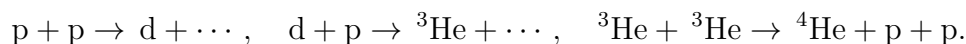


2. KOLOKVIJ IZ MODERNE FIZIKE 2

4. 6. 2014

1. Na Zemlji je energijski tok sončevega sevanja 1300 W/m^2 . (a) Kolikšen je številski tok nevtrinov na Zemlji (katerihkoli, na sekundo in m^2) zaradi zlivanja v sončevem jedru? V grobem je energija, ki jo oddaja Sonce, posledica neto reakcije $4\text{H} \rightarrow {}^4\text{He} + 2\text{e}^+ + 2\nu_e + 2\gamma$ (skoraj vso reakcijsko energijo odnesejo fotoni). (b) Ta neto reakcija je v resnici izkupiček treh neodvisnih reakcij (p in d sta vodikovo in devterijevo jedro):



Prvi dve reakciji dopolni z morebitnimi manjkajočimi delci (pomagaj si z neto reakcijo). Atomske mase so za vodik 1.00794 , za ${}^4\text{He}$ pa 4.00260 , ena a.e.m. je 931.5 MeV .

2. V modelu hiperfine sklopitve je masa bariona

$$Mc^2 = m_1c^2 + m_2c^2 + m_3c^2 + b \sum_{ij=12,23,13} \frac{\hat{S}_i \cdot \hat{S}_j}{m_i m_j \hbar^2 c^4},$$

kjer so m_i mase konstitutentnih (oblečenih) kvarkov. Uporabimo približek $m_u = m_d$. a) Iz podatkov za maso protona $m_p c^2 = 938 \text{ MeV}$ in maso bariona delta $m_\Delta c^2 = 1230 \text{ MeV}$ določi m_u in konstanto b . Barion delta je sestavljen iz uud in ima spin $S = 3/2$. Proton z enako kvarkovsko sestavo ima spin $S = 1/2$. b) Določi maso bariona Ω^- , ki je sestavljen iz sss in ima $S = 3/2$. Privzemi $m_s c^2 = 500 \text{ MeV}$.

3. a) Preko katere reakcije poteka razpad $\bar{B}^0 \rightarrow D^+ K^-$ ($\bar{B}^0 = b\bar{d}$, $D^+ = c\bar{d}$, $K^- = s\bar{u}$)? Nariši diagram za proces na kvarkovskem nivoju. S čim je sorazmeren matrični element?
- b) Preko katere interakcije poteka razpad $K^+(1430) \rightarrow K^+ \pi^0$? Nariši diagram na kvarkovskem nivoju ($K^+(1430)$: $\bar{s}u$, $J = 0$, $P = +$, $m = 1430 \text{ MeV}$).
- c) Ali sta naslednja procesa mogoča? Za vsakega argumentiraj zakaj da ali ne.



4. Med delovanjem jedrskega reaktorja med drugim nastaja tudi izotop joda ${}^{135}\text{I}$, ki z razpadnim časom 9.5 h razpada v ksenon ${}^{135}\text{Xe}$, ki potem razpade naprej z razpadnim časom 13.3 h . Med normalnim delovanjem je ravnovesno razmerje med številom ${}^{135}\text{Xe}$ in ${}^{135}\text{I}$ enako 0.2 . Kako se spreminjata koncentraciji joda in ksenona po tem, ko reaktor ugasnemo? Ker je ksenon zelo močen absorber termičnih nevtronov, reaktor ne more delovati (in ga tudi ne moremo zagnati), če je število ksenonovih atomov za več kot 50% večje, kot je med normalnim delovanjem. V kako dolgem intervalu po izklopu reaktorja lahko tega še ponovno zaženemo (poišči le oceno, pri čemer naj pomaga namig, da je ta čas veliko manjši od obeh razpadnih časov in lahko uporabiš linearni razvoj)?