

Puissance libérée par le Soleil

Document 1 : Perte de masse dans les réactions de fusion nucléaire dans le soleil

Au cours des réactions de fusion nucléaire qui ont lieu dans le soleil, de la masse disparaît : la somme des produits de la réaction est inférieure à la somme des réactifs. On dit qu'il y a une « perte de masse Δm », où $\Delta m = m_{\text{produits}} - m_{\text{réactifs}}$

Document 2 : Relation d'équivalence entre la masse et l'énergie

En 1905, Einstein formule l'équivalence entre la masse et l'énergie : toute particule, même au repos, possède, du seul fait de sa masse m , de l'énergie E_0 , appelée énergie de masse, donnée par la relation :

$$E_0 = m \cdot c^2$$

où c est la célérité de la lumière dans le vide

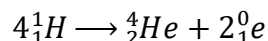
E_0 est en joule (J) - m est en kilogramme (kg) - c est en mètre par seconde ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)

En conséquence, la masse qui disparaît au cours de certaines réactions nucléaires est convertie en énergie selon l'équation :

$$E = \Delta m \cdot c^2$$

Document 2 : Mécanisme de fusion de l'hydrogène dans une étoile

Bilan des réactions de fusion nucléaire de l'hydrogène dans le Soleil :



Document 3 : Relation puissance – énergie

La puissance solaire est l'énergie que rayonne le Soleil pendant 1 seconde.

L'unité de la puissance est le Watt (W) : 1 W correspond à 1J produit chaque seconde : $1\text{W} = 1 \text{ J/s}$

Remarque : 1 kW = 1000 W = 10^3 W

1 MW = 1000 kW = 1 000 000 W = 10^6 W

1 GW = 1000 MW = 1 milliard W = 10^9 W

$$E = P \times \Delta t$$

Pour calculer une énergie en Joules :

Données :

Masses des noyaux, en unité de masse atomique :

${}^1_1\text{H}$: 1,0073 u ${}^4_2\text{He}$: 4,0026 u ${}^0_1\text{e}$: 0,0006 u

1 u = $1,66 \times 10^{-27}$ kg $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

Questions :

- Énergie libérée par la réaction de fusion :
 - Calculer en u la perte de masse au cours d'1 réaction nucléaire dans le Soleil. Convertir cette masse perdue en kilogramme.
 - Montrer que l'énergie produite par 1 réaction nucléaire dont le bilan est donné à la fin du document 1 est estimée à $E = 3,8 \times 10^{-12} \text{ J}$.
- Le soleil transforme, chaque seconde, 600 millions de tonnes d'hydrogène en hélium 4.
 - Montrer que le nombre de réaction qui se produisent chaque seconde dans le soleil est d'environ $N_r = 9 \times 10^{37}$.
 - En déduire la puissance rayonnée par les réactions nucléaires qui ont lieu dans le soleil.
 - Comparer la cette puissance à celle produite par un réacteur de centrale nucléaire (1000 MW en moyenne)
- Le Soleil a une masse $m_s = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$. On estime que 10 % de cette masse, située au cœur du Soleil peut subir la fusion nucléaire qui transforme l'hydrogène en hélium. Calculer la durée de vie du Soleil.