

Exercice N°1:

On donne :

- Masse de proton : $m_p = 1,00727 \text{ u}$; masse de neutron : $m_n = 1,00866 \text{ u}$
- Masse du noyau ($^{210}_{84}\text{Po}$) = $209,9368 \text{ u}$; Masse du noyau de plomb :

$$m_{\text{pb}} = 205,9295 \text{ u}$$

- Masse d'une particule $\alpha = 4,0015 \text{ u}$; $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$
- $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$; $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$; $1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$.

1°)

a- donner la composition du noyau de ($^{210}_{84}\text{Po}$).

b- Calculer l'énergie de liaison et l'énergie de liaison par nucléon du noyau de ($^{210}_{84}\text{Po}$) (exprimer ces énergies en MeV).

2°) Le Bismuth ($^{210}_{83}\text{Bi}$) est radioactif. Il se désintègre avec émission d'une particule β^- et il se forme un noyau X.

a- Ecrire l'équation correspondant à la désintégration de ($^{210}_{83}\text{Bi}$). Identifier X.

b- Expliquer l'origine de la particule émise.

3°) Le polonium ($^{210}_{84}\text{Po}$) est radioactif. Il se désintègre avec émission d'une particule et formation d'un noyau plomb (Pb).

a- Ecrire l'équation de la réaction de désintégration.

b- Calculer l'énergie libérée par cette réaction.

c- Le noyau Po est initialement au repos, sachant que les particules α sont émises avec une énergie cinétique $E_c(\alpha) = 5,2 \text{ MeV}$, et le noyau fils Pb avec $E_c(\text{Pb})$ et

que
$$\frac{E_{c\alpha}}{E_{c\text{Pb}}} = \frac{m_{\text{Pb}}}{m_{\alpha}}$$

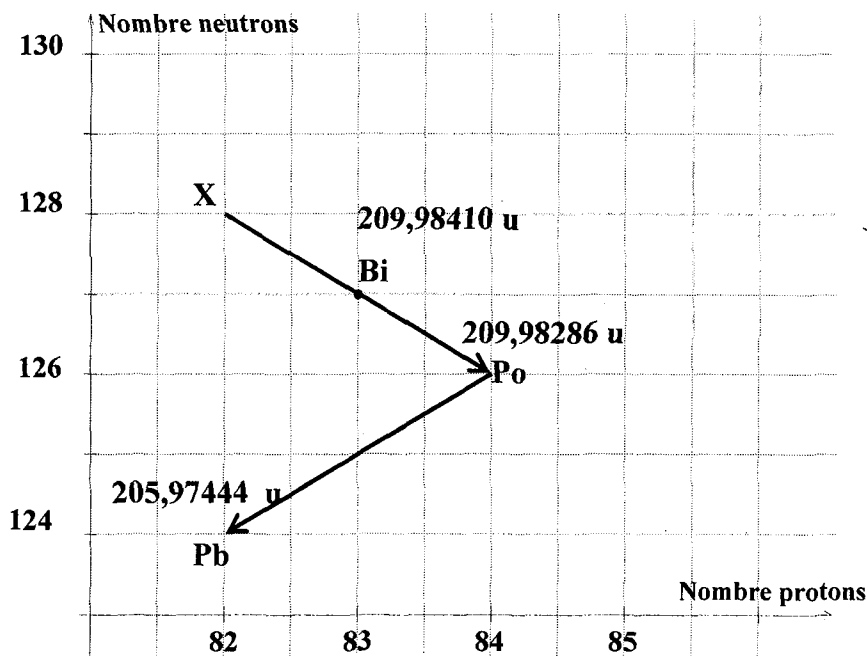
Montrer qu'au cours de cette réaction il y a émission d'un photon γ . Calculer sa longueur d'onde. Expliquer l'origine du rayonnement γ .

