

Jedra, kvarki, leptoni

2. kolokvij, 1. izpit, 1.2.2018

1. **(Izpit)** Na osnovi izospinske simetrije napovej razmerja vseh možnih sipalnih kanalov pri sipanju nukleona (p, n) in piona (π^\pm, π^0), če sipanje poteka preko resonance Δ , $N\pi \rightarrow \Delta \rightarrow N'\pi'$, ki je izospinski kvartet z $I = 3/2$! Napovej še razmerje vseh možnih sipalnih kanalov za sipanje preko Roperjeve resonance, $N(1440)$, ki ima izospin $1/2$!
2. **(Izpit)** Ali naslednji procesi oz. razpadi lahko potekajo preko močne, šibke, ali elektromagnetne interakcije? Če potekajo, skiciraj dominanten Feynmanov diagram in na njem označi sklopitvene konstante v vozliščih, sicer utemelji, zakaj proces ne poteka.

- $pp \rightarrow \pi^+\pi^+$
- $D^+ \rightarrow e^+\mu^-\pi^+$
- $p\bar{p} \rightarrow K^+\pi^-$
- $K^+ \rightarrow \pi^+\pi^0$
- $\psi \rightarrow \mu^+\mu^-$
- $n \rightarrow p\mu^-\bar{\nu}_\mu$

Za sipalne procese lahko predpostaviš, da je energija trkov dovolj velika za tvorbo končnega stanja. Drugje upoštevaj sledeče mase: $m_p \approx m_n = 938 \text{ MeV}$, $m_n - m_p \approx 1.2 \text{ MeV}$, $m_\pi = 140 \text{ MeV}$, $m_D = 1860 \text{ MeV}$, $m_\psi = 3080 \text{ MeV}$, $m_K = 495 \text{ MeV}$, $m_\mu = 106 \text{ MeV}$, $m_e = 511 \text{ keV}$.

3. **(Kolokvij)** Pokaži naslednjo enakost za vektorski tok Diracovega delca,

$$\bar{u}(p')\gamma^\mu u(p) = \bar{u}(p') \left[\frac{p^\mu + p'^\mu}{2m} + \frac{i\sigma^{\mu\nu}(p_\nu - p'_\nu)}{2m} \right] u(p),$$

kjer je $\sigma^{\mu\nu} = \frac{i}{2}[\gamma^\mu, \gamma^\nu]$ in sta $u(p')$ in $u(p)$ Diracova spinorja delca z maso m . Namig: uporabi Diracovo enačbo za u in \bar{u} : $\not{p}u = mu$ in $\bar{u}\not{p} = \bar{u}m$.

4. **(Kolokvij)** Oцени celotno razpadno širino hipotetično prostega kvarka c . Upoštevaj vse dovoljene trodelčne razpade na leptone in proste kvarke. Pri računu aproksimiraj matriko CKM z enotsko matriko 3×3 , mase delcev v končnem stanju lahko zanemariš, $m_c = 1.28 \text{ GeV}$. Kolikšno je razmerje $\Gamma(c \rightarrow \text{kvarci})/\Gamma(c \rightarrow \text{kvarci} + \text{leptoni})$? $G_F = 1.17 \times 10^{-5} \text{ GeV}^{-2}$.
5. **(Kolokvij, Izpit)** Šibki razpad $D^+(c\bar{d}) \rightarrow \mu^+\nu_\mu$ ima razvejitevno razmerje 3.7×10^{-4} . Izračunaj velikost elementa matrike CKM $|V_{cd}|$, če poznaš celotno razpadno širino $\Gamma_{D^+} = 6.3 \times 10^{-13} \text{ GeV}$, $m_D = 1.86 \text{ GeV}$, $m_\mu = 0.106 \text{ GeV}$ in razpadno konstanto $f_D = 0.21 \text{ GeV}$. $G_F = 1.17 \times 10^{-5} \text{ GeV}^{-2}$.