

Fizika jedra in osnovnih delcev - 2. kolokvij

1. S študijo razpadov psevdoskalarnega mezona B^- ($b\bar{u}$) lahko dostopamo do tretjega stolpca matrike CKM. Masa je $m_B = 5.28 \text{ GeV}$, življenski čas $\tau_B = 1.6 \cdot 10^{-12} \text{ s}$, razpadna konstanta $f_B = 250 \text{ MeV}$.

(a) Natančno določi $|V_{ub}|$, če poznaš razvejitevno razmerje razpada $B^- \rightarrow \tau\bar{\nu}_\tau$, $\text{Br}(B^- \rightarrow \tau\bar{\nu}_\tau) = 1.1 \cdot 10^{-4}$. $m_\tau = 1.7 \text{ GeV}$.

(b) Oцени še razmerje $|V_{ub}/V_{cb}|$, če poznaš razmerje širin $\Gamma(B^- \rightarrow \pi^0 e^- \bar{\nu}_e)/\Gamma(B^- \rightarrow D^0 e^- \bar{\nu}_e) = 8 \cdot 10^{-4}$, kjer sta psevdoskalarja D^0 ($c\bar{u}$) in π^0 ($u\bar{u} + d\bar{d}$)/ $\sqrt{2}$. Nariši diagrama in računaj, kot da gre za razpad prostega kvarka b na brezmasne leptone in kvark v končnem stanju.

(c) Oцени element $|V_{tb}|$ iz rezultatov (a) in (b). Upoštevaj, da je matrika CKM unitarna!

2. Za naslednje procese določi, ali v Standardnem modelu potekajo ali ne. Za tiste, ki ne potekajo, napiši kateri ohranitveni zakon kršijo. Za dovoljene procese zapiši interakcijo, preko katere proces poteka, ter nariši dominanten Feynmanov diagram.

- $\Upsilon(b\bar{b}) \rightarrow B^+(\bar{b}u) B^-(b\bar{u})$
- Mešanje nevtron-antinevtron, $n - \bar{n}$
- $D^+ \rightarrow \pi^+ \mu^- \mu^-$
- $Z \rightarrow \nu_\mu \bar{\nu}_\mu$
- $Z \rightarrow e^+ \mu^-$
- $\nu_e e^- \rightarrow \nu_e e^-$ (Šibka interakcija, nariši vse diagrame)

3. Izračunaj naslednji sledi Diracovih matrik:

- $\text{Tr}[\sigma^{\mu\nu} \sigma_{\mu\nu}]$, kjer je $\sigma^{\mu\nu} = \frac{i}{2}[\gamma^\mu, \gamma^\nu]$,
- $\text{Tr}[\not{p}\not{q}\not{p}\not{q}P_L]$, kjer je $p^2 = m_1^2, q^2 = m_2^2, (p+q)^2 = s$.

4. Obravnavaj sipanje $e^- \bar{\nu}_e \rightarrow \mu^- \bar{\nu}_\mu$ v težiščnem sistemu. Kvadrat težiščne energije trkov je s , kjer je s dovolj velik, da lahko zanemariš mase vseh delcev, obenem pa velja $s \ll m_W^2$. Nariši Feynmanov diagram in označi sučnosti vseh delcev. Zapiši invariantno amplitudo in zapiši izračunaj spinsko povprečen kvadrat amplitude. [***, +0.5 točke]: Izrazi asimetrijo naprej-nazaj

$$A_{\text{FB}} = \frac{\sigma(\vartheta > 0) - \sigma(\vartheta < 0)}{\sigma(\vartheta > 0) + \sigma(\vartheta < 0)},$$

kjer je ϑ kot med smerjo izhodnega μ ter vhodnega e .