Exercice N° 2 :

On donne le diagramme des 3 dernières transmutations de la famille radioactive de l'uranium 238 que l'on se propose d'étudier. Sur le diagramme la masse du noyau est notée en u.

On rappelle $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV} \cdot c^{-2} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

On donne la masse de la particule $\alpha = 4,0015 \text{ u}$.



1°) Ces transmutations sont-elles spontanées ou provoquées ? identifier le noyau X sur le diagramme en représentant son symbole.

2°)

a- Préciser le type de transmission traduisant le passage du noyau de Bismuth **Bi** au noyau de Polonium Po. Ecrire l'équation de la réaction nucléaire correspondante.

b- Expliquer l'émission de l'électron au cours de cette réaction.

3°)

a- Ecrire l'équation de désintégration du noyau de polonium.

b- Montrer que cette réaction dégage de l'énergie.

c- Calculer l'énergie libérée par le noyau de polonium désintégré.

4°) On donne l'énergie de liaison des noyaux $^{206}\text{Pb} = 1578 \text{ MeV}$ et $^{210}\text{Pb} = 1600 \text{ MeV}$. Comparer la stabilité de ces noyaux.

Exercice N° 3 :

L'américium **241** est émetteur α . Le noyau fils correspondant est un noyau de neptunium (Np). Le noyau père est au repos dans le référentiel terrestre.

1°) Cas où le noyau de neptunium est obtenu à l'état fondamental.

a- Ecrire (en la justifiant) l'équation de désintégration d'un noyau $^{241}_{95}\text{Am}$

b- Calculer (en $\text{MeV} \cdot \text{C}^{-2}$) le défaut de masse de la relation nucléaire. Sous quelle forme apparaît l'énergie correspondante ?

Données : masse d'un noyau d'américium **241** : $m_1 = 241,0046 \text{ u}$.

Masse d'un noyau de neptunium obtenu : $m_2 = 236,9970 \text{ u}$.

Masse d'un noyau d'hélium **4** : $m_3 = 4,0025 \text{ u}$.

c- Parmi les particules produites, laquelle a la plus grande énergie cinétique ?

d- Evaluer sa vitesse (sachant que $\frac{E_\alpha}{M_{\text{NP}}} = \frac{E_{\text{CNP}}}{m_\alpha}$ on justifiera la réponse)

2°) Cas où le noyau de neptunium est obtenu dans un état excité on observe alors l'émission d'un rayonnement γ .

a- Justifier l'existence de ce rayonnement.

b- L'énergie cinétique minimale des particules α émises est : $E_{\text{Cmin}} = 5,1 \text{ MeV}$.
En déduire l'énergie maximale que pourrait avoir un photons γ .

Exercice N°4 :

Le polonium ($^{210}_{84}\text{Po}$) est radioactif α de période radioactive $T = 140 \text{ jours}$.

1°) Ecrire l'équation de sa désintégration sachant qu'il se forme du plomb (Pb).

2°) Montrer qu'il ya libération d'énergie au cours de cette réaction.

3°) Déduire alors l'énergie libérée par la désintégration d'un noyau Po en MeV.

4°) Calculer le nombre de noyau contenus dans une masse $m_0 = 2,52 \text{ g}$ de Po(210).

5°) Calculer la masse de H formé après 175 jours.

