

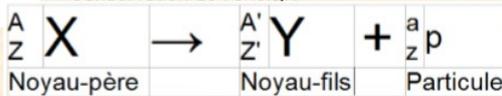
A savoir :

Les Lois de Soddy

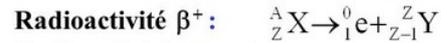
Ce sont les lois qui régissent les réactions nucléaires.

Toutes les réactions nucléaires vérifient les lois de conservation suivantes:

- Conservation de la charge électrique.
- Conservation du nombre total de nucléons.
- Conservation de la quantité de mouvement.
- Conservation de l'énergie



Les différentes radioactivités



Radioactivité γ : on obtient un noyau fils dans un état excité, qui émet des rayons γ lors du retour à l'état fondamental.

Équivalence masse énergie

Relation d'Einstein

En 1905, en élaborant la théorie de la relativité restreinte, Einstein postule que la masse est une des formes que peut prendre l'énergie.

Postulat d'Einstein: Un système de masse m possède lorsqu'il est au repos, une énergie:

$$E = m.c^2$$

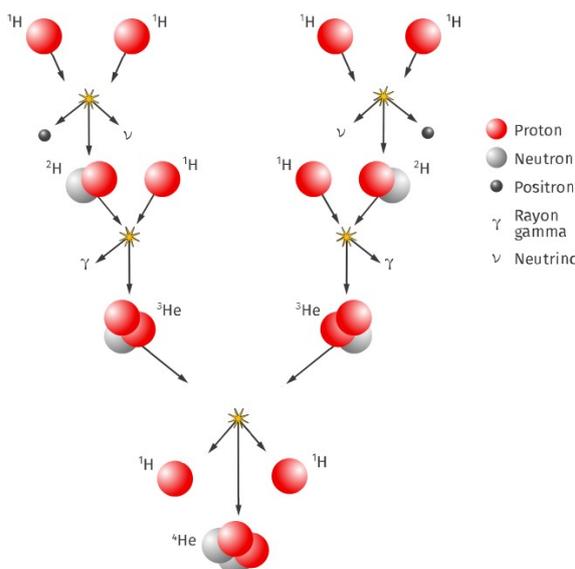
E: énergie du système en joules (J)

m: masse du système en kilogrammes (kg)

c: vitesse de la lumière dans le vide ($c=3,0.10^8 m.s^{-1}$)

Conséquence: Si le système (au repos) échange de l'énergie avec le milieu extérieur, (par rayonnement ou par transfert thermique par exemple), sa variation d'énergie ΔE et sa variation de masse Δm sont liées par la relation:

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



A l'intérieur des étoiles se produit de la fusion nucléaire à partir de l'élément l'hydrogène.

Les énergies nécessaires à la fusion restent très élevées, correspondant à des [températures](#) de plusieurs dizaines ou même centaines de millions de degrés Celsius selon la nature des noyaux. Au sein du [Soleil](#), par exemple, la fusion de l'[hydrogène](#), qui aboutit, par étapes, à produire de l'[hélium](#), s'effectue à des températures de l'ordre de quinze millions de [kelvin](#)

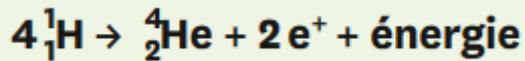
Document 1

Formation d'une étoile.

L'effondrement d'un nuage de gaz et de poussière interstellaire s'accompagne d'une augmentation de température d'autant plus importante que la masse du nuage est importante. Le nuage de gaz est formé principalement d'atomes d'hydrogène

Formation du Soleil

L'augmentation de température a été telle que la matière se présente sous forme de plasma. Les réactions de fusion des noyaux d'hydrogène peuvent commencer dans le noyau de l'étoile



Document 2

Le cœur du soleil est en fusion perpétuelle. L'échelle de temps de cette réaction est de plusieurs milliards d'années. Les 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 (kg) | 1,67262 x 10 ⁻²⁷ | 6,64648 x 10 ⁻²⁷ | 0,00091x10 ⁻²⁷ | plusieurs milliards d'années. Les réactions se poursuivent aujourd'hui et le rayonnement solaire est une manifestation de l'énergie qu'elles libèrent. |

Document 3

Support vidéo : <http://www.cea.fr/multimedia/Pages/videos/culture-scientifique/physique-chimie/fusions-fusion-au-coeur-des-etoiles.aspx>

En utilisant vos connaissances et les documents ci-dessus, rappeler en quoi consiste une fusion nucléaire.

