

Chap 2 : Le Soleil, notre source d'énergie

1. Rappels du chapitre 1

1. Rappeler les deux moments/lieux de la nucléosynthèse.
 -
 -
2. Nommer le type réaction nucléaire qui se produit au sein des étoiles.
3. Rappeler la définition de cette réaction nucléaire.

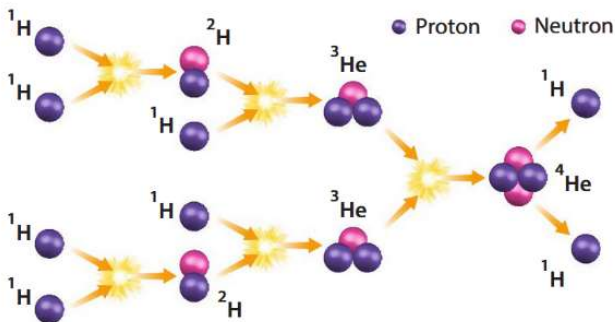
L'étoile la plus proche de la Terre est le Soleil, une partie de toute l'énergie produite par le Soleil parvient sur Terre sous forme de rayonnement.

Dans un premier temps nous allons comprendre comment le Soleil produit son énergie.

2. Energie de fusion nucléaire

1 Les réactions nucléaires au sein du Soleil

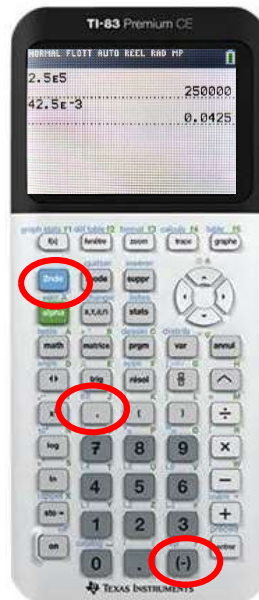
Dans le Soleil, constitué essentiellement d'hydrogène, se produisent différentes réactions nucléaires. Du deutérium ^2H et de l'hélium ^3He se forment aux étapes intermédiaires, ces derniers réagissant pour aboutir à la formation d'hélium ^4He .



Le bilan final est la transformation de quatre noyaux d'hydrogène ^1H en un noyau d'hélium ^4He .

2 Masses et écriture symbolique de différents noyaux et particules

Noyau d'hélium ^4_2He : $m_{\text{He}} = 6,6446 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Noyau d'hydrogène ^1_1H : $m_{\text{H}} = 1,67356 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Neutron 1_0n : $m_n = 1,6749 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Électron $^0_{-1}e$: $m_e = 9,1094 \times 10^{-31}$
Positon 0_1e : $m_e = 9,1094 \times 10^{-31}$



Entrer un nombre en écriture scientifique :

$2,5 \times 10^5$: [2,5] [2nd] [EE] [5]
 $42,5 \times 10^{-3}$: [42,5] [2nd] [EE] [(-)] [3]

1. Analyser le document 1 et écrire la réaction globale se produisant dans le Soleil, en respectant les notations symboliques ^A_ZX des atomes et particules

- Vérifier que la réaction précédente est une fusion nucléaire.
- Calculer, à l'aide d'une calculatrice et des données du document 2, la masse m_1 des réactifs de la réaction de fusion de la question 1. qui se produit dans le soleil.
- Calculer, à l'aide d'une calculatrice et des données, la masse m_2 des produits de cette réaction.
- Que remarque-t-on ?

Cette observation est générale à toutes les réactions nucléaires :

À retenir : Contrairement aux réactions chimiques pour lesquelles il y a conservation de la masse, **au cours d'une réaction nucléaire, il y a modification de la masse entre les réactifs et les produits.**

- Déduire des calculs précédents l'évolution de la masse du Soleil. Justifier votre réponse.

3 Équivalence masse-énergie

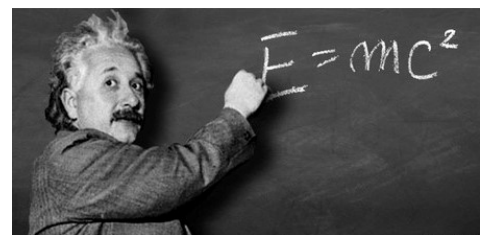
La célèbre formule d'Albert Einstein $E = mc^2$ s'écrit en réalité de la façon suivante :

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

On note Δm la différence de masse entre les réactifs et les produits d'une réaction nucléaire. m est exprimée en kg.

c : la vitesse de la lumière dans le vide $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

Avec ces unités on trouve E l'énergie libérée par la réaction nucléaire en joules J



4 Le Soleil

Au sein du Soleil, il se produit chaque seconde de très nombreuses réactions de fusion nucléaire. Ces réactions libèrent simultanément beaucoup d'énergie. Le Soleil devient extrêmement chaud et évacue cette énergie sous forme de rayonnement c'est-à-dire de lumière.