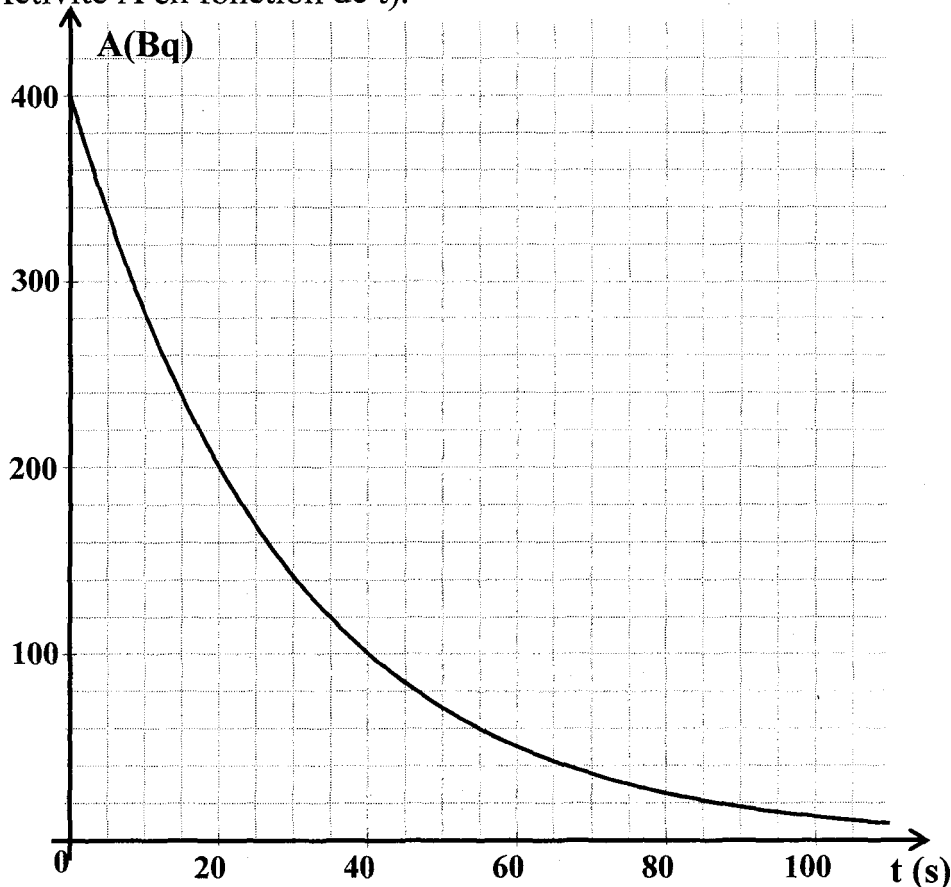
$M(\text{Po}) = 210,0857 \text{ u}$; $m(\text{Pb}) = 206,0789 \text{ u}$; $m(\text{He}) = 4,0026 \text{ u}$

$1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$; $N = 6,02 \cdot 10^{23}$

Exercice N° 05:

On étudie la désintégration du radioélément vanadium 52. A l'aide d'un compteur, on détermine le nombre de désintégration par seconde de cet échantillon. Les résultats sont donnés par la courbe suivante :

(Activité A en fonction de t).



1°) Définir la période radioactive T .

2°) En utilisant la loi de décroissance, déterminer la relation entre la période T et la constante radioactive λ .

3°) Déterminer, à partir du graphe la période T . Dédire λ .

4°) Déterminer l'activité A du vanadium à l'instant $t_1 = 1000s$. en déduire le nombre de noyaux de vanadium restant à cet instant.

Exercice N°6 :

A une origine des dates $t = 0$, on dispose d'un échantillon contenant N_0 noyaux de ($^{210}_{84}Po$) en moyenne ; à une date t , on détermine le nombre moyen N de noyau non désintégrés. Les mesures donnent :

T (en jours)	0	40	80	120	160	200	240
$\frac{N}{N_0}$	1,00	0,82	0,67	0,55	0,45	0,37	0,30

1°)

a- Tracer la courbe représentant $\ln \left(\frac{N}{N_0} \right) = f(t)$.

b-déduire, à partir de la courbe :

* la valeur de la constante radioactive

* la valeur de la période T du **polonium 210**.

2°) Au bout de combien de temps la masse restante de ($^{210}_{84}Po$) devient-elle le dixième de la masse initiale ?

