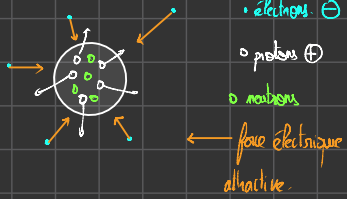


Rappels

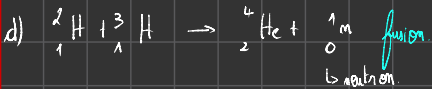
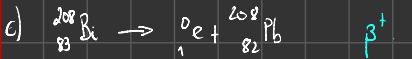
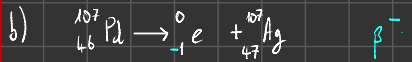
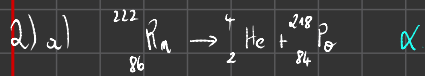
d'atome.



- $\ominus \ominus$  : attractif
  - $\ominus \oplus$  : attractif
  - $\oplus \oplus$  : répulsif
  - $\oplus \ominus$  : répulsif
- signes opposés : attractif  
même signe : répulsif

# EXOI

1. Paddy: 1) Conservation de la charge électrique Z.
- 2) Conservation du nombre de nucléons A.



# Transformation nucléaire – Fiche de cours

## 1. Les isotopes

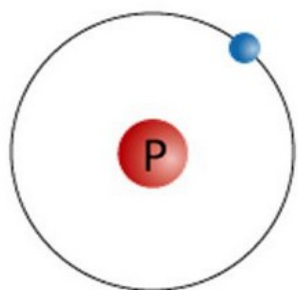
### a. Définition

Un élément chimique est symbolisé par :  $\begin{matrix} A \\ Z \end{matrix} X$

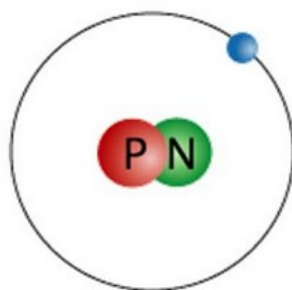
A : nombre de nucléons = nombre de masse : protons ou neutrons.  
Z : nombre de protons.

Les isotopes d'un élément chimique sont des atomes qui ont le même nombre de protons mais pas le même nombre de nucléons (ou neutrons)

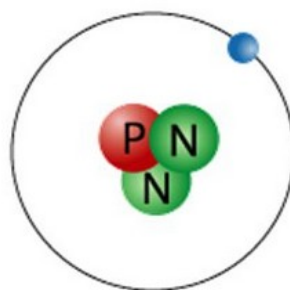
Exemple :  $\begin{matrix} 1 & 2 & 3 \\ H & H & H \end{matrix}$  } isotopes.



HYDROGÈNE 1



HYDROGÈNE 2  
(Deutérium)



HYDROGÈNE 3  
(Tritium)

### b. Stabilité d'un isotope

Il existe une catégorie d'isotope qui ne participe pas à une transformation nucléaire, il s'agit des isotopes stables :  $A=2Z$  ou  $A-Z=Z$



## 2. Les réactions nucléaires

Les isotopes d'un élément chimique peuvent se transformer en d'autres noyaux. Lors d'une transformation nucléaire, il y a double conservation (lois de Soddy) :

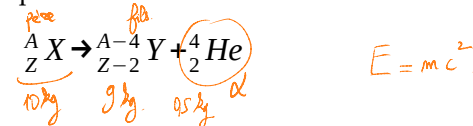
- conservation du nombre de charge Z
- conservation du nombre de masse A

## 3. Les réactions nucléaires spontanées

Certains isotopes d'un élément chimique peuvent se transformer spontanément en un autre noyau par des réactions nucléaires.

