

Exercices 1 Transformations nucléaires

Les bases : isotopes, conservation de A et Z , fission, fusion, énergie

7 exercices · niveau ●○○ · durée conseillée : 1 h 30 · calculatrice autorisée

★ À RETENIR — Ce qu'il faut savoir faire à la fin de la feuille

- Reconnaître des isotopes ; distinguer transformation physique, chimique et nucléaire ; compléter l'équation d'une réaction nucléaire en conservant A et Z ; reconnaître une fission, une fusion.
- Comparer l'énergie d'une réaction nucléaire et d'une combustion ; décrire une centrale nucléaire.

■ RAPPEL — L'essentiel du chapitre

- Noyau ${}^A_ZX$: Z protons (**nombre de charge**), A nucléons (**nombre de masse**), $N = A - Z$ neutrons. Des **isotopes** ont le même Z et des A différents.
- Transformation nucléaire** : les *noyaux* sont modifiés, donc l'*élément chimique* peut changer. (Physique : les entités sont conservées ; chimique : les noyaux sont conservés, seules les associations entre atomes changent.) Dans l'équation d'une réaction nucléaire, A et Z se conservent.
- Fission** : un noyau lourd, frappé par un neutron, se scinde en deux noyaux plus légers avec émission de neutrons. **Fusion** : deux noyaux légers s'unissent pour former un noyau plus lourd. À masse égale, une réaction nucléaire libère environ un *million* de fois plus d'énergie qu'une réaction chimique.

Exercice 1 Des noyaux et des isotopes

●○○

Numéros atomiques : H (1) ; C (6) ; I (53) ; U (92) ; Pu (94).

1.1 Recopier et compléter le tableau ci-dessous.

Noyau	${}^2_1\text{H}$	${}^3_1\text{H}$	${}^{12}_6\text{C}$	${}^{14}_6\text{C}$	${}^{235}_{92}\text{U}$	${}^{238}_{92}\text{U}$
Protons						
Neutrons						
Nucléons						

1.2 Quels noyaux du tableau sont isotopes entre eux ? Justifier.

1.3 Le plutonium 239 est-il un isotope de l'uranium 239 ? Deux isotopes ont-ils les mêmes propriétés chimiques ?

1.4 Un noyau contient 53 protons et 78 neutrons : écrire son symbole ${}^A_ZX$ et nommer l'élément correspondant.

Exercice 2 Physique, chimique ou nucléaire ?

●○○

2.1 Recopier et compléter le tableau : une seule case cochée par ligne, puis ce qui est modifié (les noyaux ? les molécules ? la disposition des entités ?).

Transformation	Physique	Chimique	Nucléaire	Ce qui change
Fonte de la glace d'un glacier				
Combustion du méthane d'une gazinière				
Désintégration de l'uranium 238 d'un minerai				
Dissolution du sucre dans un thé				
Fission d'un noyau d'uranium 235				

2.2 Dans laquelle de ces transformations l'élément chimique n'est-il pas conservé ? Expliquer pourquoi c'est possible.

Exercice 3 Conserver A et Z

●○○

Compléter les équations en déterminant la particule ou le coefficient manquant, noté ? ; détailler le calcul de A et de Z en a et c. Symboles : ${}_0^1\text{n}$ (neutron), ${}_2^4\text{He}$ (hélium), ${}_{-1}^0\text{e}$ (électron) ; Th (90) ; Xe (54).