Exercice N° 07 :

Le nucléide $^{52}_{23}V$ du vanadium est radioactif β^- . Il se désintègre en un noyau de chrome Cr avec émission d'un photon γ d'énergie $E = 143 \text{ MeV}$

1°)

a- Ecrire l'équation de cette désintégration. Quelle est l'origine de la particule β^- ? Expliquer ?

b- Quelle est l'origine du photon ? Calculer la longueur d'onde de la radiation émise.

2°) on étudie la désintégration d'un échantillon contenant, à $t = 0$, N_0 noyaux de **vanadium 52**. Le nombre de noyaux de **vanadium 52** restant à la date t est $N = N_0 e^{-\lambda t}$ avec λ la constante radioactive du **vanadium**.

A l'aide d'un compteur, on mesure, après chaque minute, le nombre n de désintégrations pendant une durée $\tau = 5s$. le rapport $A = \frac{n}{\tau}$ est l'activité de l'échantillon à la date t . On obtient le tableau suivant avec t la date moyenne de la mesure :

T (min)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
n	1585	1257	1075	873	741	584	471	428	355

a- définir l'activité d'un échantillon d'un radionucléide.

b- Etablir l'expression de A en fonction du temps. Construire la courbe

$\ln A = f(t)$.

c- Déduire de cette courbe les valeurs de λ et de la période radioactive T du vanadium 52.

d- Déterminer N_0 et le nombre de noyaux de vanadium 52 présents à la date $t = 30 \text{ min}$.

Exercice N°8 :

Le polonium 210 ($^{210}_{84}\text{Po}$) est radioactif α . Son noyau fils est un isotope du plomb Pb.

On donne : $m_{\text{Po}} = 209,9368\text{u}$; $m_{\text{Pb}} = 205,9295\text{u}$; $m_{\alpha} = 4,0015\text{u}$; $m_{\text{p}} = 1,007276\text{u}$; $m_{\text{n}} = 1,008665\text{u}$.

1°) Ecrire l'équation de la désintégration du polonium 210.

2°) Calculer, en MeV, l'énergie de liaison de chacun des noyaux Po et Pb. Déduire lequel est le plus stable.

3°) Calculer, en MeV, l'énergie libérée par la désintégration d'un noyau de polonium 210.

4°) On suppose que toute l'énergie libérée par sa désintégration est communiquée à la particule α sous forme d'énergie cinétique. Calculer la vitesse v_{α} .

5°) Un échantillon contient N_0 noyaux de $^{210}_{84}\text{Po}$, à $t = 0$, de masse $m_0 = 1\mu\text{g}$. La période de Po est $T = 138 \text{ jours}$.

a- Rappeler la définition de la période radioactive d'un radionucléide.

b- Soit N, le nombre de noyaux $^{210}_{84}\text{Po}$ dans cet échantillon à une date $t \geq 0$.

Donner l'expression N (t).

c- Quelle masse de polonium 210 reste-t-il au bout de deux ans.

(1ans = 365 jours).

d- En déduire le nombre de particules α émises pendant cette durée.

e- Calculer (en Bq) l'activité A de cet échantillon à la date $t = 2 \text{ ans}$.

f- Tracer la courbe $\ln A = f(t)$ pour $0 \leq t \leq 6 \text{ ans}$.

Exercice N° 9 :

Dans une centrale nucléaire, les noyaux $^{235}_{92}\text{U}$ subissant la fission par l'effet du choc de neutrons à Ec convenable. L'un des processus possibles conduit à la formation d'un noyau de césium $^{137}_{55}\text{Cs}$, d'un noyau de zirconium $^{97}_{40}\text{Zr}$, de x neutrons et de y électrons (particules β^-) à partir d'un noyau $^{235}_{92}\text{U}$ frappé par un neutron.

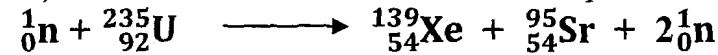
1°) Ecrire l'équation bilan de la réaction de fission selon ce processus.

