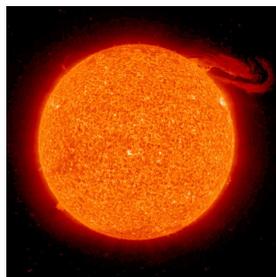


Activité 1: Le Soleil, siège de réactions de fusion nucléaire:

Au centre du Soleil, dans les zones les plus chaudes, des noyaux d'hydrogène se combinent pour former des noyaux d'hélium plus lourds. Cette réaction, dite de fusion, génère de l'énergie dont la plus grande partie demeure au coeur du Soleil, l'autre partie étant rayonnée vers l'extérieur.

Quelle est la conséquence de cette perte d'énergie par rayonnement?



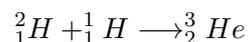
Document 1: carte d'identité du Soleil:

- Age: 4,6 milliards d'années,
- Rayon: 0,70 millions de km soit 109 fois celui de la Terre,
- Masse: $2.10^{30}kg$ soit 335000 fois la masse de la Terre,
- Composition en masse: 73% d'hydrogène, 25% d'hélium, 2% d'autres éléments,
- Température: 5770K à la surface, 15000000K au coeur,
- Distance Terre-Soleil: en moyenne 150 millions de km,
- Puissance rayonnée à la surface: $3,9.10^{26}W$.

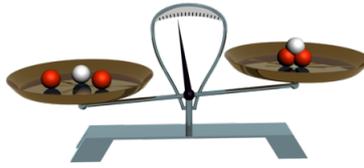
Document 2: et l'hydrogène devient de l'hélium:

En 1939, le physicien américain d'origine allemande Hans Bethe décrit les réactions nucléaires modélisant la production d'énergie dans les étoiles chaudes comme le Soleil:

Au coeur du Soleil où la température atteint 15 millions de Kelvins, les noyaux d'hydrogène - qui ont naturellement tendance à se repousser - réussissent à entrer en collision grâce à leurs vitesses très élevées. Lors de certaines collisions, les noyaux d'hydrogène fusionnent et donnent naissance à un noyau d'hélium:



La masse du noyau d'hélium 3_2He obtenu lors d'une fusion ne correspond pas exactement à la somme des masses des deux noyaux d'hydrogène de départ. La masse du système des trois particules élémentaires a diminué. Simultanément, une grande énergie est libérée.



Lors d'une fusion, la diminution de masse observée au profit de la libération d'énergie est modélisée par la célèbre relation d'Einstein:

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

- Δm est la diminution de masse lors de la réaction de fusion exprimée en kilogramme (kg),
- c est la vitesse de la lumière: $c \simeq 3.10^8 m.s^{-1}$
- E est l'énergie libérée lors de la réaction de fusion exprimée en Joule (J).

Document 3: puissance libérée par le Soleil:

La puissance rayonnée à la surface du Soleil est $P = 3,9.10^{26}W$. Cette puissance est sans commune mesure avec celles rencontrées dans le cadre des activités humaines: elle représente par exemple l'équivalent de 400 millions de milliards de réacteurs nucléaires.

La puissance cédée P par un système correspond à l'énergie cédée par unité de temps c'est à dire:

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

avec P la puissance en watt (W), E l'énergie en Joule (J) et Δt le temps en seconde (s).

Pour libérer une telle puissance, chaque seconde, 627 millions de tonnes d'hydrogène fusionnent pour produire environ 622,7 millions de tonnes d'hélium.

Questions:

1. Calculer la valeur de l'énergie libérée chaque seconde par le Soleil.
2. Exprimer puis calculer la valeur Δm convertie en énergie chaque seconde par le Soleil.
3. Comparer la valeur de Δm obtenue avec celle sous-entendue dans le document 3.
4. Lorsque les étoiles dont les caractéristiques sont analogues à celles du Soleil ont consommé l'équivalent de 10% de leur masse en hydrogène, elles subissent d'importantes modifications internes: elles se transforment en géantes rouges, première étape de leur fin de vie. Calculer l'espérance de vie du Soleil.

Synthèse:

Rédiger un court texte expliquant pourquoi la masse du Soleil diminue au cours du temps et quelles en sont les conséquences.