- 3.1 a) ${}_{92}^{238}\text{U} \longrightarrow {}_{90}^{234}\text{Th} + ?$ b) ${}_6^{14}\text{C} \longrightarrow {}_7^? \text{N} + {}_{-1}^0\text{e}$
 c) ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \longrightarrow {}_{53}^{139}\text{I} + {}_{39}^{95}\text{Y} + ? {}_0^1\text{n}$ d) ${}_1^2\text{H} + {}_1^2\text{H} \longrightarrow {}_2^3\text{He} + ?$
 e) ${}_3^6\text{Li} + {}_0^1\text{n} \longrightarrow {}_2^4\text{He} + ?$ f) ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \longrightarrow {}_{38}^{94}\text{Sr} + ? + 2 {}_0^1\text{n}$

3.2 Parmi ces six réactions, lesquelles sont des fissions ? des fusions ? Justifier.

Exercice 4 La fission de l'uranium 235

●○○

La figure 1 modélise une fission dans le cœur d'un réacteur. Données : Kr (36) ; Ba (56).

- 4.1 Nommer (a), (b), (c) et compter les neutrons émis.
 4.2 Écrire l'équation de cette réaction et vérifier la conservation de A et de Z .
 4.3 L'élément uranium est-il conservé ? S'agit-il d'une transformation chimique ? Sous quelle forme l'énergie apparaît-elle d'abord dans le cœur ?

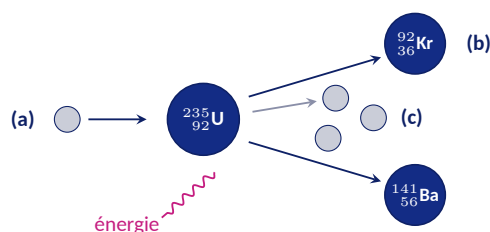


Figure 1 — Une fission de l'uranium 235

Exercice 5 La fusion deutérium-tritium

●○○

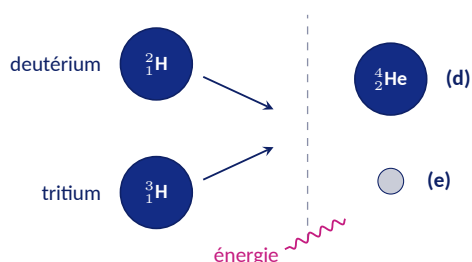


Figure 2 — La réaction de fusion étudiée à ITER

Le réacteur ITER, en construction à Cadarache, doit produire de l'énergie grâce à la réaction de la figure 2.

- 5.1 Donner la composition des deux noyaux. Pourquoi sont-ils des isotopes de l'hydrogène ?
 5.2 Identifier (d) et (e), écrire l'équation et vérifier la conservation de A et de Z . Justifier le nom de « fusion ».
 5.3 Les deux noyaux portent une charge positive et se repoussent : en quoi cela explique-t-il les 150 millions de degrés Celsius atteints dans ITER ?

Exercice 6 Un million de fois plus

●●○

Données : fission d'un noyau d' ${}^{235}\text{U}$: $E_1 = 3,2 \times 10^{-11} \text{ J}$; combustion d'une molécule de méthane : $E_2 = 1,3 \times 10^{-18} \text{ J}$; $m_{\text{nucléon}} = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$; 1,0 kg de charbon : $3,0 \times 10^7 \text{ J}$.

- 6.1 Calculer le rapport E_1/E_2 et commenter en une phrase.
 6.2 Calculer la masse d'un noyau d'uranium 235, puis le nombre de noyaux contenus dans 1,0 g d'uranium 235 ; en déduire l'énergie libérée par leur fission, puis la masse de charbon (en tonnes) libérant la même énergie.

Exercice 7 De la fission à la prise de courant

●○○

Dans une centrale nucléaire, ces quatre étapes sont dans le désordre.

- a) la vapeur d'eau fait tourner la turbine ; b) la fission libère de l'énergie dans le cœur ;
 c) l'alternateur fournit l'énergie électrique ; d) l'eau se vaporise dans le générateur de vapeur.
 7.1 Ranger ces quatre étapes dans l'ordre. Quelle transformation a lieu à l'étape b ? à l'étape d ?
 7.2 Dans une centrale au charbon, quelle étape change, et par quelle transformation ?
 7.3 Pourquoi une centrale nucléaire ne rejette-t-elle pas de CO_2 lorsqu'elle fonctionne ?