



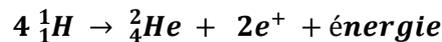
ACTIVITE - LE CARBURANT DU SOLEIL

Video : le soleil en bref

1. Quels sont les éléments chimiques qui composent le Soleil ?
2. Quel est l'âge du Soleil ?
3. Quelle durée lui reste t-il « à vivre » ?
4. Combien le soleil brûle t-il d'hydrogène en 1 seconde ?
5. Quelles sont les températures du noyau du Soleil ? de la photosphère ?

Doc 1 : Aux origines du Soleil

Lors de la formation d'une étoile, l'effondrement de gaz et de poussière s'accompagne d'une augmentation de la température d'autant plus importante que la masse du nuage est importante. Lors de la formation du Soleil, l'augmentation de température a été telle que des réactions de fusion de l'Hydrogène ont pu commencer :



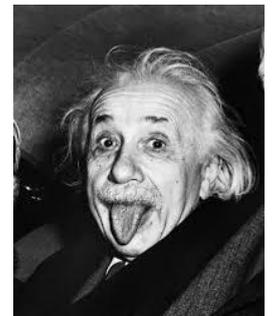
Ces réactions se poursuivent aujourd'hui et le rayonnement solaire est une manifestation de l'énergie qu'elles libèrent.

	Atome d'hydrogène	Atome d'Hélium	Positron (e+)
Masse en kg	$1,67262 \times 10^{-27}$	$6,64648 \times 10^{-27}$	$0,00091 \times 10^{-27}$

L'énergie dégagée par les réactions de fusion de l'hydrogène maintient le Soleil à une température très élevée.

Doc 2 : Albert Einstein et l'Equivalence masse énergie (1905)

La relation $E=mc^2$ exprime l'équivalence entre la [masse](#) et l'[énergie](#). Si on multiplie la masse m d'un corps par la constante [physique](#) c (qui représente par ailleurs la [vitesse de la lumière](#) dans le vide) au carré, alors on obtient une énergie. Dans certaines circonstances, une masse m peut se transformer en énergie E .



$$E = m c^2 \text{ avec } \begin{cases} \text{énergie } E \text{ en joules (J)} \\ \text{masse perdue } m \text{ en kilogrammes (kg)} \\ \text{célérité de la lumière dans le vide } c = 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \end{cases}$$

QUESTIONS

- 1) A l'aide du Doc 1, calculer la masse perdue lors de la réaction de fusion de 4 atomes d'hydrogène.
- 2) En déduire avec l'équivalence masse-énergie, l'énergie dégagée par la fusion de 4 noyaux d'hydrogène.
- 3) Sachant que le soleil consomme $7 \cdot 10^{11} \text{ kg}$ d'hydrogène en 1 seconde, calculer le nombre d'atomes d'hydrogène consommés par seconde.
- 4) Montrer alors que l'énergie dégagée chaque seconde par le Soleil est proche de $4 \times 10^{26} \text{ J}$.
- 5) En utilisant l'âge du Soleil (en secondes), évaluer l'énergie dégagée par le Soleil depuis sa naissance.
- 6) Avec l'équivalence masse - énergie, en déduire la masse perdue par le Soleil depuis sa naissance.
- 7) Comparer cette masse à la masse actuelle du Soleil ($m_{\text{Soleil}} = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$). La durée de vie du Soleil donné dans la vidéo est-elle compatible ?



CORRECTION

Video : le soleil en bref

1. Les éléments chimiques qui composent le Soleil sont : L'hydrogène (75%) et l'hélium (25%)
2. L'âge du Soleil est 4,5 milliards d'années.
3. Il lui reste à vivre 4,5 milliards d'années.
4. Le soleil brûle 700 millions de tonnes ($7 \cdot 10^{11} \text{ kg}$) d'hydrogène en 1 seconde.
5. Températures du noyau du Soleil : 15 millions de degrés. Température de la photosphère : 5000°C .

QUESTIONS

$$1) m_{\text{perdue}} = m_{\text{finale}} - m_{\text{initiale}} = m(\text{He}) + 2 \times m(e^+) - 4 \times m(\text{H}) = 0,04218 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$2) E = m \times c^2 = 0,04218 \cdot 10^{-27} \times (3 \cdot 10^8)^2 = 0,38 \cdot 10^{-11} \text{ J}$$

$$3) 1 \text{ atome pèse } 1,67262 \times 10^{-27} \text{ kg}. \text{ Donc dans } 7 \cdot 10^{11} \text{ kg}, \text{ il y a } \frac{7 \cdot 10^{11}}{1,67262 \times 10^{-27}} = 4,2 \times 10^{38} \text{ atomes d'hydrogène.}$$

$$4) 4 \text{ atome d'hydrogène} \rightarrow \text{energie libérée de } 0,38 \cdot 10^{-11} \text{ J}$$

$$4,2 \times 10^{38} \text{ atomes d'hydrogènes} \rightarrow \quad ? \text{ J}$$

$$? = \frac{4,2 \times 10^{38} \times 0,38 \cdot 10^{-11}}{4} = 4 \times 10^{26} \text{ J}$$

$$5) 4,5 \text{ milliards d'années} = 4500000000 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60 = 1,42 \cdot 10^{17} \text{ s}$$

$$\text{Energie libérée depuis sa naissance : } E = 4 \times 10^{26} \times 1,42 \cdot 10^{17} = 6 \cdot 10^{43} \text{ J}$$

$$6) m = \frac{E}{c^2} = \frac{6 \cdot 10^{43}}{(3 \cdot 10^8)^2} = 6,5 \cdot 10^{26} \text{ kg}$$

7) Cette masse est faible par rapport à la masse du soleil donc la durée de vie donnée dans la video n'est pas compatible avec cette valeur. Il n'y a pas que de l'hydrogène dans le soleil ...