

ACTIVITÉ 1.1.2. – LES TRANSFORMATIONS NUCLÉAIRES

Les noyaux des atomes qui composent la matière autour de nous peuvent subir des transformations, appelées transformations *nucléaires*. Elles sont variées et engagent différents mécanismes.

Cette activité propose d'étudier les mécanismes à l'œuvre dans quelques exemples de transformations nucléaires pour les identifier et les décrire.



Photographie d'une centrale nucléaire qui réalise la fission de l'uranium et convertit en énergie électrique l'énergie libérée lors de la transformation.

I. Fusion et fission nucléaires

Doc. 1 Les mécanismes de la fusion



Cette vidéo du Commissariat à l'énergie atomique (CEA) présente les conditions et les mécanismes de la fusion nucléaire notamment.

<https://www.cea.fr/multimedia/Mediatheque/video/culture-scientifique/physique-chimie/fusions-mecanismes.mp4>

Doc. 2 La fusion au cœur des étoiles



Cette vidéo du CEA présente les transformations nucléaires à l'œuvre au cœur des étoiles.

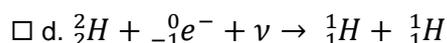
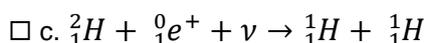
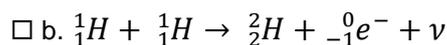
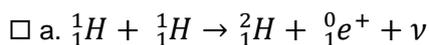
<https://www.cea.fr/multimedia/Mediatheque/video/culture-scientifique/physique-chimie/fusion-coeur-etoiles.mp4>

Document 1 :

- Rappeler en détails la composition d'un atome.
- Proposer une définition des termes « *fusion nucléaire* » puis des termes « *fission nucléaire* ».

Document 2 :

- Parmi les équations de réaction ci-dessous, identifier celle qui modélise la transformation de la première étape de fusion de l'hydrogène au cœur des étoiles :



- Indiquer le nom du noyau formé au cœur des étoiles suite à la fusion des noyaux d'hydrogène et en donner la composition. Donner la représentation symbolique de ce noyau sous la forme ${}^A_Z\text{X}$.

II. Équations de réactions nucléaires

Doc. 3 Lois de Soddy

F. Soddy, radiochimiste britannique (1877 – 1956) fut lauréat du prix Nobel de chimie en 1921 pour ses travaux sur les substances radioactives et ses recherches à propos de l'origine et la nature des isotopes.

Ses études le conduisirent à énoncer les lois de Soddy :

- au cours d'une transformation nucléaire, le nombre total de charges Z se conserve ;
- au cours d'une transformation nucléaire, le nombre total de masse A se conserve.

Pour chacune des équations suivantes,

- compléter les nombres manquants pour respecter les lois de Soddy,
- indiquer par une coche dans la colonne correspondante si elle décrit une transformation de fusion nucléaire, de fission nucléaire ou bien d'un autre type de transformation nucléaire.

| Équation | Fusion nucléaire | Fission nucléaire | Autre type |
|---|------------------|-------------------|------------|
| $4 \text{}^1_1\text{H} \rightarrow \text{}^4_2\text{He} + 2 \text{}^0_1\text{e}^+ + \text{énergie}$ | | | |
| $^{235}_{92}\text{U} + \text{}^1_0\text{n} \rightarrow \text{}^{92}_{36}\text{Kr} + \text{}^{141}_{56}\text{Ba} + 3 \text{}^1_0\text{n}$ | | | |
| $^{14}_6\text{C} \rightarrow \text{}^{\dots}_7\text{N} + \text{}^0_{-1}\text{e}^-$ | | | |
| $^{12}_6\text{C} + ^{12}_6\text{C} \rightarrow \text{}^{24}_{12}\text{Mg} + \text{énergie}$ | | | |
| $^{24}_{24}\text{Cr} + \text{}^4_2\text{He} \rightarrow \text{}^{52}_{\dots}\text{Fe}$ | | | |
| $^{56}_{26}\text{Fe} + \text{}^1_0\text{n} \rightarrow \text{}^{57}_{\dots}\text{Fe}$ | | | |
| $^{239}_{94}\text{Pu} + \text{}^1_0\text{n} \rightarrow \text{}^{135}_{52}\text{Te} + \text{}^{102}_{\dots}\text{Mo} + 3 \text{}^1_0\text{n}$ | | | |
| $^{59}_{26}\text{Fe} \rightarrow \text{}^{59}_{27}\text{Co} + \text{}^{\dots}_0\text{e}^-$ | | | |

