

La médecine est l'un des principaux domaines qui ont connu divers applications de la radioactivité ; ce domaine connaît l'utilisation de plusieurs éléments radioactifs dans le diagnostic et le traitement de plusieurs maladies. parmi ces éléments le sodium  $^{24}_{11}\text{Na}$  qui permet de suivre l'écoulement du sang dans le corps .

1- Le sodium  $^{24}_{11}\text{Na}$  est un nucléide radioactif qui produit le nucléide de magnésium  $^{24}_{12}\text{Mg}$  .

1-1- Écrire l'équation de désintégration du nucléide de sodium , et déterminer le type de cet radioactivité . (0,5 pt)

1-2- Calculer la constante radioactive  $\lambda$  du sodium 24 sachant que sa demi-vie est  $t_{1/2} = 15 \text{ h}$  . (0,25 pt)

2- Suite à un accident , une personne a perdu un volume de sang . Pour déterminer le volume de sang perdu , on injecte à la personne à la date  $t = 0$  un volume  $V_0 = 5 \text{ mL}$  d'une solution de chlorure de sodium de concentration  $C_0 = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  .

2-1- Calculer la quantité de matière  $n_1$  de sodium  $^{24}_{11}\text{Na}$  restant dans le sang de la personne accidentée à l'instant  $t_1 = 3 \text{ h}$  . (0,5 pt)

2-2- Calculer l'activité de cet échantillon à l'instant  $t_1$  . ( La constante d'Avogadro  $N_A = 6,02.10^{23} \text{ mol}^{-1}$  ) (0,25 pt)

2-3- A l'instant  $t_1 = 3 \text{ h}$  , l'analyse d'un volume  $V_2 = 2 \text{ mL}$  pris du sang de la personne accidentée a donné  $n_2 = 2,1.10^{-9} \text{ mol}$  de sodium 24 . En déduire le volume  $V_p$  de sang perdu sachant que le corps humain contient 5 L de sang et que le sodium est réparti uniformément dans le sang . (0,5 pt)

موضوع الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا 2009-الدورة العادية –  
مادة: الفيزياء والكيمياء، الشعب (5) أو المسلك: شعبة العلوم التجريبية مسلك العلوم الفيزيائية

Les eaux naturelles contiennent le chlore 36 radioactif et qui se renouvelle continuellement dans les eaux courantes à la surface de la Terre de façon que sa concentration reste constante , au contraire dans les eaux souterraines sa concentration diminue progressivement .

Cet exercice a pour but , la datation d'une nappe souterraine d'eau immobile à l'aide du chlore 36 .

Données :

noyau ou particule	chlore 36	neutron	proton
symbole	$^{36}_{17}\text{Cl}$	$^1_0\text{n}$	$^1_1\text{p}$
masse (u)	35,9590	1,0087	1,0073

- Demi-vie du chlore 36 :  $t_{1/2} = 3,01.10^5 \text{ ans}$

-  $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV.c}^{-2}$

1- Désintégration du nucléide chlore 36

La désintégration du nucléide du chlore  $^{36}_{17}\text{Cl}$  produit le nucléide argon  $^{36}_{18}\text{Ar}$  .

1-1- Donner la composition du nucléide  $^{36}_{17}\text{Cl}$  . (0,25 pt)

1-2- Calculer en MeV l'énergie de liaison du noyau du chlore 36 . (0,5 pt)

1-3- Écrire l'équation de cette désintégration et déterminer le type de sa radioactivité . (0,5 pt)

2- Datation d'une nappe souterraine d'eau immobile

La mesure de l'activité d'un échantillon d'eau de surface à un instant  $t$  a donné la valeur  $a_1 = 11,7.10^{-6} \text{ Bq}$  et celle d'un autre échantillon de même volume d'eau souterraine immobile la valeur  $a_2 = 1,19.10^{-6} \text{ Bq}$  .

On suppose que le chlore 36 est le seul responsable de la radioactivité dans l'eau , et que son activité dans les eaux de surface est égale à son activité dans les eaux souterraines à l'instant de la formation des nappes d'eau souterraines qui est considéré comme origine des dates . Déterminer en ans l'âge de la nappe d'eau souterraine étudiée . (0,75 pt)

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا -الدورة العادية 2010 – الموضوع - مادة: الفيزياء والكيمياء - شعبة العلوم التجريبية مسلك العلوم الفيزيائية

Le radon  $^{222}_{86}\text{Rn}$  est l'un des gaz rares radioactifs naturels , il est issu de la désintégration de l'uranium  $^{238}_{92}\text{U}$  qui se trouve dans les roches et le sol . L'inhalation du radon 222 représente la deuxième cause du cancer des poumons dans plusieurs pays du monde après la cigarette . Pour limiter les dangers du radon l'organisation mondiale de la santé (OMS) préconise le niveau  $100 \text{ Bq/m}^3$  comme niveau de référence et de ne pas dépasser  $300 \text{ Bq/m}^3$  comme niveau maximal .

Site de l'OMS

Données :

Masse du noyau du radon 222 :  $221,9703 \text{ u}$  ; masse du proton :  $1,0073 \text{ u}$  ; masse du neutron :  $1,0087 \text{ u}$

Demi-vie du radon 222 :  $t_{1/2} = 3,9 \text{ jours}$  ;  $1 \text{ jour} = 86400 \text{ s}$  ;  $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV.c}^{-2}$

La constante d'Avogadro  $N_A = 6,02.10^{23} \text{ mol}^{-1}$  ; masse molaire du radon :  $M(\text{Rn}) = 222 \text{ g.mol}^{-1}$

1- Désintégration du nucléide uranium  $^{238}_{92}\text{U}$

La désintégration du nucléide uranium  $^{238}_{92}\text{U}$  conduit au nucléide  $^{222}_{86}\text{Rn}$  et des particules  $\alpha$  et  $\beta^-$  .

