

Jedra, kvarki, leptoni

1. kolokvij, 1.12.2017

1. Iz Gell-Mann–Okubove formulo za oktet psevdoskalarnih mezonov napovej maso mezona η_8 , če poznaš maso kaonov $m_K = 496 \text{ MeV}$ in maso pionov $m_\pi = 140 \text{ MeV}$. Določi konstanti a in c v izrazu za Gell-Mann Okubove formule, $m^2 = a + c(I(I+1) - Y^2/4)$!

Zgornja formula da enako maso za vse komponente izospinskega multiplleta. Če želimo opisati “zlom” izospinske simetrije, lahko poskusimo dodati v izraz za m^2 člen $\delta Q(Q - 4Y)$, kjer je δ prost parameter, ki razklopi mase mezonov znotraj izospinskega multiplleta. Iz znanih mas $m_{\pi^+} = 139.6 \text{ MeV}$, $m_{\pi^0} = 135.0 \text{ MeV}$, ter povprečne mase kaonov, $(m_{K^+} + m_{K^0})/2 = 496 \text{ MeV}$ napovej razliko mas $m_{K^+} - m_{K^0}$!

2. Ali naslednji procesi oz. razpadi lahko potekajo preko močne interakcije? Predpostavi, da je izospin eksaktna simetrija močne interakcije. Če potekajo, skiciraj Feynmanov diagram na nivoju kvarkov, sicer utemelji, zakaj proces ne poteka.

- $p\bar{n} \rightarrow \pi^+\pi^0$
- $pp \rightarrow n\pi^+\pi^+$
- $K^+ \rightarrow \pi^+\pi^0$
- $\psi \rightarrow D^+D^-$
- $\Delta^+ \rightarrow \eta_8 p$
- $\Delta^+ \rightarrow n\pi^+$

$m_p \approx m_n = 938 \text{ MeV}$, $m_\pi = 140 \text{ MeV}$, $m_\Delta = 1230 \text{ MeV}$, $m_D = 1860 \text{ MeV}$, $m_\psi = 3080 \text{ MeV}$, $m_{\eta_8} = 560 \text{ MeV}$, $m_K = 495 \text{ MeV}$.

3. Preučujemo razpada $\Sigma^{*0} \rightarrow \Sigma^+\pi^-$ in $\Xi^{*0} \rightarrow \Xi^-\pi^+$, ki potekata preko močne interakcije. Kvantna števila stanj so podana v spodnji tabeli

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

- (a) Iz danih kvantnih števil določi vrednosti U_3 za vsa stanja!
- (b) Zapiši okusna dela valovnih funkcij Σ^{*0} in Ξ^{*0} . Obe stanji pripadata barionskemu dekupletu z $J^P = (3/2)^+$. Zapiši še spinski in barvni del valovne funkcije.
- (c) Izračunaj razmerje razpadnih širin $\Gamma(\Sigma^{*0} \rightarrow \Sigma^+\pi^-)/\Gamma(\Xi^{*0} \rightarrow \Xi^-\pi^+)$. Pomagaj si z dekompozicijo začetnih in končnih stanj po U -spinu in Clebsch-Gordanovimi koeficienti!