

Exercices d'enrichissement sur la radioactivité- T.S.E - LMMS 2017-2018**Exercice 1 :**

Complète chacune des réactions nucléaires suivantes en précisant le noyau X et s'il s'agit d'une réaction nucléaire spontanée ou provoquée

- a) ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{94}_{38}\text{Sr} + {}^{140}_{54}\text{Xe} + \dots {}^1_0\text{n}$; b) ${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{234}_{90}\text{Th} + \dots$;
 c) ${}^{238}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^A_Z\text{X}$; d) ${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^A_Z\text{X} + {}^0_{-1}\text{e}$; e) ${}^{223}_{90}\text{Th} \rightarrow {}^{219}_{88}\text{Ra} + \dots$;
 f) ${}^{15}_7\text{N} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^A_Z\text{C} + {}^{140}_{54}\text{Xe}$; g) ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + \dots$

Exercice 2 :

Calcule l'énergie de liaison par nucléon pour le noyau de lithium ${}^7_3\text{Li}$.

Données : masse du noyau de lithium : $m = 7,01601 \text{ u}$; masse du proton : $m_p = 1,00727 \text{ u}$;
 masse du neutron : $m_n = 1,00866 \text{ u}$; $1 \text{ u} = 1.66.10^{-27} \text{ kg} = 931,5 \text{ MeV} \cdot \text{c}^{-2}$; $c = 3.10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Exercice 3 :

On considère les nucléides suivants : ${}^{12}_5\text{B}$; ${}^{12}_6\text{C}$ et ${}^{12}_7\text{N}$.

- 1) Donne la composition de ces noyaux.
- 2) a) Donne la définition de l'énergie de liaison d'un noyau.
 b) Calcule l'énergie de liaison dans le cas de ${}^{12}_6\text{C}$.

On donne : masse du noyau ${}^{12}_6\text{C}$: $11174,7 \text{ MeV} \cdot \text{C}^{-2}$; masse du proton p : $938,3 \text{ MeV} \cdot \text{C}^{-2}$;
 masse du neutron n : $939,6 \text{ MeV} \cdot \text{C}^{-2}$.

c) Compare la valeur trouvée à celle de ${}^{12}_5\text{B}$: $6,7 \text{ MeV/nucéon}$ et à celle de ${}^{12}_7\text{N}$: $6,2 \text{ MeV/nucéon}$. Conclue.

3) De faite ${}^{12}_6\text{C}$ est stable alors que ${}^{12}_5\text{B}$ est radioactif β^- et ${}^{12}_7\text{N}$ radioactif β^+ .

- a) Ecris l'équation de chacune de ces deux réactions en précisant la nature des particules formées.
- b) En quoi ces deux types de radioactivité étaient-ils prévisibles ?

Exercice 4 :

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

- 1) Ecris l'équation-bilan de sa désintégration radioactive sachant qu'elle conduit au radium Ra.
- 2) La période ou demi-vie du thorium 227 vaut $T = 18,3 \text{ jours}$. Calcule l'activité radioactive A_0 d'un échantillon de masse 1 mg de thorium 227.

On donne : le nombre d'Avogadro $N_A = 6,02.10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

- 3) Quelle masse de thorium 227 de l'échantillon considéré a-t-elle disparu au bout de 36 heures ? Quelle est alors l'activité de l'échantillon ?

Exercice 5 :

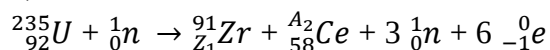
- 1) L'uranium naturel est un mélange contenant $99,29 \%$ de l'uranium 238 et $0,71 \%$ d'uranium 235. Calcule en unité de masse atomique la masse d'un atome de l'élément uranium.
- 2) a) Calcule le défaut de masse du nucléide d'uranium ${}^{235}_{92}\text{U}$. En déduis l'énergie de cohésion de ce nucléide (énergie de liaison).
 b) Quelle énergie serait libérée par la fission de 1 mg d'uranium 235 ?

Données : masse du noyau uranium 235 : $m_1 = 234,9942$; masse du noyau uranium 238 : $m_2 = 238,0508$

masse du proton : $m_p = 1,00727 \text{ u}$; masse du neutron : $m_n = 1,00866 \text{ u}$;
 $u = 1,66.10^{-27} \text{ kg} = 931,5 \text{ MeV} \cdot \text{C}^{-2}$

Exercice 6 :

1) Sous l'action d'un neutron lent, un atome d'uranium $^{235}_{92}\text{U}$ subit la fission suivante :



a) Exprime les lois de conservation, puis détermine Z_1 et A_2 .

b) Explicité l'unité de masse atomique. Calcule en MeV l'énergie de liaison par nucléon de $^{235}_{92}\text{U}$.

