

Application 1

Symbole	${}^{235}_{92}\text{U}$	${}^{94}_{38}\text{Sr}$	neutron	proton
Masse [en unité de masse atomique (u)]	234,9934	93,8064	1,0086	1,0073

On donne : unité de masse atomique : $1u = 931,5 \text{ MeV} \cdot \text{C}^{-2}$.

- 1°) Donner les expressions des énergies de liaison des noyaux ${}^{235}_{92}\text{U}$ et ${}^{94}_{38}\text{Sr}$. Les calculer.
- 2°) Préciser, en le justifiant, lequel de ces deux noyaux est le plus stable.

Application 2

Le thorium ${}^{227}_{90}\text{Th}$ est radioactif α .

- 1°) Ecrire l'équation de cette réaction de désintégration. On précisera le symbole du noyau formé ${}^A_Z\text{X}$.

On donne : ${}_{80}\text{Rn}$; ${}_{87}\text{Fr}$ et ${}_{88}\text{Ra}$.

- 2°) On suppose que le noyau de thorium ${}^{227}_{90}\text{Th}$ est immobile dans un référentiel lié au laboratoire et que les noyaux formés sont obtenus à l'état fondamental et que le rapport des énergies cinétiques du noyau fils ${}^A_Z\text{X}$ et de la particule α est égal à l'inverse du rapport de leurs masses.
Calculer en MeV la valeur de l'énergie cinétique $E_c(\alpha)$ de la particule α en admettant que l'énergie libérée par la réaction ($|W| = 1,21 \text{ MeV}$) est communiquée aux particules α et au noyau fils ${}^A_Z\text{X}$ sous forme d'énergie cinétique.

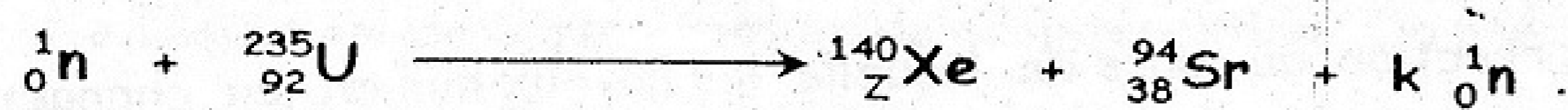
On donne : $m(\alpha) = 4,0015 \text{ u}$ et $m({}^A_Z\text{X}) = 223,1517 \text{ u}$.

3°) En réalité, $E_c(\alpha) = 0,75 \text{ MeV}$; montrer que l'émission α s'accompagne nécessairement de l'émission d'un photon d'énergie dont on déterminera la longueur d'onde λ .

On donne : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$; $C = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ et $1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$.

Application 3

On considère la réaction nucléaire suivante :



- 1°) Donner le type de cette réaction et citer son nom en justifiant votre réponse .
- 2°) Déterminer les valeurs de Z et de k en précisant les lois utilisées .
- 3°) a) Exprimer puis calculer la variation de masse Δm qui accompagne cette réaction .
b) Préciser , en le justifiant , si cette réaction libère ou consomme de l'énergie .
Calculer cette énergie en **MeV** .

Données :

Symbole	${}^{235}\text{U}$	${}^{140}\text{Xe}$	${}^{94}\text{Sr}$	neutron	proton
Masse [en unité de masse atomique (u)]	234,9934	139,8888	93,8064	1,0086	1,0073

Célérité de la lumière : $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; unité de masse atomique : $1\text{u} = 931,5 \text{ MeV} \cdot \text{C}^{-2}$.

Exercice 1

Données numériques : $1u=1,66 \cdot 10^{-27} \text{kg}$; $C=3 \cdot 10^8 \text{m.s}^{-1}$; $1\text{MeV}=1,6 \cdot 10^{-13} \text{J}$; $m_p=1,00727u$; $m_n=1,00867u$

1°) Le noyau d'uranium ${}^{238}_{92}\text{U}$ a une masse $m_1=238,0508 \text{ u}$. Calculer son énergie de liaison E_{ℓ_1} .

2°) Sachant que l'énergie de liaison du noyau d'uranium ${}^{235}_{92}\text{U}$ est $E_{\ell_2}=1809,5 \text{ MeV}$ et l'énergie de liaison par nucléon du noyau de radon ${}^{222}_{86}\text{Rn}$ est $E_3=7,2 \text{ MeV/nucléon}$. Comparer la stabilité des trois noyaux.

