufgabe 2: Bestimmung des UT-Winkels γ

Der UT-Winkel γ kann aus einer zeitunabhängigen CP -Asymmetrie geladener B -Mesonenzerfälle in bestimmte Endzustände, also mit Hilfe von CP -Verletzung im Zerfall bestimmt werden.

Welcher Endzustand könnte dafür gewählt werden?

- Erster Schritt: Mit Hilfe der Definition von γ bestimmen Sie diejenigen CKM-Elemente, die in den zwei miteinander interferierenden Zerfallsamplituden auftauchen müssen, um eine CP -Asymmetrie zwischen positiv und negativ geladenen B -Mesonen zu erzeugen.
- Zweiter Schritt: Für die beiden Amplituden für das positiv bzw. negativ geladenen B -Meson zeichnen die entsprechenden Quark-Diagramme. Welche Mesonen im Endzustand kommen für diese Zerfallsamplituden in Frage?
- Dritter Schritt: Die zwei Feynman-Diagramme führen zu unterschiedlichen Endzuständen, so dass die beiden Amplituden eigentlich nicht interferieren können. Wie kann man trotzdem Interferenz zwischen den beiden Zerfallsamplituden erzeugen? (Tipp: Suchen Sie nach einem analogen Beispiel aus der Vorlesung.)
- Berechnen Sie das Verhältnis beider Zerfallsamplituden unter Berücksichtigung aller auftretenden CKM-Elemente.

Abgabe: 03.07.2017 up to 13:15 in box in front of room 1'415