

2. KOLOKVIJ IZ MODERNE FIZIKE II

8. 6. 2012

1. Z detektorjem, ki je sestavljen iz jeder ${}^{58}_{26}\text{Fe}$, bi želeli detektirati nevtrine ν_e z kinetično energijo 5 MeV preko interakcije $\nu_e + {}^{58}_{26}\text{Fe} \rightarrow {}^{58}_{27}\text{Co} + e^-$. Gostota vpadnega toka nevtronov je $5 \cdot 10^6 / (\text{cm}^2 \text{ s})$. Predpostavi, da je diferencialni sipalni presek za to interakcijo $\frac{d\sigma}{d\Omega} = C (1 + \cos \theta)^2$, kjer je $C = 2 \cdot 10^{-49} \text{ m}^2$.
 - a) Koliko bi morala biti skupna masa jeder Fe v detektorju, če bi želeli 10 interakcij na dan?
 - b) Kolikšen delež elektronov se siplje nazaj, torej pod kotom $\theta = [90^\circ, 180^\circ]$?
2. Na mirujoč proton vpade elektron z $|\vec{p}_e| = 300 \text{ MeV}/c$, pri čemer nastaneta nevtron in neutrino: $e^- + p \rightarrow n + \nu_e$. V poiskusu izmerimo, da ima nevtron gibalno količino $|\vec{p}_n| = 200 \text{ MeV}/c$.
 - a) Določi velikost energije nevtrina in velikost gibalne količine nevtrina $|\vec{p}_\nu|$.
 - b) Pod kolikšnim kotom se giblje nevtron glede na vpadni elektron?
 - c) Nariši shemo procesa na kvarkovskem nivoju.

Računaj relativistično in predpostavi, da je masa nevtrina enaka nič. Mase ostalih delcev so: $m_p c^2 = 938.3 \text{ MeV}$, $m_n c^2 = 939.5 \text{ MeV}$, $m_e c^2 = 0.5 \text{ MeV}$.

3. Skiciraj potek obeh procesov na kvarkovsem nivoju in določi razmerje kvadratov matričnih elementov (ob predpostavki, da sta "kinematiki" procesov enaki)

$$(a) \quad \frac{B_s^0 \rightarrow D_s^- + e^+ + \nu_e}{D_s^+ \rightarrow K^0 + \mu^+ + \nu_\mu}$$

Za spodnje tri procese povej ali so mogoči ali prepovedani. Če so mogoči, povej preko katere interakcije potekajo in skiciraj potek na kvarkovskem nivoju. Če so prepovedani, povej zakaj so prepovedani.

$$(b) \quad \Lambda \rightarrow p + \pi^-$$

$$(c) \quad p + \bar{p} \rightarrow \pi^+ + \pi^- + n$$

$$(d) \quad K^{0*} \rightarrow K^+ + \pi^-$$

Lahko si pomagaš z naslednjo tabelo: $B_s^0 = \bar{b}s$ ($J^P = 0^-$); $D_s^- = \bar{s}c$, $D_s^+ = \bar{c}s$ ($J^P = 0^-$), $K^0 = \bar{s}d$ ($J^P = 0^-$, $m \simeq 500 \text{ MeV}$), $K^{0*} = \bar{s}d$ ($J^P = 1^-, m \simeq 892 \text{ MeV}$), $\Lambda = uds$ ($J^P = 1/2^+$, $I = 0$, $m \simeq 1115 \text{ MeV}$)

4. naloga: glej naslednjo stran

4. V vzorcu imamo $N = 5 \cdot 10^8$ mirujočih atomov ${}_{84}^{210}\text{Po}$ in opazujemo njihov α razpad: ${}_{84}^{210}\text{Po} \rightarrow {}_{82}^{206}\text{Pb} + \alpha$. Opazimo 29 razpadov na sekundo, izhajajoči α delci pa imajo kinetično energijo $T = 5$ MeV.

a) Koliko je razpadni čas τ za opazovan α razpad polonija?

b) Kolikšno kinetično energijo T' imajo α delci v notranjosti Pb (pri $r < R$) in kako globok je jedrski potencial med α in Pb ($V_j = ?$). Predpostavi, da čuti α delec znotraj Pb le konstanten jedrski potencial $V(r < R) = -V_j$. Prepustnost b elektrostatske bariere za α delce s to kinetično energijo je enaka $b = 3 \cdot 10^{-29}$. Doseg jedrskega potenciala med α in Pb je enak vsoti polmerov: $R = 1.1 \text{ fm} \times [4^{1/3} + 206^{1/3}]$.

c) Koliko razpadov α na sekundo pa opazijo v istem vzorcu sto dni kasneje?

