

I. Le plutonium (extrait Bac S)

En consultant l'encyclopédie Universalis on constitue la carte d'identité du plutonium fournie ci-dessous :

Description : métal lourd artificiel

Isotopes : quinze isotopes dont plutonium 238, 239 et 241

Production : irradiation de l'uranium 238

Utilisation : plutonium 239 : composant de têtes nucléaires et de combustibles Mox ; plutonium 238 : source de neutrons et de chaleur

Radioactivité naturelle : émetteur de particules alpha et rayonnement gamma faible, sauf plutonium 241 émetteur bêta

Commentaire : plutonium 239 et 241 sont des matières fissiles...

Données : $1 \text{ u} = 1,66043 \times 10^{-27} \text{ kg}$; $1 \text{ eV} = 1,6022 \times 10^{-19} \text{ J}$; $c = 2,9979 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

Extrait de la classification périodique :

$_{92}\text{U}$	$_{93}\text{Np}$	$_{94}\text{Pu}$	$_{95}\text{Am}$	$_{96}\text{Cm}$
Uranium	Neptunium	Plutonium	Américium	Curium

Masse atomique de quelques noyaux :

Nom du noyau ou de la particule	Molybdène	Tellure	Plutonium	Neutron
Symbole	$^{102}_{42}\text{Mo}$	$^{135}_{52}\text{Te}$	$^{239}_{94}\text{Pu}$	^1_0n
Masse (en u)	101,9103	134,9167	239,0530	1,0089

1. Radioactivité naturelle du plutonium

- 1) Qu'appelle-t-on noyau radioactif ?
- 2) Déterminer la composition du noyau d'un atome de plutonium 239.
- 3) Quelles sont les deux lois de conservation utilisées lors des transformations nucléaires ? Soyez précis.
- 4) Qu'appelle-t-on « particule alpha » ?
- 5) Ecrire l'équation de désintégration du noyau de plutonium 238.
- 6) Quel est le nom des deux autres radioactivités spontanées ?
- 7) Quel est la nature du rayonnement émis lors des réactions nucléaires et expliquez pourquoi il a lieu ?

2. La radioactivité provoquée du plutonium :

- Dans certaines conditions, le plutonium 239 peut se scinder en deux noyaux plus légers et plus stables comme par exemple le tellure et le molybdène selon l'équation suivante : $^{239}_{94}\text{Pu} + ^1_0\text{n} \rightarrow ^{135}_{52}\text{Te} + ^{102}_{42}\text{Mo} + 3^1_0\text{n}$
- 8) Comment appelle-t-on ce type de réaction ?
- Bilan énergétique : **(utiliser les données)**
- 9) Exprimer puis calculer la variation de masse Δm au cours de cette réaction. Exprimer le résultat en u puis en kg .
- 10) Exprimer puis calculer l'énergie libérée par cette réaction. Exprimer le résultat en J puis en MeV .

Correction.

1. Radioactivité naturelle du plutonium

- 1) Un **noyau radioactif** est un noyau **instable** qui va se **désintégrer** en un noyau fils, **stable**, en **émettant** une ou plusieurs **particules** et un **rayonnement** gamma.
- 2) Le noyau ${}_{94}^{239}\text{Pu}$ contient **94 protons** et $239 - 94 = 145$ **neutrons**.
- 3) Les deux lois de conservation utilisées lors des transformations nucléaires sont les **lois de Soddy** : il y a **conservation du nombre de protons** et du **nombre de nucléons** lors d'une réaction nucléaire.
- 4) Une « particule alpha » est un **noyau d'hélium** ${}_{2}^{4}\text{He}$
- 5) Le plutonium 239 est émetteur de particules alpha, donc l'équation de désintégration est : ${}_{94}^{239}\text{Pu} \rightarrow {}_{92}^{235}\text{U} + {}_{2}^{4}\text{He}$
- 6) Les deux autres radioactivités spontanées sont la **radioactivité bêta moins β^{-}** et la **radioactivité bêta plus β^{+}** .
- 7) Le rayonnement émis lors des réactions nucléaires est un **rayonnement électromagnétique** de forte énergie : il s'agit de **rayons gamma γ** . Lors de la **désintégration d'un noyau père**, il y a **formation d'un noyau fils** dans un **état excité**. Lors de sa **désexcitation**, le noyau fils **émet un rayonnement gamma γ** .

2. La radioactivité provoquée du plutonium :

8) Ce type de réaction est une réaction de **fission nucléaire**.

$$9) \Delta m = \text{masse finale} - \text{masse initiale} = m({}^{135}\text{Te}) + m({}^{102}\text{Mo}) + 3 \times m({}^1_0\text{n}) - [m({}^{239}\text{Pu}) + m({}^1_0\text{n})]$$

$$\Delta m = m({}^{135}\text{Te}) + m({}^{102}\text{Mo}) + 2 \times m({}^1_0\text{n}) - m({}^{239}\text{Pu}) = 134,9167 + 101,9103 + 2 \times 1,0089 - 239,0530$$

$$\Delta m = -0,2082 \text{ u} = -0,2082 \times 1,66043 \times 10^{-27} = -3,45702 \times 10^{-28} \text{ kg} \quad (\text{On garde 6 chiffres significatifs comme les données}).$$

$$10) E_{\text{libérée}} = |\Delta m| \times c^2 = 3,45702 \times 10^{-28} \times (2,9979 \times 10^8)^2 = 3,1070 \times 10^{-11} \text{ J}$$

$$E_{\text{libérée}} = \frac{3,1070 \times 10^{-11}}{1,6022 \times 10^{-19}} = 1,9392 \times 10^8 \text{ eV} = 193,92 \text{ MeV} \quad (1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV})$$