2) Il existe un autre isotope de l'uranium ^{239}U , radioactif β^- .

a) Par deux désintégrations spontanées successives, il donne $^{A_3}_{Z_3}\text{Pu}$. Détermine A_3 et Z_3 .

b) La première désintégration a pour période $T = 25$ min. Rappelle la définition de la période radioactive ou demi-vie. Soit N_0 le nombre initial de noyau radioactifs et N le nombre de noyaux restant au bout de 125 min. Calcule la proportion N/N_0 de noyaux ^{239}U restants après 125 min.

Données : masse du proton : $m_p = 1,00728$ u ; masse du neutron : $m_n = 1,00866$ u ; masse de l'électron : $m_e = 5,5 \cdot 10^{-4}$ u ; masse du noyau d'uranium 235 : $m = 235,04394$ u ;

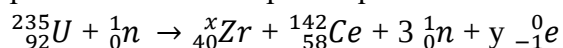
Exercice 7 :

Données : masse du proton : $m_p = 1,00728$ u ; masse du neutron : $m_n = 1,00866$ u ; masse de l'électron : $m_e = 5,5 \cdot 10^{-4}$ u ; masse du noyau d'uranium 235 : $m_1 = 235,04394$ u ; masse du noyau de zirconium (Zr) : $m_2 = 90,90565$ u ; masse du noyau de césium (Ce) : $m_3 = 141,90931$ u ; unité de masse atomique : $u = 931 \text{ MeV} \cdot \text{C}^{-2}$.

1) Calcule l'énergie de liaison, puis l'énergie moyenne de liaison par nucléon du noyau d'uranium $^{235}_{92}\text{U}$.

2) L'uranium 235 est fissile, c'est-à-dire que le noyau peut être brisé par un neutron lent en deux nouveaux noyaux. Ces noyaux formés sont instables, et en général se désintègrent par radioactivité β^- .

Dans un réacteur nucléaire à eau sous pression, une fission possible du noyau d'uranium 235 peut se schématiser par l'équation-bilan :



a) Détermine les valeurs de x et du nombre y d'électrons libérés par fission.

b) Calcule la variation de la masse du système au cours de la fission et en déduis l'énergie libérée par atome fissionné.

c) Une partie de cette énergie se trouve sous forme de rayonnement γ . Quelle est la nature de ce rayonnement ? Interprète sa formation.

3) Dans une centrale du type « *surrégénérateur* », un noyau d'uranium 238 placé en couverture peut capter un neutron rapide.

a) Ecris l'équation nucléaire correspondante.

b) L'isotope de l'uranium ainsi formé est radioactif β^- et donne un noyau X. X subit à son tour une désintégration β^- et donne un noyau Y.

Détermine X et Y

On donne :

Thorium	Protactinium	Uranium	Neptunium	Plutonium
^{90}Th	^{91}Pa	^{92}U	^{93}Np	^{94}Pu

Exercice 8 :

Le polonium 212 se désintègre avec une période $T = 200$ min. Un échantillon de matière a une activité de $6,1 \cdot 10^8$ Bq (désintégrations par seconde) due à la présence de ce nucléide.

- 1) Calcule la constante radioactive du polonium.
- 2) Quel est le nombre moyen de noyaux radioactifs présent dans cet échantillon à l'instant où l'on mesure son activité ? Quelle est la masse de polonium 212 correspondante ? On donne : $M(\text{Po}) = 212\text{u}$
- 3) Combien restera-t-il de noyaux radioactifs après 12 heures ? Après 8 jours ? Quelles seront alors les activités de l'échantillon ?

Exercice 9 :

1) Le nucléide $^{210}_{84}\text{Po}$ est radioactif : c'est un émetteur α .

Ecris l'équation de la désintégration d'un noyau de polonium ^{210}Po , en précisant les lois utilisées.

On donne :

$^{82}_{82}\text{Pb}$	$^{83}_{83}\text{Bi}$	$^{84}_{84}\text{Po}$	$^{85}_{85}\text{At}$	$^{86}_{86}\text{Rn}$
-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

2) Calcule l'énergie en eV par la désintégration d'un noyau de polonium.

Données : $1\text{u} = 1,6606 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,5 \text{ MeV} \cdot \text{C}^{-2}$; $C = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $m_{\alpha} = 4,00150 \text{ u}$;

$m(^{210}_{84}\text{Po}) = 209,9368\text{u}$; $m(\text{noyau fils}) = 205,9295 \text{ u}$.