Exercice 2

On donne :

* Masse molaire atomique du protactinium : $M=234 \text{ g.mol}^{-1}$

* Nombre d'Avogadro : $\mathcal{N}=6,02 \cdot 10^{23}$; * Constante de Planck : $h=6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$

* Célérité de la lumière dans le vide : $C=3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$; * $1\text{MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$

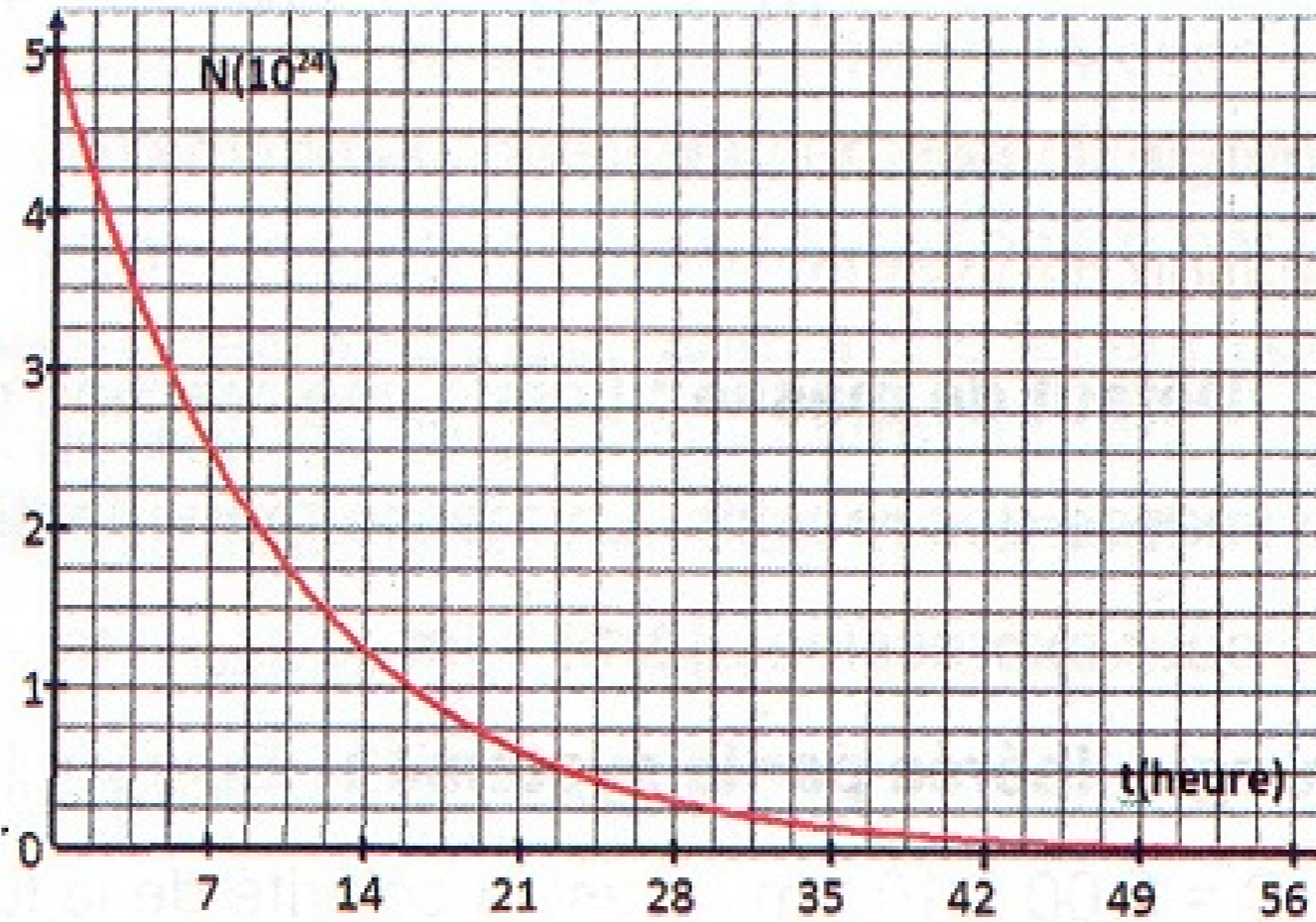
I-/ Le protactinium ${}^{234}_{91}\text{Pa}$ est radioactif, il se transforme en uranium ${}^{234}_{92}\text{U}$, avec émission d'une particule ${}^A_Z\text{X}$.

1°) a-/ Écrire l'équation de la désintégration.

b-/ Identifier la particule ${}^A_Z\text{X}$. Expliciter les règles appliquées.

c-/ Expliquer la formation de cette particule.

2°) On considère à la date $t=0$, un échantillon de protactinium ${}_{91}^{234}\text{Pa}$, contenant $N_0=5 \cdot 10^{24}$ noyaux et on suit au cours du temps l'évolution du nombre N de noyaux restants, on obtient la courbe $N=f(t)$ donnée par la figure ci-contre.



- a-/Justifier théoriquement, l'allure du graphe tracé.
- b-/ Définir la période radioactive T d'un radioélément.
- c-/ Déduire à partir du graphe la période T du protactinium.
- d-/ Établir la relation liant la constante radioactive λ à la période T . Calculer la valeur de λ .