2°) Calculer en MeV puis en J l'énergie libérée par la fission d'un noyau $^{235}_{92}\text{U}$ selon le processus considéré.

On donne les énergies de liaison par nucléon :

7,6 MeV pour $^{235}_{92}\text{U}$; 8,4 MeV pour $^{137}_{55}\text{Cs}$ et 8,6 MeV pour $^{97}_{40}\text{Zr}$.

3°) Parmi les autres modes de fission possibles, on peut considérer le suivant :

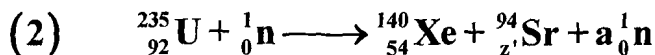


On donne : $m(^{235}_{92}\text{U}) = 235,12\text{u}$; $m(^{139}_{54}\text{Xe}) = 138,955\text{u}$; $m(^1_0\text{n}) = 1,0087\text{u}$;
 $m(^{95}_{54}\text{Sr}) = 94,945\text{u}$.

Calculer l'énergie libérée par la fission d'un noyau d'uranium 235 selon ce mode.

Exercice N° 10 :

A- On considère les équations des réactions suivantes :



1°) Calculer :

a- Z et A

b- Z' et a

2°) Quel est le nom de chaque réaction ?

3°) On donne :

* Les masses : $m(^2_1\text{H}) = 2,0140\text{u}$; $m(^3_2\text{H}) = 3,01603\text{u}$; $m(^4_2\text{H}) = 4,0026\text{u}$

$m(^1_0\text{n}) = 1,008655\text{u}$; $m(^1_1\text{p}) = 1,00727\text{u}$

* Les énergies de liaisons par nucléon en Mev/nucléon :

$E(^{235}_{92}\text{U}) = 7,5$; $E(^{140}_{54}\text{Xe}) = 8,2$; $E(^{94}_Z\text{Sr}) = 8,5$;

* $1\text{u} = 1,66 \cdot 10^{-27}\text{Kg}$; $1\text{Mev} = 1,6 \cdot 10^{-13}\text{J}$.

* $V_M = 22,4\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$.

* $N = 6,02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$.

a- Calculer en Mev l'énergie libérée par la formation d'un litre de gaz d'hélium par la réaction (1)

b- Calculer en Mev l'énergie libérée par le noyau $^{235}_{92}\text{U}$ par la réaction (2).

Exercice N° 11 :

En raison de réaction nucléaire dans la très haute atmosphère, la proportion de carbone 14 dans la carbone atmosphérique est constante au cours du temps et égale à $n_0 = 10^{-12}$. Cette proportion se retrouve dans tous les organismes vivants, puisque le carbone organique provient du dioxyde de carbone atmosphérique par photosynthèse. En revanche, dans un organisme diminue par désintégration des atomes ^{14}C .

1°) La période radioactive du carbone 14 est 5600 ans.

Soit $n(t)$ la proportion de carbone 14 restant au moment de la datation dans un organisme mort depuis un temps t . compléter le tableau après avoir recopié.

T (années)	0	2800	5600	8400	11200	14000	16800
$\frac{n(t)}{n_0}$		0,71		0,35		0,18	

2°) Tracer sur papier millimètre la courbe représentative de $\frac{n(t)}{n_0}$ en fonction de t , pour variant de 0 à 17000 ans.

Echelles : en abscisse : **1 cm pour 1000 ans.**

en ordonnée : **10 cm pour 1.**

3°) Lors des dernières éruptions volcaniques en Auvergne, des forêts ont été enfouies sous les cendres. En 1950, on a pu déterminer par spectrométrie de masse la valeur de la proportion $n(t)$ de **carbone 14** dans les bois fossilisés. On a obtenu les résultats suivants :

Lieu du gisement	$\frac{n(t)}{n_0}$
Montcyneire	0,49
Montchal	0,44
Lassolas	0,39

Déterminer graphiquement et par le calcul les « âges » de ces éruptions.