

Jedra, kvarki, leptoni

2. izpit, 23. junij 2021

1. (1.5 točke) Obravnavamo razpade mezona Δ^+ iz barionskega deкуплета, ki razpada preko močne interakcije v ΣK (barion iz okteta in kaon).

(a) Uporabi izospinsko simetrijo za napoved razmerja razpadnih širin

$$\frac{\Gamma(\Delta^+ \rightarrow \Sigma^0 K^+)}{\Gamma(\Delta^+ \rightarrow \Sigma^+ K^0)}.$$

Upoštevaj, da imata oba bariona Σ enako maso, kot tudi mezon K .

(b) Zapiši valovno funkcijo za $\Sigma^+(\uparrow)$ v spinskem in okusnem prostoru! Kakšna je pričakovana vrednost projekcije spina za kvark s , $\langle s_z^{(s)} \rangle$? Kaj pa za en kvark u , $\langle s_z^{(u)} \rangle$?

(c) Napovej razmerje magnetnih momentov $\mu_{\Sigma^+}/\mu_{\Sigma^-}$, če velja za magnetne momente kvarkov $\mu_u = -2\mu_d = -10/3\mu_s$.

2. (1.25 točke) V sistemu $B_s - \bar{B}_s^0$ sta mešalna parametra $y = 0.13$ in $x = 27$. Povprečna razpadna širina je $\Gamma = 6.6 \cdot 10^{11} \text{ s}^{-1}$. Kakšna je verjetnost, da stanje B_s^0 po času t najdemo v stanju $\bar{B}_s^0$ ($\bar{p}(t)$) ter verjetnost, da ga najdemo v stanju B_s^0 ($p(t)$)? Po koliko časa sta verjetnosti, da najdemo sistem v stanju B_s ali $\bar{B}_s$ enaki? Izračunaj ti verjetnosti! Zanimari kršitev CP v mešanju, $|q/p| = 1$. Kakšno je razmerje $p(t)/\bar{p}(t)$ po dolgem času? Po približno koliko časa t doseže razmerje $p(t)/\bar{p}(t)$ minimum (v vodilnem redu v y)?

3. (1.25 točke) Izračunaj razmerje razpadnih širin bozona Z :

$$\frac{\Gamma(Z \rightarrow \nu\bar{\nu})}{\Gamma(Z \rightarrow q\bar{q})}.$$

Za končna stanja upoštevaj vse možne pare nevtrinov in kvarkov. $m_t = 172 \text{ GeV}$, $m_Z = 91 \text{ GeV}$. Mase ostalih delcev lahko zanemariš!

Jedra, kvarki, leptoni

2. exam, 23. June 2021

1. (1.5 točke) Δ^+ from the baryon decuplet is decaying via strong interaction to final state ΣK (octet baryon and a kaon):

(a) Employ the isospin symmetry to predict

$$\frac{\Gamma(\Delta^+ \rightarrow \Sigma^0 K^+)}{\Gamma(\Delta^+ \rightarrow \Sigma^+ K^0)}.$$

Both Σ baryons have equal masses, also K mesons.

- (b) Write down the wave function of $\Sigma^+(\uparrow)$ in spin and flavour space! What is the expectation value of the spin projection of s quark $\langle s_z^{(s)} \rangle$? Calculate also the expected spin projection for u quark, $\langle s_z^{(u)} \rangle$.
- (c) Predict the ratio of magnetic moments $\mu_{\Sigma^+}/\mu_{\Sigma^-}$, if the following relations hold for quark magnetic moments $\mu_u = -2\mu_d = -10/3\mu_s$.
2. (1.25 točke) In the $B_s - \bar{B}_s^0$ system the mixing parameters are $y = 0.13$ and $x = 27$. Average decay width is $\Gamma = 6.6 \cdot 10^{11} \text{ s}^{-1}$. What is the probability of finding state B_s^0 in state $\bar{B}_s^0$ after time t ($\bar{p}(t)$) and what is the probability to find it in state B_s^0 ($p(t)$)? After what time t are the probabilities of finding the state in B_s or $\bar{B}_s$ equal? Calculate this probability! What is the ratio $p(t)/\bar{p}(t)$ after long time? After approximately what time the ratio $p(t)/\bar{p}(t)$ reaches a minimum (in leading order in y)?
3. (1.25 točke) Calculate the ratio of decay widths of Z boson:

$$\frac{\Gamma(Z \rightarrow \nu\bar{\nu})}{\Gamma(Z \rightarrow q\bar{q})}.$$

For final states take into account all possible pairs of neutrinos and quarks. $m_t = 172 \text{ GeV}$, $m_Z = 91 \text{ GeV}$. You can neglect masses of other particles.