Document 4

Le Soleil rayonne de l'énergie

La fusion nucléaire se traduit par la transformation d'une partie de la masse de l'astre en énergie

Principe d'équivalence masse-énergie

En 1905 Albert Einstein énonce le principe d'équivalence masse-énergie avec

E est l'énergie en Joules (J)

Δm est la perte de masse en kilogramme (kg)

Relation d'Einstein

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

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

Document 5:

Quelques caractéristiques du Soleil

Température du noyau: **15 millions de K**

Température de surface: **5800K**

Distance moyenne à la Terre: **$1,5 \times 10^8 \text{ km}$**

Age estimé: **4,6 milliards d'année**

Diamètre: **1,4 millions de kilomètres = $1,4 \times 10^9 \text{ m}$**

Masse: **$2 \times 10^{30} \text{ kg}$**

Puissance moyenne de rayonnement: **$3,87 \times 10^{26} \text{ W}$**

Composition: **73% d'hydrogène, 25% d'hélium, 2% autres**

Relation entre énergie et puissance

La puissance peut être assimilée au débit de l'énergie

$$E = P_{\text{moy}} \times \Delta t$$

E énergie délivrée par le phénomène en joules (J) ;

P_{moy} : puissance moyenne du phénomène exprimée en watts (W) ;

Δt durée du phénomène exprimée en secondes (s)

Etude d'une réaction de fusion

A l'aide des documents 1 et 2, calculer la masse perdue lors de la réaction de fusion nucléaire décrite dans le document 1.

En utilisant le principe d'équivalence masse-énergie, déterminer l'énergie dégagée par cette transformation.

Étude du Soleil dans son ensemble

A l'aide des documents calculer l'énergie dégagée chaque seconde par le Soleil.

En déduire la masse perdue chaque seconde par la Soleil.

Pour aller plus loin

Déterminer la masse perdue par le Soleil depuis sa naissance.

Exercice 1

Proxima Centauri

Situé à 4aL de la terre Proxima du centaure est actuellement le système stellaire le plus proche de la terre. Il s'agit d'un système ternaire (composé de 3 étoiles en interaction) qui dispose d'au moins une planète. Proxima est popularisé dans la littérature de Science fiction par Liu Cixin (le problème à trois corps) et par Philippe K Dick.

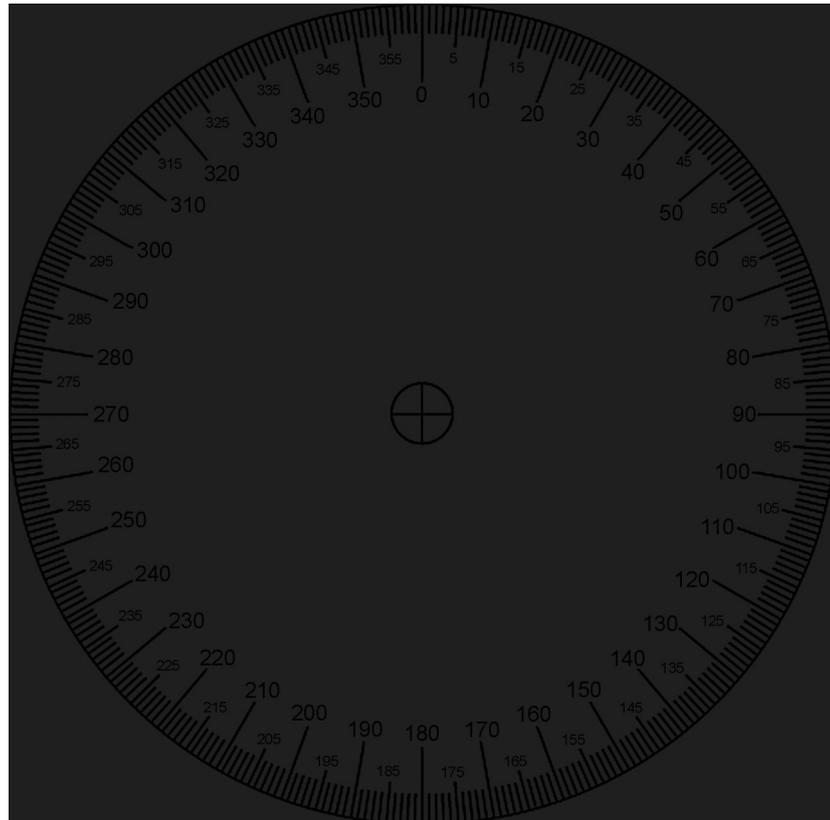
Proxima Centauri C est l'étoile la plus petite de ce système. Cette étoile, beaucoup plus petite et plus froide que notre Soleil, rayonne une puissance d'environ $6,9 \times 10^{23}$ W.

Calculer l'énergie rayonnée chaque seconde par Proxima Centauri (en joule).

A l'aide de la relation d'Einstein, calculez la masse équivalente perdue chaque seconde par Proxima Centauri.

Exercice 2

Retour sur un diagramme circulaire Construire, ci-dessous, le diagramme circulaire de la composition du Soleil



Durée pour que la lumière du Soleil arrive sur Terre

Calculer la durée (en s puis en min et s) pour que la lumière émise par le Soleil arrive sur Terre.