La puissance rayonnée par le soleil est égale à

$$P_{\text{soleil}} = 3,87 \cdot 10^{26} \text{ W}$$

5 Puissance et énergie

La puissance P (en Watt W) représente l'énergie E (en Joule J) par unité de temps.

Relations à connaître :

$$P = \frac{E}{\Delta t} = \frac{E}{t}$$

Ou encore :

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

Avec t ou Δt : la durée en s

- A l'aide des documents 4 et 5, déterminer l'énergie perdue par le Soleil chaque seconde.

8. En utilisant votre résultat précédent et le document 3, calculer la masse perdue par le Soleil chaque seconde.
9. Calculer la masse perdue et l'énergie libérée par le Soleil en une année.
10. La masse du Soleil est estimée à $m_{\text{Soleil}} = 2 \times 10^{30}$ kg. Que représente la masse calculée à la question précédente par rapport à la masse totale du Soleil ?

Sur Terre, plusieurs projets ont pour objectif de provoquer et maîtriser la réaction de fusion nucléaire pour produire une énergie importante avec moins de pollution.

Au choix :

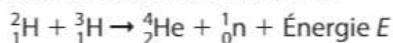
Ex 19 p 85 de votre manuel (plutôt pour EDS PC, Maths, SVT)

19 La fusion dans ITER

ITER est un projet ambitieux et de grande envergure dans le domaine de l'énergie. Il vise à produire de l'énergie en contrôlant le phénomène de fusion entre des noyaux légers.

► Après avoir visionné l'animation (lien ci-dessous) et à l'aide de vos connaissances, répondre aux questions 1 à 7.

- Nommer les deux réactifs utilisés dans ITER.
- Comparer l'énergie produite par la fusion à celle produite lors de la combustion d'un combustible fossile. (réponse dans la vidéo)
- L'équation de la réaction de fusion est :



Calculer l'énergie E libérée.

- Calculer le nombre N de noyaux contenus dans 1,0 kg de tritium. On considèrera qu'il y a un même nombre de noyaux de deutérium dans une masse identique.
- Calculer l'énergie totale libérée (E_{t}) par la fusion de tous les noyaux de tritium avec ceux de deutérium.
- Sachant que la combustion d'un kilogramme d'essence libère $4,73 \times 10^7$ J, calculer la masse d'essence nécessaire pour produire autant d'énergie que celle produite par la fusion de 1,0 kg de tritium.
- Le résultat calculé précédemment est-il du même ordre de grandeur que celui donné à la **question 2** ?

DONNÉES

- $m(\text{n}) = 1,67493 \times 10^{-27}$ kg
- $m({}^4\text{He}) = 6,64648 \times 10^{-27}$ kg
- $m({}^2\text{H}) = 3,34358 \times 10^{-27}$ kg
- $m({}^3\text{H}) = 5,00736 \times 10^{-27}$ kg

🔗 Aide à la résolution, p. 261

Ex 2 p 82

2 QCM

► Choisir la bonne réponse.

- L'énergie dégagée par les étoiles provient de réactions nucléaires de :
a. fission b. fusion c. combustion
- Les réactions nucléaires se produisant dans les étoiles utilisent :
a. l'hydrogène b. l'hélium c. l'uranium
- Au cours de ces réactions nucléaires, la masse de l'étoile :
a. reste constante b. augmente c. diminue
- Les étoiles perdent de l'énergie par :
a. rayonnement b. conduction c. convection
- La relation d'équivalence masse-énergie a été formulée par :
a. Wilhelm Wien b. Max Planck c. Albert Einstein

Ex 18 p 85 (entraînement contrôle : mêmes types de calculs que l'activité précédente)

18 L'étoile la plus lumineuse

R136a1, en plus d'être l'étoile la plus massive connue, est aussi la plus lumineuse. Sa puissance radiative $P_{\text{étoile}}$ est environ 8 710 000 supérieure à celle du Soleil. Cette étoile émet ainsi plus d'énergie lumineuse en quatre secondes que le Soleil en une année.

- Sachant que la puissance radiative du Soleil est égale à $3,87 \times 10^{26}$ W, calculer la puissance radiative $P_{\text{étoile}}$ de l'étoile R136a1.
- Quelle masse cette étoile perd-elle chaque seconde à cause de son rayonnement ?
- Contrôler l'exactitude de la dernière phrase de l'énoncé

🔗 Aide à la résolution, p. 261

Animation

La fusion nucléaire

hatier-clic.fr/es1085

