

LP 42 Astro

May 2021

combustion
10AS,

Exemple

$$n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu} \quad \text{il faut } mc^2_{\text{ini}} > mc^2_f$$

939,57 MeV 938,27 MeV + 0,51 MeV + ? $\bar{\nu}$ mais négligeable.

→ possible.

On fait échange de l'autre côté, p.e.c.:

$$n + e^+ \rightarrow n + \bar{\nu}$$

P.e.c. contre, énergétiquement $p \rightarrow n + e^+ + \nu$ pas possible, p est stable → H⁺ escudé.

sauf si → possible, p est stable → H⁺ escudé.

Equ

Forces nucléaires, potentiel de Yukawa

mésons

$$\Phi(r) = K \frac{e^{-\frac{mr}{\hbar}}}{r}$$

Si $e \cdot m \rightarrow \Phi \propto \frac{1}{r}$ ($m \rightarrow 0$)

→ p.p. H: $\Delta E \sim mc^2$

$\Delta E \sim mc^2$

→ $\hbar < \frac{\hbar}{2mc} \Rightarrow r \sim \frac{\hbar}{2mc}$ portée (rayon d'action).

meson: spin 0 → attractif pour force nucléaire

à très courte distance: spins → répulsif (se s'effondrent)

Energie de liaison: énergie à fournir pour décomposer pour former noyaux.

$$B = (Zm_p + (A-Z)m_n - m_x) c^2$$

Pour produire E, il faut $\frac{E}{A}$

fusion fission

Figure 1: Caption

Cherchons l'origine de la courbe.

$B < A$ (influence des voisins)

$B = \frac{q}{A} A - a_s A^{2/3}$ mais fait en surface contribue
 $-a_s \frac{Z^2}{A^{1/3}}$ moins car touchent moins
 de particules que celles au
 milieu \rightarrow tension superficielle
 la sphérique a la surface
 optimale

Coulomb \rightarrow
 $\frac{Q^2}{x}$

Densité uniforme: $x^3 = \frac{4}{3} \pi R^3$, $R = 1.3 \cdot 10^{-15} \text{ m}$

Courbe \nearrow au début: terme surface, moins de part
 en proportion
 \rightarrow Coulomb

Equi empêche fusion spontanée ($3\alpha + 4\alpha \rightarrow \text{He}$ p.e.) est la
 barrière de Coulomb (noyau \oplus): $\sim \text{MeV}$ énorme en énergie et
 dans le Soleil, trop peu de particules ont assez d'énergie
 (10^{-200}) mais possible par effet tunnel.

modèle plus
 surtout
 $\pi + \lambda^c$

Il faut cependant que les noyaux restent liés
 ensuite, proba après avoir franchi la barrière
 que réacⁿ ait lieu. $P \propto \pi \tilde{x}^2$ (sinon effet tunnel des
 neutrons)
 $\rightarrow P_{\text{réac}} = \frac{\pi \tilde{x}^2}{2mE} \exp(-b/\sqrt{E})$

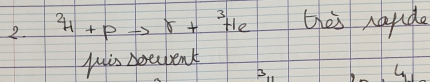
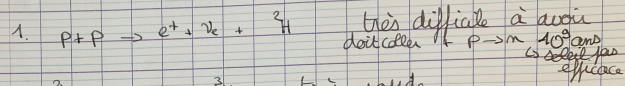
Section efficace $\sigma \propto P_{\text{réac}}$
 lameau p.100

$$S, P = \frac{S}{E} \exp(-\frac{b}{\sqrt{E}})$$

Notation réaction: $x + a \rightarrow y + b$
 $x(a, b)y$

11/15,

Combustion H:



3 autres processus à H lent, avec comme réactif catalyseur

Fusion Big Bang: H et He donc p, p, mais

big bang

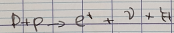
d'où $p + n \rightarrow {}^2\text{H}$ mais détruit presque instantanément

$T \rightarrow {}^2\text{H}$ possible stable et chaîne continue

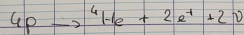
mb: 8 met 10⁵ ans à sortir Soleil \rightarrow avec ça on ne sent

pas la réaction nucléaire maintenant

\rightarrow avec neutrinos qui interagissent très peu avec
matière \rightarrow sortent en 2s et arrivent 8min



Comment détecter ?



Chaque He crée: 26,6 MeV

Puissance Soleil: $L = 3.84 \cdot 10^{26} \text{ W}$

$$N_{\text{neutrinos}} = 2 \frac{3.84 \cdot 10^{26}}{26.6 \cdot 10^6 \cdot 10^{19}} = 2.3 \cdot 10^{20} \text{ s}^{-1}$$

à la Terre:

$$F = \frac{m_{\text{neutrinos}}}{4\pi d_{\text{TS}}^2}, d_{\text{TS}} = 150 \cdot 10^9 \text{ m}$$

$$F = \frac{3 \cdot 10^{28}}{4\pi (150 \cdot 10^9)^2} = 10^{15} \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$$