

Übung zur Vorlesung
”Experimentelle Elementarteilchenphysik”
SS 2006

H. Kolanoski, J. Kretzschmar

8. Übung

8.1 Kohärente $B^0\bar{B}^0$ Zustände (5 Punkte)

Die Experimente BaBar und BELLE untersuchen (unter anderem) die CP-Verletzung im B-System. Dazu werden in e^+e^- -Kollisionen $\Upsilon(4S)$ -Zustände resonant erzeugt, die in B -Mesonpaare zerfallen.

- a) Geben sie die Quantenzahlen J^{PC} für das $\Upsilon(4S)$ und ein B -Meson an, soweit diese definiert sind.
- b) Wie wirkt der P -Operator auf den 2-Teilchen-Zustand aus Teilchen und Antiteilchen $|B^0(x_1)\bar{B}^0(x_2)\rangle$, ist er ein Eigenzustand? Wie lautet der Eigenwert?
Hinweise: Handelt es sich um Bosonen oder Fermionen? Mit welchem Bahndrehimpuls wird das B -Meson-Paar beim Zerfall von $\Upsilon(4S)$ erzeugt?
- c) Konstruieren Sie aus $|B^0(x_1)\bar{B}^0(x_2)\rangle$ und $|B^0(x_2)\bar{B}^0(x_1)\rangle$ einen Zustand, dessen Quantenzahlen denen des $\Upsilon(4S)$ entsprechen. Handelt es sich um einen Eigenzustand zu dem Operationen P , C und CP ?

8.2 Neutrino-Oszillationen (15 Punkte)

In dieser Aufgabe sollen Neutrino-Oszillationen mit den in der Vorlesung (siehe Skript) angegebenen Parametern für die LMA-Lösung berechnet werden. Benutzen Sie die Näherungen

$$\theta_{12} \approx 34^\circ, \quad \theta_{23} \approx 45^\circ, \quad \theta_{13} \approx 0^\circ$$

und

$$\Delta m_{12}^2 \approx 8 \cdot 10^{-5} \text{ eV}^2, \quad \Delta m_{13}^2 \approx \Delta m_{23}^2 \approx 2.4 \cdot 10^{-3} \text{ eV}^2.$$

- a) Konstruieren sie die 3-Familien-Mischungsmatrix. Berechnen Sie auch die Elemente mit den oben gegebenen Werten.
- b) Geben Sie die Gleichungen für die Übergangswahrscheinlichkeiten für $\nu_e \rightarrow \nu_\mu$, $\nu_e \rightarrow \nu_\tau$ und $\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau$ an.
- c) Machen Sie eine Skizze (eventuell mit dem Computer) von der Übergangswahrscheinlichkeit $\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau$ als Funktion des Verhältnisses Abstand zu Energie für den Fall, dass am Ursprung ein reiner ν_μ -Zustand vorliegt.

- d) Ein ν_μ -Strahl mit einer mittleren Energie von 17 GeV am CERN produziert und auf einen Detektor am 732 km entfernten Gran-Sasso-Laboratorium gerichtet. Dort soll das Erscheinen von τ -Neutrinos nachgewiesen werden. Für welchen Wert von Δm_{23}^2 wäre die Distanz optimal? Wo sollte man alternativ den τ -Neutrino-Detektor aufbauen, um bei den bisher bekannten Parametern ein optimales Experiment machen zu können?