- Proposer une explication au fait que les éléments chimiques les plus lourds sont aussi les plus rares dans l'Univers.

CORRECTION ET BILAN

1.1.2. – LES TRANSFORMATIONS NUCLÉAIRES **Correction**

I.1. Un atome est composé d'un noyau chargé positivement, massif, central et dense, et d'un cortège électronique. Chaque électron est peu massif (1 836 fois moins massif qu'un nucléon) et il porte une charge électrique élémentaire de signe négatif.

Le noyau est composé de nucléons, qui peuvent être de deux espèces : le proton, porteur d'une charge électrique élémentaire positive, et le neutron, électriquement neutre.

I.2. Fusion nucléaire : transformation nucléaire au cours de laquelle plusieurs noyaux légers s'assemblent, ce qui forme un noyau plus lourd.

Fission nucléaire : transformation nucléaire au cours de laquelle un noyau lourd se scinde, ce qui forme plusieurs noyaux plus légers.

I.3. Proposition a : deux protons (1_1H) se transforment selon une fusion nucléaire, ce qui forme un noyau de deutérium (2_1H), un positon (${}^0_1e^+$) et un neutrino (ν).

I.4. Il s'agit d'un noyau d'hélium 4, formé de deux protons et de deux neutrons, et dont la représentation symbolique est 4_2He .

II.

| Équation | Fusion nucléaire | Fission nucléaire | Autre type |
|---|------------------|-------------------|------------|
| $4 {}^1_1H \rightarrow {}^4_2He + 2 {}^0_1e^+ + \text{énergie}$ | ✓ | | |
| ${}^{235}_{92}U + {}^1_0n \rightarrow {}^{92}_{36}Kr + {}^{141}_{56}Ba + 3 {}^1_0n$ | | ✓ | |
| ${}^{14}_6C \rightarrow {}^{14}_7N + {}^0_{-1}e^-$ | | | ✓ |
| ${}^{12}_6C + {}^{12}_6C \rightarrow {}^{24}_{12}Mg + \text{énergie}$ | ✓ | | |
| ${}^{48}_{24}Cr + {}^4_2He \rightarrow {}^{52}_{26}Fe$ | ✓ | | |
| ${}^{56}_{26}Fe + {}^1_0n \rightarrow {}^{57}_{26}Fe$ | | | ✓ |
| ${}^{239}_{94}Pu + {}^1_0n \rightarrow {}^{135}_{52}Te + {}^{102}_{42}Mo + 3 {}^1_0n$ | | ✓ | |
| ${}^{59}_{26}Fe \rightarrow {}^{59}_{27}Co + {}^0_{-1}e^-$ | | | ✓ |

II.3. Les mécanismes à l'origine des éléments lourds sont rares (supernovas). Ces éléments sont donc produits occasionnellement et ces éléments sont bien moins présents dans l'Univers.

Bilan :

Les transformations de fusion nucléaire désignent les transformations nucléaires au cours desquelles plusieurs noyaux légers s'assemblent, ce qui forme un noyau plus lourd. Les transformations de fission nucléaire désignent les transformations nucléaires au cours desquelles un noyau lourd se scinde, ce qui forme plusieurs noyaux plus légers. Les lois de Soddy indiquent qu'au cours des transformations nucléaires, le nombre total de charge Z et le nombre total de masse A se conservent.