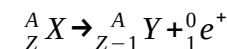
### b. Radioactivité $\alpha$

Un noyau d'hélium  $\begin{matrix} 4 \\ 2 \end{matrix} He$  ou particule  $\alpha$  est émis lors de la réaction nucléaire :



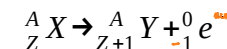
### c. Radioactivité $\beta^+$

Un positron  $e^+$  est émis lors de la réaction nucléaire :



### d. Radioactivité $\beta^-$

Un électron  $e^-$  est émis lors de la réaction nucléaire :

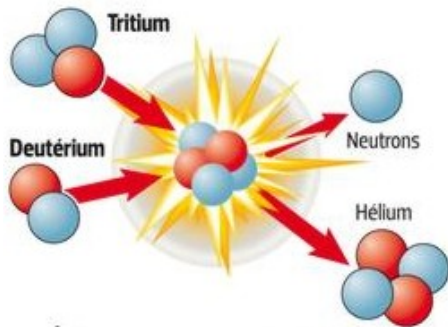


### 3. Les réactions nucléaires provoquées

Certains isotopes d'un élément chimique placés dans un environnement physique (température ou flux de neutrons) peuvent se transformer par des réactions nucléaires.

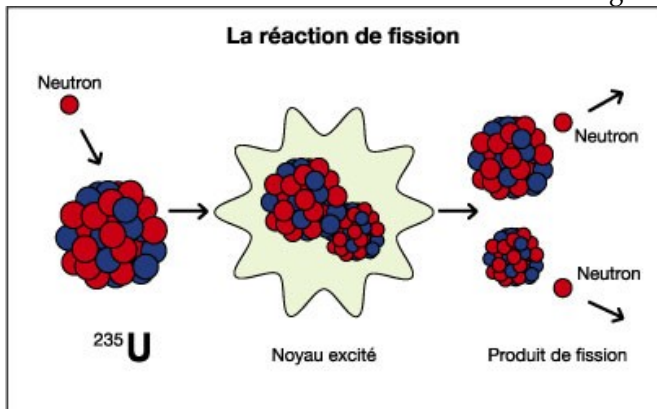
#### a. Réaction de fusion

Lors d'une fusion thermonucléaire, deux noyaux atomiques légers donnent un noyau plus lourds en libérant de l'énergie (rayonnement gamma) ; des températures au moins supérieures à 10 millions de degrés sont nécessaires



#### b. Réaction de fission

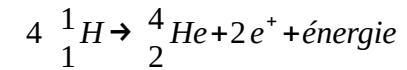
Lors d'une fission nucléaire un noyau lourds se divise en 2 noyaux plus légers sous l'action d'un flux de neutrons en libérant de l'énergie



