

Exercice N°1 :

Choisir la bonne réponse

CON/APP

<p>1. Les deux éléments chimiques les plus abondants dans l'Univers sont :</p> <p>a. le carbone et le silicium. b. le carbone et l'oxygène. c. l'hydrogène et l'hélium.</p>	<p>2. Les réactions à l'origine de la formation des atomes dans les étoiles sont des :</p> <p>a. fusions nucléaires. b. fissions nucléaires. c. réactions chimiques.</p>
<p>4. Les premiers noyaux d'hydrogène ont été formés :</p> <p>a. dans les premières secondes après le Big Bang. b. quelques heures après le Big Bang. c. pendant le Big Bang.</p>	<p>3. Les éléments chimiques plus lourds que le fer sont créés :</p> <p>a. dans le cœur des étoiles massives. b. lors de l'explosion d'une supernova. c. sur les planètes.</p>
<p>5. L'élément chimique le plus abondant sur Terre est :</p> <p>a. l'oxygène. b. l'hydrogène. c. le carbone.</p>	<p>6. La radioactivité :</p> <p>a. peut exister dans la nature. b. est toujours dangereuse. c. est toujours artificielle.</p>

Exercice N°2 :

LA TRANSMUTATION POUR ÉLIMINER LES DÉCHETS NUCLEAIRES

- La transmutation est la transformation d'un noyau en un autre par une réaction nucléaire induite par des particules avec lesquelles on le bombarde. Appliquée au traitement des déchets nucléaires, elle consiste à utiliser ce type de réaction pour transformer les isotopes radioactifs à vie longue en isotopes à vie nettement plus courte voire stables, ou encore en combustible nucléaire, en vue de réduire le nombre de radiotoxiques à long terme. [...]
- De par l'absence de charge électrique, le neutron est de loin la particule la plus utilisée. Il est disponible en grande quantité dans les réacteurs nucléaires où il est utilisé pour générer des réactions de fission et produire ainsi de l'énergie et où d'ailleurs il induit en permanence des transmutations, la plupart non recherchées. La meilleure voie de recyclage des déchets ne serait-elle pas de les réinjecter dans l'installation qui les a créés ?
- Lorsqu'un neutron entre en collision avec un noyau, il peut rebondir sur le noyau ou bien pénétrer dans celui-ci. Dans le second cas, le noyau, en absorbant le neutron acquiert un excès d'énergie qu'il va libérer de différentes manières :
 - en éjectant des particules (un neutron par exemple) et en émettant éventuellement un rayonnement ;
 - en émettant seulement un rayonnement ; on parle dans ce cas de capture puisque le neutron reste captif du noyau ;
 - en se scindant en deux noyaux de taille plus petite et en émettant deux à trois neutrons ; on parle alors de réaction de fission durant laquelle une importante quantité d'énergie est libérée.
- La transmutation d'un radionucléide peut se réaliser soit par capture d'un neutron, soit par fission. [...]

D'après document CEA.

Données :

nom	plutonium	américium	curium
symbole	Pu	Am	Cm
numéro atomique	94	95	96

Représentation de quelques particules :

nom	neutron	proton	électron	noyau d'hélium
symbole	${}^1_0\text{n}$	${}^1_1\text{p}$	${}^0_{-1}\text{e}$	${}^4_2\text{He}$

