

T.D. Physique nucléaire

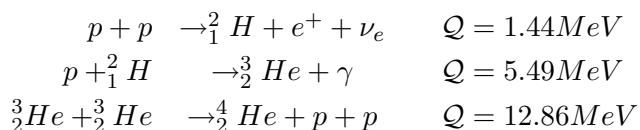
ENS-Lyon

Master I

Neutrinos solaires

Dans ce TD on établira quelques ordres de grandeurs concernant le modèle solaire et le flux de neutrinos émis par le soleil. Puis on discutera l'expérience de Davis (nobel 2002) qui a permis de détecter les neutrinos solaires.

On suppose que toute l'énergie solaire viens du cycle PPI



- 1) Effectuer le bilan énergétique par ${}^4\text{He}$ créée.
- 2) Sachant que la luminosité du soleil est de $3.86 \cdot 10^{26} \text{ W}$, estimer le nombre de protons disparaissant par unité de temps au sein du soleil.
- 3) Que peut-on en conclure sur la durée de vie du soleil ? On tachera de préciser les approximations faites.
- 4) Estimer le flux de neutrinos sur Terre.
- 5) Sachant que l'ordre de grandeur de la section efficace noyau neutrino est de l'ordre de 10^{-20} b montrer que la Terre est transparente pour les neutrinos. Quelle sera l'épaisseur de plomb nécessaire pour atténuer un flux de neutrinos d'un facteur 2.
- 6) On récapitule les caractéristiques de l'expérience de Davis :
 - La citerne contient 615 tonnes de perchloréthylène C_2Cl_4 ;
 - ${}^{37}\text{Cl}$ a une abondance isotopique de 24.47% ;
 - L'efficacité de détecteur de Davis est de 50% ;
 - La section efficace moyenne de la réaction $\nu_e + {}^{37}\text{Cl} \rightarrow {}^{37}\text{Ar} + e^-$ est de 10^{-46} m^2 pour des ν_e d'énergie 13 MeV.
 - Le taux de production de ${}^{37}\text{Ar}$ mesuré est de 1 atome tous les 4 jours.Calculer le taux de capture en unités SNU et le flux de neutrinos détectés.
- 7) Les prédictions théoriques pour le modèle solaire prévoient que le taux de capture serait de $8.6 \pm 1.2 \text{ SNU}$. Quelles peuvent être les causes de ce désaccord ? Il serait judicieux de faire une analogie avec la molécule d'ammoniac. Notamment entre les états observés expérimentalement et les états propres de l'hamiltonien de l'ammoniac à basse énergie.

$$\begin{aligned} M_{Terre} &= 6 \cdot 10^{24} \text{ kg} & R_{Terre} &= 6400 \text{ km} \\ M_{Soleil} &= 2 \cdot 10^{30} \text{ kg} & d_{Terre/Soleil} &= 1.5 \cdot 10^8 \text{ km} \\ 1 \text{ SNU} &= 10^{-36} \text{ capture/atome/s} & R_{Soleil} &= 7 \cdot 10^5 \text{ km} \\ \rho_{pb} &= 11.3 \text{ g.cm}^{-3} & V_{Soleil} &= 1,41 \cdot 10^{18} \text{ km}^3 \end{aligned}$$