### 4. Aspect énergétique

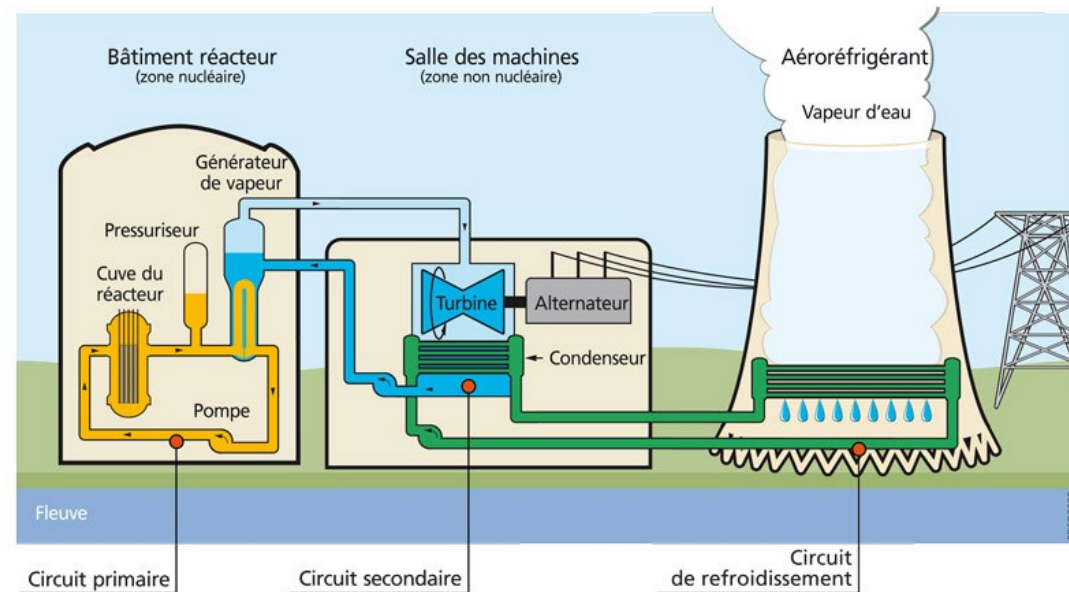
#### a. Soleil

Les réactions nucléaires qui se produisent au coeur du Soleil sont des fusion de l'élément hydrogène en hélium (avec libération d'énergie).



#### b. Centrales nucléaires

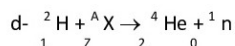
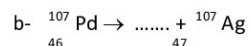
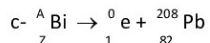
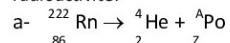
Les réactions nucléaires qui se produisent dans les centrales nucléaires sont des fissions nucléaires (avec libération d'énergie) ; les réactifs sont des isotopes de l'élément uranium ou du plutonium



# Transformation nucléaire – Exercices - Devoirs

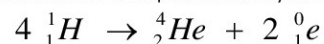
## Exercice 1 corrigé disponible

1. Énoncer les lois de conservation de Soddy.
2. Recopier puis compléter les équations suivantes en appliquant ces lois de conservation et en précisant le type de radioactivité.



## Exercice 2 corrigé disponible

La fusion thermonucléaire des protons dans le Soleil produit des noyaux d'hélium suivant la réaction globale d'équation :



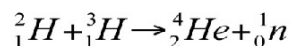
### A. Etude de la réaction de fusion :

1. A quoi correspond la particule notée  $\text{}_{1}^0\text{e}$  dans l'équation ?

### B. Quelques précisions sur le tritium :

Le concept solaire de production d'énergie est basé sur une réaction dont la probabilité de se réaliser est extrêmement faible sur notre planète. Mais l'idée reste bonne ! Il « suffit » de remplacer l'hydrogène par des noyaux qui ont un maximum de chance de fusionner sur Terre, en l'occurrence, ceux de deutérium et de tritium, deux isotopes de l'hydrogène [...] en les chauffant à des températures très élevées, de l'ordre de 100 millions de degrés. »

C'est donc sur cette réaction que se concentrent les recherches concernant la fusion contrôlée.



Le deutérium est naturellement présent sur Terre alors que le tritium lui, est très rare. Il est donc obtenu à partir du lithium  $\text{}_{3}^6\text{Li}$  très abondant dans la croûte terrestre et les océans. Pour ce faire, un échantillon de lithium  $\text{}_{3}^6\text{Li}$  est bombardé par des neutrons, il se forme de l'hélium  $\text{}_{2}^4\text{He}$  et du tritium  $\text{}_{1}^3\text{H}$ .

7. Écrire l'équation de cette réaction nucléaire.
8. Le tritium est radioactif bêta moins. Écrire l'équation de la désintégration envisagée sachant qu'il se forme un isotope de l'hélium.

