

2. KOLOKVIJ IZ MODERNE FIZIKE

2. letnik Fizika, FMF, Univerza v Ljubljani, 7.6.2010

1. Izračunaj razmerje sipalnih presekov za produkcijo hadronov in produkcijo mionov, $\sigma(e^+e^- \rightarrow \text{hadrons})/\sigma(e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-)$, in sicer tik pod pragom za produkcijo kvarkov $b\bar{b}$, tik nad tem pragom ter tik pod in nad pragom za produkcijo kvarkov $t\bar{t}$ (tako kot na vajah upoštevaj le izmenjavo fotona). Kakšno pa je razmerje $\sigma(e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^-)/\sigma(e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-)$?

2. V vzorcu ^{240}U opazujemo razpadno verigo $^{240}\text{U} \xrightarrow{\beta^-} ^{240}\text{Np} \xrightarrow{\beta^-} ^{240}\text{Pu}$, kjer sta razpadna časa 14.1h in 1.032h. Kdaj smo pripravili vzorec ^{240}U , če sta sedaj aktivnosti zaradi prvega in drugega razpada v razpadni verigi v razmerju 2:1? Kakšno pa je to razmerje aktivnosti po 2 urah od priprave vzorca?

3. Elektronski nevtrino ν_e in mionski nevtrino ν_μ nista masni lastni stanji, temveč sta z njima povezana preko zveze $|\nu_e\rangle = \cos\theta|\nu_1\rangle - \sin\theta|\nu_2\rangle$, $|\nu_\mu\rangle = \sin\theta|\nu_1\rangle + \cos\theta|\nu_2\rangle$, kjer imata stanji $|\theta_1\rangle$ in $|\theta_2\rangle$ masi m_1 in m_2 . Izračaj kolikšna je verjetnost, da je ob času t nevtrino v stanju ν_μ , če je bil ob času $t = 0$ v stanju ν_e . Računaj kot da je nevtrino na miru. Nato obravnavaj še ultrarelativističen primer, tako da velja $E_{1,2} \gg m_{1,2}$. Kolikšna je masna razlika $m_1^2 - m_2^2$, če za nevtrino z gibalno količino $p = 1 \text{ MeV}/c$ v detektorju 2km po mestu produkcije v stanju ν_e izmerimo 50% verjetnost za oscilacijo v stanje ν_μ , mešalni kot pa je $\theta = 45^\circ$?

4. Curek nevtronov vpada na kadmijevo ploščico z debelino $d = 0.1\text{mm}$. Curek ni vzporeden temveč se širi tako da je jakost enaka $dj/d\cos\theta = j_0 \cos\theta$ za $\theta \in [0, 45^\circ]$ in enaka nič za večje kote. Kolikšna je prepustnost kadmijeve ploščice, če je sipalni presek v odvisnosti od kota sipanja enak $d\sigma/d\cos\theta' = \sigma_0(1 + \cos\theta')$ (glej sliko), kjer je $\sigma_0 = 2$ barn. Gostota kadmija je $8.65 \text{ kg}/\text{dm}^3$, kilomolska masa pa 112.4kg . Računaj kot da je kadmijeva ploščica zelo tanka.