3°) Définir l'activité A d'une source radioactive et calculer sa valeur dans le système international d'unité, pour ${}_{91}^{234}\text{Pa}$ à la date $t=21\text{h}$.

4°) Déterminer la masse disparue de l'échantillon de protactinium à la date $t=28\text{h}$.

II-/Le noyau d'uranium ${}_{92}^{234}\text{U}$ est radioactif, émetteur α , il se transforme en thorium Th.

1°) Ecrire l'équation de la réaction nucléaire.

2°) Les énergies de liaison des noyaux de U, Th et α sont respectivement :

$$E\ell_1 = 1778,6 \text{ MeV} \quad ; \quad E\ell_2 = 1764,5 \text{ MeV} \quad ; \quad E\ell_3 = 28,3 \text{ MeV}$$

a-/ Comparer la stabilité des noyaux d'uranium et de thorium. Ce résultat est-il prévisible sans calcul ?

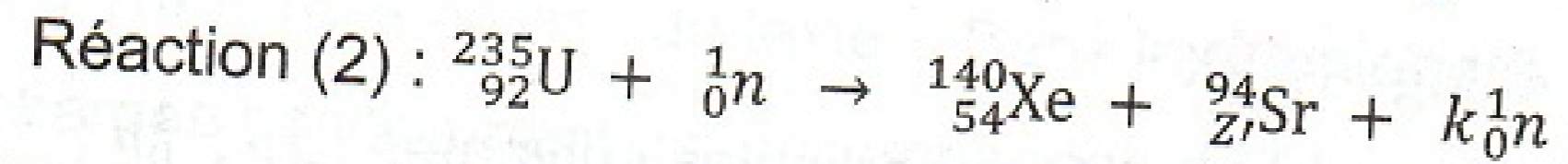
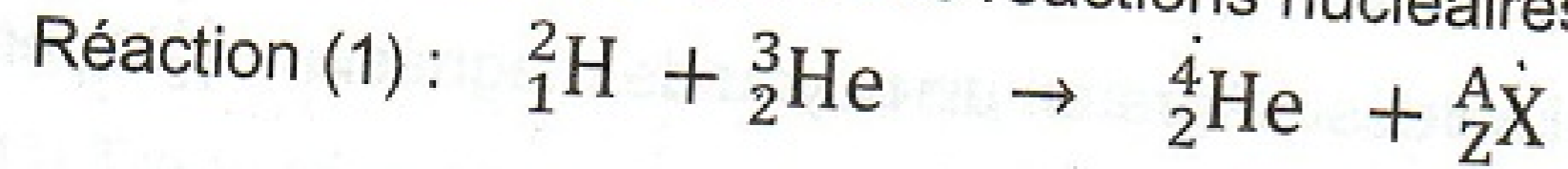
b-/ Calculer l'énergie libérée au cours de la désintégration d'un noyau d'uranium.

3°) Le noyau d'uranium est considéré au repos. Sachant qu'au cours de sa désintégration, il y'a émission d'un photon γ de longueur d'onde dans le vide $\lambda=3,1 \cdot 10^{-12}\text{m}$.

- a-/ Interpréter l'émission du photon γ et calculer son énergie en Joule puis en MeV
- b-/ Sachant que le rapport de l'énergie cinétique $E_c(\alpha)$ et de l'énergie cinétique $E_c(\text{Th})$ est égal à l'inverse du rapport de leurs masses, calculer la valeur $E_c(\alpha)$ de l'énergie cinétique de la particule α .

Exercice n°4 :

On considère les équations des réactions nucléaires suivantes :



1°) Calculer :

- Z et A pour la réaction (1)
- Z' et k pour la réaction (2)

2°) Préciser le nom de chaque réaction.

3°) Calculer en MeV l'énergie libérée au cours de :

- la formation d'un noyau ${}^4_2\text{He}$
- La transformation d'un gramme ${}^{235}_{92}\text{U}$.

On donne : $m({}^2_1\text{H})=2,0140\text{u}$; $m({}^3_2\text{He})=3,01603\text{u}$; $m({}^4_2\text{He})=4,0026\text{u}$; $m_p=1,00727\text{u}$;

$m_n=1,008655\text{u}$; $E({}^{235}_{92}\text{U})=7,5\text{MeV/nucléon}$; $E({}^{140}_{54}\text{Xe})=8,2\text{MeV/nucléon}$; $E({}^{94}_{Z'}\text{Sr})=8,5\text{MeV/nucléon}$

$1\text{u} \cdot c^2 = 931,5\text{MeV}$; Nombre d'Avogadro : $\mathcal{N}=6,02 \cdot 10^{23}$; masse molaire de l'uranium 235 : $M=235\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$