Exercice « Du noyau à l'énergie » (10 pts)

Données :

- ***Informations sur certains noyaux : $_{53}$I (iode), $_{52}$Te (tellure), $_{90}$Th (thorium), $_{81}$Tl (thallium), $_{77}$Ir (iridium), $_{56}$Ba (baryum), $_{82}$Pb (plomb), $_{76}$Os (osmium), $_{80}$Hg (mercure), $_{78}$Pt (platine), $_{89}$Ac (actinium), $_{91}$Pr (protactinium)***
- ***Célérité de la lumière dans le vide : $c \approx 3{,}00 \times 10^{8}\ m.s^{-1}$***
- ***Masses en kg :***

uranium 235	*krypton 92*	*« noyau inconnu X »*	*neutron*
$3{,}90217 \times 10^{-25}$	$1{,}56614 \times 10^{-25}$	$2{,}30143 \times 10^{-25}$	$1{,}67493 \times 10^{-27}$

Partie A : La radioactivité … pour soigner !

*La radioactivité a de nombreuses applications dans des domaines très différents : géologie, archéologie, alimentation, astronomie... ; elle est notamment très présente en médecine. En effet, la scintigraphie est une technique d'imagerie médicale qui utilise des composés radioactifs appelés « traceurs ». Ces composés émettent, entre autres, des rayonnements gamma ; leur détection permet d'obtenir l'image. Les traceurs les plus fréquemment utilisés sont l'**iode 123** qui se désintègre en tellure 123 et le **thallium 201**, radioactif β^+, d'activité $A = 7{,}8 \times 10^{7}$ Bq.*

*Autre exemple, la curiethérapie. Il s'agit d'une technique d'irradiation, souvent utilisée pour traiter les cancers du col de l'utérus, consistant à introduire des sources radioactives au contact ou à l'intérieur même de la tumeur. Elle permet par exemple de réduire la taille de la tumeur avant son retrait par chirurgie ou de compléter la destruction de celle-ci lors du traitement par radio-chimiothérapie. Elle utilise l'élément radioactif **iridium 192** qui se désintègre en émettant un électron. L'iridium 192 n'existe pas à l'état naturel ; il est produit artificiellement par l'homme.*

1. Qui a découvert la radioactivité naturelle en 1896 ?

2. A l'aide du texte introductif, écrire, en les justifiant, les équations de désintégration de l'iode 123, du thallium 201 et de l'iridium 192.

3. Définir l'activité d'un échantillon radioactif.

4. En déduire le nombre de désintégrations subies en une heure par un patient traité au thallium 201 *(l'activité sera supposée constante).*

Partie B : La radioactivité … pour produire de l'électricité !

Les deux isotopes de l'uranium, $^{238}_{92}\mathrm{U}$ et $^{235}_{92}\mathrm{U}$, ont des propriétés nucléaires différentes :

- L'**uranium 238** est radioactif alpha
- L'**uranium 235** est fissile ; une des réactions possibles a pour équation :

$$^{235}_{92}\mathrm{U} + {}^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow {}^{92}_{36}\mathrm{Kr} + {}^{141}_{Z}\mathrm{X} + k\ {}^{1}_{0}\mathrm{n}$$

5. Définir le terme « isotope ».

6. Écrire, en justifiant, l'équation de désintégration de l'uranium 238.

7. Définir une réaction de fission en justifiant le terme *réaction nucléaire provoquée.*

8. Quelle autre réaction nucléaire provoquée existe-t-il ? Expliquer en quoi elle consiste.

9. Déterminer le nombre stœchiométrique **k** (nombre de neutrons libérés lors de la réaction de fission de l'uranium 235) et le numéro atomique Z de l'élément inconnu X qui devra être identifié.

10. Calculer la perte de masse **Δm**, puis l'énergie libérée $\mathbf{E_{lib}}$, lors de la fission d'un noyau d'uranium 235.

11. Sous quelle forme cette énergie est-elle libérée ?

CORRECTION DEVOIR SURVEILLE n°5 de PHYSIQUE CHIMIE

Correction exercice n°1 : **(10 pts)**

1. Henri Becquerel – Pierre et Marie Curie. 0,5pt

2. En respectant les lois de Soddy 0,5pt (conservation de la charge et du nombre de nucléons), cela donne :

$$^{123}_{53}I \longrightarrow {}^{0}_{1}e + {}^{123}_{52}Te$$ 0,5pt

$$^{201}_{81}Th \rightarrow {}^{201}_{80}Hg + {}^{0}_{1}e$$ 0,5pt

$$^{192}_{77}Ir \rightarrow {}^{192}_{78}Pt + {}^{0}_{-1}e$$ 0,5pt

3. Activité A : Le nombre de désintégrations par seconde. 0.5pt

4. $1{,}5\times10^{8}$ désintégrations par s = $1{,}5\times10^{8}$ x 3600 = $5{,}4\times10^{11}$ désintégrations par h. 0.5pt

Partie B : La radioactivité … pour produire de l'électricité !

Les deux isotopes de l'uranium, $^{238}_{92}U$ et $^{235}_{92}U$, ont des propriétés nucléaires différentes :

- L'**uranium 238** est radioactif alpha
- L'**uranium 235** est fissile ; une des réactions possibles a pour équation :

$$^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{92}_{36}Kr + {}^{141}_{Z}X + k\ {}^{1}_{0}n$$

5. « isotope » : Des atomes (ions) ayant le même nbre de protons Z mais des nombres de neutron différents 0,5pt

6. Equation de désintégration de l'uranium 238 :

$$^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$$ 0,5pt

7. Réaction de fission : un noyau lourd éclate sous l'impact d'un neutron ; réaction provoquée car il y a intervention de l'homme qui bombarde le noyau d'uranium avec un neutron. 0,5pt

8. Autre réaction nucléaire provoquée : fusion : deux noyaux légers s'associent pour donner un noyau plus lourd. 0,5pt

9. Fission de l'uranium 235 :

$$^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{92}_{36}Kr + {}^{141}_{Z}X + k\ {}^{1}_{0}n$$

Avec k = 3 ; Z = 56 donc X = Ba 1pt

10. Perte de masse $\Delta m = |[m(Kr) + m(Ba) + 3xm(n)] - [m(U) + m(n)]| = |-1.1014.10^{-28}| kg = 1.1014.10^{-28}$ **kg**
1,5pt

Energie libérée $E_{lib,} = \Delta m \times c^2 = 9{,}922.10^{-12}$ **J** 1,5pt

11. Onde électromagnétique : rayonnement γ 0,5pt