1. Questions sur le texte	CON/APP
<p>1.1. À la ligne 3 du texte, il est fait allusion au terme "isotopes radioactifs".</p> <p>1.1.1. Que signifie l'expression "noyaux isotopes" ? Noyaux ayant le même nombre de protons mais un nombre de neutrons différents.</p> <p>1.1.2. Proposer une définition pour "isotopes radioactifs". Noyaux instables qui se désintègrent spontanément pour former un noyau stable.</p>	
<p>1.2. Le texte en ligne 8 précise : « où d'ailleurs il (le neutron) induit en permanence des transmutations, la plupart non recherchées. A quoi est-il fait allusion à propos des réactions se déroulant dans les centrales nucléaires ? Quelle mesure doit être prise en conséquence ? Le texte fait allusion aux réactions en chaîne. Il faut contrôler le phénomène pour éviter l'emballement des réactions de fissions nucléaires.</p>	
<p>1.3. On parle de "réaction de fission" (lignes 17 et 18). Donner définition de "réaction de fission". Réaction nucléaire au cours de laquelle un noyau lourd se brise en deux noyaux plus légers.</p>	
2. Étude d'un exemple : l'américium 241	CON/APP – REA - VAL
<p>Pour répondre aux questions suivantes, on s'aidera du tableau fourni. On y étudie un mécanisme simplifié de la disparition de l'américium 241.</p>	
<p>2.1. Dans un réacteur à neutron lents, l'américium $^{241}_{95}\text{Am}$ peut capter un neutron. Il se transforme en un nouveau noyau que nous noterons X_1.</p> <p>2.1.1. Donner la composition du noyau d'américium 241 parmi les 3 propositions suivantes : 95 neutrons et 146 protons – 95 protons et 146 neutrons – 95 protons et 146 nucléons</p> <p>2.1.2. Quelle est la composition du noyau X_1 obtenu ? X_1 possède un neutron 1_0n de plus que l'américium, donc 95 protons, 147 neutrons : $^{242}_{95}X_1$ c'est-à-dire $^{242}_{95}\text{Am}$</p>	
<p>2.2. Le noyau X_1 est radioactif, émetteur β^-. Lorsqu'il se désintègre, il apparaît un noyau de curium $^{242}_{96}\text{Cm}$. La quasi-totalité de ces noyaux obtenus subissent eux-mêmes une désintégration α dont l'équation nucléaire de désintégration s'écrit $^{242}_{96}\text{Cm} \rightarrow ^4_2\text{He} + ^{238}_{94}\text{Pu}$.</p> <p>2.2.1. Cette désintégration peut-elle être comparée à une fission ou une fusion nucléaire ? Justifier la réponse. On peut constater que comme dans une fission, les noyaux formés ont un nombre de masse (4 et 238) plus petit que celui du curium.</p> <p>2.2.2. Quelles différences y a-t-il entre ce type de désintégration radioactive et une fission nucléaire telle que décrite dans le texte ? Il s'agit d'une réaction spontanée et aléatoire alors que la fission nucléaire est provoquée.</p>	
3. Intérêt du traitement des déchets nucléaires	CON/APP – REA - VAL
<p>La demi-vie radioactive ($t_{1/2}$) de l'américium 241 vaut 432 ans; celle du noyau X_1 vaut 16 heures. On détermine la demi-vie du curium à l'aide de la courbe de décroissance radioactive ci-après.</p>	
<p>3.1. Que signifie le terme « demi-vie » ? C'est la durée au bout de laquelle, la moitié des noyaux radioactifs se seront désintégrés.</p>	
<p>3.2. A partir de la courbe de décroissance radioactive, retrouver la demi-vie du curium. On peut retrouver $t_{1/2} = 160$ jours pour 5×10^9 noyaux restants.</p>	
<p>3.3. Comparer les demi-vies des différents noyaux impliqués dans le traitement d'un déchet radioactif tel que l'américium 241 et conclure sur l'intérêt de cette méthode d'élimination. Les demi-vies des noyaux $^{242}_{95}\text{Am}$ et $^{242}_{96}\text{Cm}$ sont plus courtes que celles de l'américium 241. L'intérêt du traitement est d'obtenir des déchets radioactifs qui se désintègreront plus vite, c'est-à-dire disparaîtront plus vite.</p>	
<p>3.4. Justifier la phrase suivante en quelques mots : "Dans un échantillon issu d'américium 241 le nombre de noyaux X_1 est toujours négligeable". $^{242}_{95}\text{Am}$ a une demi-vie tellement courte qu'il n'existe que peu de temps au sein des noyaux d'américium.</p>	