

sulla fusione

Stimare la temperatura richiesta per produrre la fusione in un plasma di deuterio (una mistura neutra di elettroni e nuclei di deuterio) ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + 23.8 \text{ MeV}$. (verificare che l'energia liberata è proprio 23.8 MeV...)

Assumendo come range delle forze nucleari 2 fm, la repulsione Coulombiana da superare risulta

$$E_C = \frac{k_e e^2}{R} \approx \frac{1.44 \text{ MeV} \cdot \text{fm}}{2 \text{ fm}} \approx 0.72 \text{ MeV} .$$

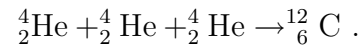
L'energia cinetica media in un sistema di particelle alla temperatura T è dell'ordine di $K_B T$, si ottiene così

$$\begin{aligned} E_C &\approx 0.72 \approx K_B T = (8.617 \times 10^{-11} \text{ MeV/K}) T \\ T &\approx 8.35 \times 10^9 \text{ K} . \end{aligned}$$

Un'analisi più precisa deve poter tenere in considerazione la possibilità della penetrazione quantistica della barriera Coulombiana, e porterebbe la stima della temperatura a $T \approx 10^7 \text{ K}$.

sulla formazione del carbonio nelle stelle

Calcolare l'energia prodotta nel processo di fusione



Nel processo di fusione

$$\begin{aligned} & {}^4_2\text{He} + {}^4_2\text{He} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + Q , \\ & Q = -[M_{\text{C}} - 6m_e - 3 \cdot (M_{\text{He}} - 2m_e)] c^2 = \\ & \approx -[12 - 3 \cdot 4.0026032] \text{ uma} \cdot 931.49 \text{ MeV/uma} \approx 7.27 \text{ MeV} . \quad (1) \end{aligned}$$

è un evento raro perché dovuto al contemporaneo urto di tre particelle, ma è favorito dalla presenza nello spettro del ${}^{12}\text{C}$ di uno stato eccitato $M1$ esattamente a 7.2 MeV !