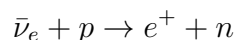


Fisica Nucleare e Subnucleare

Prova Scritta, 18 febbraio 2014

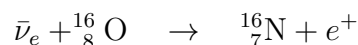
Parte II (Nucleare)

A) Nel rivelatore Super-Kamiokande una grande quantità di H₂O purissima è utilizzata per rivelare i neutrini con la reazione



Tuttavia solo i neutrini con energia superiore ad una certa soglia sono rivelati. Calcolare:

- 1) tale energia di soglia in MeV
- 2) l'energia degli elettroni diffusi a 30° da neutrini di 1.8 GeV (suggerimento: scrivere la conservazione dell'energia e dell'impulso nel SL con approssimazione ultrarelativistica per e^+ , da giustificare a posteriori)
- 3) fino a quale energia dei $\bar{\nu}_e$ è lecito trascurare il contributo della reazione



[Dati: $m_e c^2 = 0.511$ MeV; $m_p c^2 = 938.272$ MeV; $m_n c^2 = 939.565$ MeV;
 $m({}^{16}_8\text{O}) = 15.994915$ u; $m({}^{16}_7\text{N}) = 16.006100$ u; $1 \text{ u} = 931.494$ MeV]

B) Dallo studio del moto orbitale di un sistema binario si ricava che la massa di una stella di neutroni è $M \sim 1.5M_\odot = 3 \cdot 10^{30}$ Kg. La sua riga H_α risulta spostata verso il rosso di $\frac{\Delta\nu_\alpha}{\nu_\alpha} = 0.222$ a causa della attrazione gravitazionale.

1) Stima il raggio in km della stella di neutroni (considera che il fotone di energia $h\nu_\alpha$ abbia una massa gravitazionale equivalente $mc^2 = h\nu_\alpha$).

Nella parte centrale della stella, che supponiamo inizialmente formata da nuclei di ${}^{56}_{26}\text{Fe}$, sia $\rho = 10\rho_0$, dove $\rho_0 = 0.17$ nucleoni/fm³ è la densità nucleare.

2) Stima la densità degli elettroni (in elettroni/fm³) (dalla reazione di formazione ${}^{56}_{26}\text{Fe} + 26e^- \rightarrow 56n + 26\bar{\nu}_e$ abbiamo che ogni 56 nucleoni ci sono 26 elettroni).

3) Col modello a gas di Fermi calcola l'impulso (in MeV/c³) e l'energia di Fermi (in MeV) degli elettroni.

4) Calcola l'energia massima degli elettroni nella reazione $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$ e spiega perchè tale reazione è proibita al centro della stella.

5) A quale densità degli elettroni la reazione diventa possibile?

[Dati: $G = 6.67 \cdot 10^{-11}$ in S.I.; $\hbar c = 197$ MeV·fm; $m_e c^2 = 0.511$ MeV; $m_p c^2 = 938.272$ MeV;
 $m_n c^2 = 939.565$ MeV]