

Jedra, kvarki, leptoni

2. izpit, 28.6.2018

- Oceni celotno razpadno širino hipotetično prostega kvarka b . Upoštevaj vse dovoljene trodelčne razpade na leptone in proste kvarke. Pri računu upoštevaj, da je tretji stolpec matrike CKM naslednji:

$$\begin{pmatrix} V_{ub} \\ V_{cb} \\ V_{tb} \end{pmatrix} \approx \begin{pmatrix} 0 \\ A\lambda^2 \\ 1 \end{pmatrix},$$

kjer je $A = 0.81$ in Cabibbov kot $\lambda = 0.23$. Mase kvarkov so $m_b = 4.2 \text{ GeV}$, $m_t = 172 \text{ GeV}$, mase ostalih delcev v končnem stanju lahko zanemariš. Kolikšno je razmerje $\Gamma(b \rightarrow \text{kvarki})/\Gamma(b \rightarrow \text{kvarki} + \text{leptoni})$? $G_F = 1.17 \times 10^{-5} \text{ GeV}^{-2}$.

- Pokaži, da operator $C_1 = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^8 \left(\frac{\lambda_i}{2}\right)^2$ komutira z vsemi generatorji $\lambda_k/2$, torej $[C_1, \lambda_k/2] = 0$. λ_i so Gell-Mannove matrike. Pri računu upoštevaj, da so strukturne konstante f_{ijk} grupe $SU(3)$ popolnoma antisimetrične na zamenjave indeksov i, j, k .
- Preučujemo razpada $\Sigma^{*-} \rightarrow \Sigma^0 \pi^-$ in $\Xi^{*-} \rightarrow \Xi^0 \pi^-$, ki potekata preko močne interakcije. Kvantna števila stanj so podana v spodnji tabeli

	B	I	I_3	Y	U	U_3
Σ^{*-}	1	1	-1	0	3/2	
Ξ^{*-}	1	1/2	-1/2	-1	3/2	
Σ^0	1	1	0	0	1	
Ξ^0	1	1/2	1/2	-1	1	
π^\pm	0	1	± 1	0	1/2	

- Iz danih kvantnih števil določi vrednosti U_3 za vsa stanja!
- Zapiši okusna dela valovnih funkcij Σ^{*-} in Ξ^{*-} . Obe stanji pripadata barionskemu dekupletu z $J^P = (3/2)^+$. Zapiši še spinski in barvni del valovnih funkcij za stanji z $J_z = 1/2$.
- Izračunaj razmerje razpadnih širin $\Gamma(\Sigma^{*-} \rightarrow \Sigma^0 \pi^-)/\Gamma(\Xi^{*-} \rightarrow \Xi^0 \pi^-)$. Upoštevaj, da je U -spin dobra simetrija ter si pomagaj z dekompozicijo začetnih in končnih stanj po U -spinu in Clebsch-Gordanovimi koeficienti!