3) A la date $t = 0$, un échantillon de polonium contient N_0 noyaux radioactifs. A une date t on détermine le nombre N de noyaux non désintégrés. On obtient les résultats suivants :

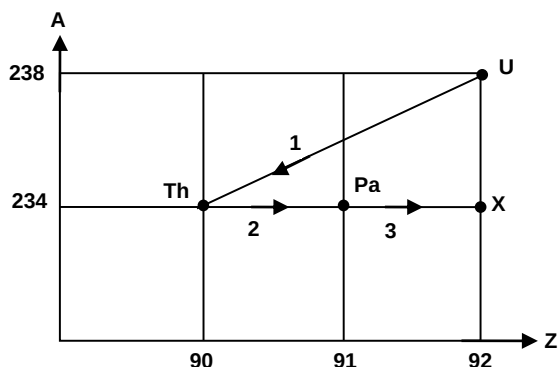
T(jours)	0	40	80	100	120	150
N/N ₀	1	0,82	0,67	0,61	0,55	0,47

- a) Définis la période radioactive T d'un radionucléide. Le tableau précédent permet de donner un encadrement de celle du polonium, donne cet encadrement.
- b) Trace la courbe $-\ln(N/N_0) = f(t)$. Echelles : $1 \text{ cm} \rightarrow 10$ jours et $1 \text{ cm} \rightarrow 0,05$ pour $-\ln(N/N_0)$
- c) En déduis la valeur de T .
- d) Etablis l'expression de la constante radioactive λ en fonction de T et calcule sa valeur.

Exercice 10 : Bac SBT session de juillet du district 1997.

Les premiers nucléides de la famille radioactive de l'uranium sont donnés par la figure ci-dessous :

- 1) a) Ecrire les équations bilans des désintégrations 1, 2 et 3.
- b) Préciser à chaque fois le type de désintégration et le nom nucléide X.



2) Dans la désintégration 1, on constate que certaines particules ont une énergie cinétique initiale de 4,147 MeV et que les autres ont une énergie cinétique de 4,195 MeV.

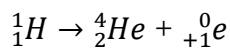
a) Interpréter ces données sachant que l'on observe simultanément l'émission d'un rayonnement γ avec une énergie cinétique de 4,195 MeV.

b) Calculer la longueur d'onde de ce rayonnement en supposant négligeable l'énergie des noyaux de thorium.

On donne la constante de Planck : $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$.

Exercice 11 :

Le Soleil est une gigantesque bombe thermonucléaire où la fusion des noyaux d'hydrogène conduit à la formation de noyaux d'hélium suivant la réaction :



1) Equilibre cette réaction nucléaire de fusion

2) Donne le nom de la particule ${}^0_{+1}\text{e}$ et dis à quel type de rayonnement elle appartient.

3) Cite les autres rayonnements émis lors de cette réaction.

Exercice 12 :

Une centrale nucléaire classique utilisant la fusion de l'uranium 235 fournit une puissance électrique de 900 MW. Le rendement de la transformation d'énergie nucléaire en énergie électrique est de 30 %.

1) Calcule la puissance nucléaire fournie par la fusion dans le réacteur.

2) En déduis la quantité d'énergie nucléaire fournie par jour.

3) La fusion d'un gramme d'uranium 235 libère $7,65 \cdot 10^{10} \text{ J}$. Détermine la masse d'uranium 235 consommée par jour.

Exercice 13 :

La loi de décroissance radioactive est couramment utilisée dans les techniques de datation d'événements passés. Parmi ces techniques, la méthode de datation dite au carbone 14 est une des plus connues.

Le carbone 14, isotopes de carbone 12, est produit régulièrement en haute atmosphère lors des réactions nucléaires. Il existe donc en proportion constante et connu dans le dioxyde de carbone atmosphérique. A cause de la photosynthèse cette proportion se retrouve dans les végétaux et animaux suivant. Elle est de 1 atome de ${}^{14}\text{C}$ pour 10^{12} atomes de ${}^{12}\text{C}$. Lorsqu'un être vivant meure, le processus d'assimilation cesse et le carbone 14 qu'il contient de s'intégrer avec une émission β^- de période $T = 5730 \text{ ans}$

La mesure du rapport ${}^{14}\text{C}/{}^{12}\text{C}$ permet de connaître l'époque de la mort de l'animal ou du végétal et donc de la date d'échantillon prélevé.

1) Donne la composition des noyaux du carbone 12 et du carbone 14.

2) Indique la nature des particules émises par la désintégration du carbone 14.

3) Ecris l'équation de désintégration du carbone 14.

4) Donne la valeur du rapport ${}^{14}\text{C}/{}^{12}\text{C}$ pour un bois récent.

5) Calcule cette valeur pour un charbon de bois, de même masse, vieux de 5730 ans.

6) Après n période, une source radioactive d'activité initiale A_0 possède une activité A telle que $A = \frac{A_0}{2^n}$.

L'activité A d'un os retrouvée dans une grotte préhistorique est de 0,05 Bq. Celle d'un os actuel de même masse est de 0,4 Bq. Détermine l'âge approximatif de cet os préhistorique.