## Exercice 3 corrigé disponible

Recopier et compléter les réactions suivantes  
Préciser s'il s'agit d'une réaction nucléaire spontanée ou provoquée :

- $\text{}_{92}^{235}\text{U} + \text{}_{0}^1\text{n} \longrightarrow \text{}_{36}^{93}\text{Kr} + \text{}_{56}^{140}\text{Ba} + \dots \text{}_{0}^1\text{n}$
- $\text{}_{92}^{235}\text{U} + \text{}_{0}^1\text{n} \longrightarrow \text{}_{54}^{140}\text{Xe} + \text{}_{Z}^A\text{X} + 2 \text{}_{0}^1\text{n}$
- $\text{}_{92}^{238}\text{U} \longrightarrow \text{}_{90}^{234}\text{Th} + \dots$
- $\text{}_{92}^{239}\text{U} \longrightarrow \text{}_{Z}^A\text{X} + \text{}_{-1}^0\text{e}$
- $\text{}_{92}^{238}\text{U} + \text{}_{0}^1\text{n} \longrightarrow \text{}_{Z}^A\text{X}$

## Exercice 4 corrigé disponible

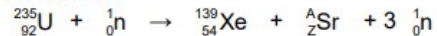
Écrire les équations de désintégration :

- $\alpha$  du radon 222,
- $\beta^-$  du potassium 40,
- $\beta^+$  du phosphore 31
- $\beta^-$  du césium 137,
- $\alpha$  du polonium 210
- $\beta^+$  du cobalt 53.

2. Expliquer le fonctionnement d'une centrale nucléaire

## Exercice 5 corrigé disponible

Le projet Krusty (Kilopower Reactor Using Stirling Technology) de l'agence spatiale américaine (NASA) consiste à concevoir un petit réacteur nucléaire à fission d'une puissance de quelques kilowatts pour alimenter en énergie une future base sur la planète Mars. Une réaction possible dans ce réacteur est la suivante :



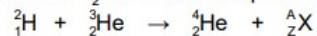
Source : Wikipédia

- 1°) Justifier qu'il s'agit d'une réaction de fission
- 2°) Calculer les valeurs de A et Z pour le strontium.
- 3°) La fission d'un noyau d'uranium 235 libère une énergie  $\Delta E = 2,87 \cdot 10^{-11}$  J. Calculer l'énergie  $\Delta E'$  échangée par la réaction pour une masse  $m = 1,0$  kg d'uranium 235 .

Donnée : masse d'un noyau d'uranium 235 :  $3,9 \cdot 10^{-25}$  kg.

## Exercice 6 corrigé disponible

Daedalus fut un projet de la *British Interplanetary Society* mené de 1973 à 1978 pour concevoir une sonde interstellaire à propulsion nucléaire. Son objectif était d'atteindre l'étoile de Barnard distante de 5,9 années-lumière en une cinquantaine d'années en se déplaçant à 12% de la vitesse de la lumière. D'une masse de 54 000 tonnes dont 50 000 tonnes de deutérium  ${}^2_1\text{H}$  et d'hélium 3  ${}^3_2\text{He}$ , la sonde assurait sa propulsion avec la fusion de ces deux éléments chimiques produisant de l'hélium 4  ${}^4_2\text{He}$  suivant l'équation bilan :



- 1°) Justifier qu'il s'agit d'une réaction de fusion.
- 2°) Calculer les valeurs de A et Z de la particule  ${}^A_Z\text{X}$  et identifier là
- 3°) La fusion d'un noyau de deutérium avec un noyau d'hélium 3 libère une énergie  $E(\text{fusion}) = 3,02 \cdot 10^{-12}$  J
- a) Quel nombre N de noyaux d'hélium 3 contient une masse  $m = 2 \cdot 10^7$  kg d'hélium 3 ?
- b) Quelle énergie  $E'$  échange la fusion d'une masse  $m = 2 \cdot 10^7$  kg d'hélium 3 ?

**Données :**

Masse d'un atome d'hélium 3 :  $m(\text{He}) = 4,98 \cdot 10^{-27}$  kg

## Exercice 7 corrigé disponible

La détermination de l'âge de la Terre a commencé vers le XVI<sup>e</sup> siècle, on l'estimait alors autour de 5000 ans. Au XVIII<sup>e</sup> siècle Georges de Buffon propose un âge entre 100 000 et trois millions d'années. La découverte de la radioactivité, par H. Becquerel en 1896, bouleversa toutes les données connues. La datation à l'uranium-plomb permet de déterminer assez précisément l'âge de la Terre. Nous proposons de comprendre cette technique de datation.

### I\_ Etude de la famille uranium 238 – plomb 206

Le noyau d'uranium 238, naturellement radioactif, se transforme en un noyau de plomb 206 stable, par une série de désintégrations successives. Nous allons étudier ce processus.

1°) Dans la première étape, un noyau d'uranium  ${}_{92}^{238}\text{U}$  émet un noyau d'hélium  ${}^4_2\text{He}$  et devient un noyau de thorium  ${}^A_Z\text{Th}$  .

- a) Donner la composition d'un noyau d'uranium  ${}_{92}^{238}\text{U}$  .
- b) Ecrire l'équation de la réaction nucléaire et donner les valeurs de A' et Z' pour le noyau de thorium.

2°) Dans la deuxième étape, le noyau de thorium se transforme en protactinium  ${}_{91}^{234}\text{Pa}$  . L'équation de la réaction est :  ${}_{92}^{234}\text{Th} \rightarrow {}_{91}^{234}\text{Pa} + {}^A_Z\text{X}$  . Trouver les valeurs de A et Z et identifier la particule X.

3°) L'équation globale du processus de transformation d'un noyau d'uranium 238 en un noyau de plomb 206 est :  ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_{82}^{206}\text{Pb} + 6 {}^A_Z\text{X} + n {}^4_2\text{He}$

Déterminer, le nombre n de noyaux d'hélium émis par cette transformation.

## Exercice 8 corrigé disponible

Les sous-marins à propulsion nucléaire utilisent la fission de l'uranium  ${}^{235}_{92}\text{U}$  comme source d'énergie.

L'équation de cette fission est  ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{94}_{38}\text{Sr} + {}^{140}_{54}\text{Xe} + 2{}^1_0\text{n}$

L'énergie libérée par la fission d'un noyau d'uranium est  $E = 2,91 \cdot 10^{-11} \text{ J}$

Dans le minerai d'uranium, on trouve environ 99,3 % d'uranium 238 ( ${}^{238}_{92}\text{U}$ ) et 0,7% d'uranium 235 ( ${}^{235}_{92}\text{U}$ ).



Donnée : Masse d'un noyau d'uranium 235 :  $m = 4,0 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$

- Question 1 : Justifier le caractère nucléaire de cette transformation.  
Question 2 : Justifier que cette transformation est une fission nucléaire.  
Question 3 : Expliquer pourquoi cette transformation peut conduire à une réaction en chaîne.  
Question 4 : Expliquer ce que sont les noyaux d'uranium 235 et d'uranium 238 l'un pour l'autre.  
Question 5 : Calculer l'énergie libérée par la fission d'un kilogramme d'uranium 235.

## Exercice 9 corrigé disponible

Parmi les différents noyaux ou particules libres que l'on peut trouver dans le Soleil, il y a ceux dont les écritures conventionnelles sont données ci-dessous :

${}^1_1\text{H}$ ,  ${}^2_1\text{H}$ ,  ${}^3_1\text{H}$ ,  ${}^4_2\text{He}$ ,  ${}^1_0\text{n}$

- Question 1 : Indiquer le type de transformations nucléaires ayant lieu dans le Soleil.  
Question 2 : Identifier les isotopes parmi ces noyaux ou particules libres.  
Question 3 : Choisir le bon adjectif : les transformations nucléaires sont endothermiques ou exothermiques.

Au sein du Soleil, la réaction entre un noyau d'hydrogène 2 et d'un noyau d'hydrogène 3 entraîne la formation d'un noyau d'hélium 4 . Cette transformation met en jeu un neutron.

- Question 4 : Etablir l'équation de cette réaction sachant qu'elle respecte les lois de conservation du nombre de nucléons et de conservation de la charge électrique.