1-1- Donner la composition du noyau  $^{222}_{86}\text{Rn}$  . (0,25 pt)

1-2- Calculer en MeV l'énergie de liaison du noyau du  $^{222}_{86}\text{Rn}$  . (0,5 pt)

1-3- Calculer le nombre de désintégrations  $\alpha$  et le nombre de désintégrations  $\beta^-$  produites pendant cette transformation . (0,25 pt)

2- Vérification de la qualité de l'air dans un habitat

A un instant  $t_0$  pris comme origine des dates , la mesure de l'activité du radon 222 dans un mètre cube d'air pris dans un habitat a donné la valeur  $a_0 = 5.10^3 \text{ Bq}$  .

2-1- Déterminer à l'instant  $t_0$  la masse de radon contenu dans chaque mètre cube d'air de cet habitat . (0,5 pt)

2-2- Déterminer le nombre de jours nécessaires pour que l'activité du radon devienne égale à la valeur maximale préconisée par l'organisation mondiale de la santé . (0,5 pt)

**الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2011 - الموضوع - مادة: الفيزياء والكيمياء - شعبة العلوم التجريبية مسلك العلوم الفيزيائية**

La datation au carbone 14 est l'une des techniques adoptées par les scientifiques pour déterminer l'âge de quelques fossiles et des roches. Le taux de carbone 14 reste constant dans l'atmosphère et dans les êtres vivants, lorsque ces derniers meurent ce taux diminue à cause de la radioactivité.

Cet exercice a pour objectif, l'étude de la radioactivité du carbone 14 et son utilisation pour la datation.

**Données :**

Demi-vie du carbone 14 :  $t_{1/2} = 5570$  ans

$1u = 931,5 \text{ MeV} \cdot c^{-2}$

Masse des particules

particule	${}^4_6\text{C}$	${}^4_7\text{N}$	électron
masse (u)	13,9999	13,9992	0,0005

**1- La radioactivité du carbone 14**

Le nucléide du carbone  ${}^4_6\text{C}$  est radioactif, et sa désintégration conduit au nucléide d'azote  ${}^4_7\text{N}$ .

1-1- Écrire l'équation de cette désintégration et donner le type de sa radioactivité. (0,75 pt)

1-2- Donner la composition du noyau fils. (0,25 pt)

1-3- Calculer en MeV l'énergie  $\Delta E$  résultant de la désintégration du noyau du carbone 14. (1 pt)

**2- Datation au carbone 14**

Des archéologues ont trouvé une statue en bois dont l'activité est 135 Bq.

Sachant que l'activité d'un morceau de bois contemporain de même masse et de même type de bois dont est faite la statue est 165 Bq, déterminer en ans l'âge approximatif de la statue de bois. (1 pt)

**الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2012 - الموضوع - مادة: الفيزياء والكيمياء - شعبة العلوم التجريبية مسلك العلوم الفيزيائية**

Pour dater ou suivre l'évolution de quelques phénomènes naturels, les scientifiques recourent à des techniques basées sur la loi de décroissance radioactive.

Parmi ces techniques, la technique de datation uranium - plomb.

**Données :**

Masse du noyau d'uranium 238 :  $m({}^{238}\text{U}) = 238,00031 \text{ u}$

Masse du noyau de plomb 206 :  $m({}^{206}\text{Pb}) = 205,92949 \text{ u}$

Masse du proton :  $m_p = 1,00728 \text{ u}$

Masse du neutron :  $m_n = 1,00886 \text{ u}$

$1u = 931,5 \text{ MeV} \cdot c^{-2}$

Masse molaire d'uranium 238 :  $M({}^{238}\text{U}) = 238 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Masse molaire du plomb 206 :  $M({}^{206}\text{Pb}) = 206 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

L'énergie de liaison par nucléon du plomb 206 :  $E({}^{206}\text{Pb}) = 7,87 \text{ MeV} / \text{nucléon}$

Demi-vie de l'uranium  ${}^{238}\text{U}$  :  $t_{1/2} = 4,5 \cdot 10^9$  ans

Le nucléide d'uranium 238 se transforme en nucléide de plomb 206 à travers une suite de désintégrations  $\alpha$  et  $\beta^-$ .

On modélise ses transformations nucléaires par l'équation bilan suivante :  ${}^{238}_{92}\text{U} \longrightarrow {}^{206}_{82}\text{Pb} + x \cdot {}^0_{-1}\text{e} + y \cdot {}^4_2\text{He}$

**1- Étude du noyau d'uranium**

1-1- En employant les lois de conservation, déterminer les nombres x et y de l'équation précédente. (0,5 pt)

1-2- Donner la composition du noyau d'uranium 238. (0,5 pt)

1-3- Calculer l'énergie de liaison par nucléon du noyau  ${}^{238}_{92}\text{U}$ , et vérifier que le noyau  ${}^{206}_{82}\text{Pb}$  est plus stable que le noyau  ${}^{238}_{92}\text{U}$ . (1 pt)

**2- Datation d'une roche minérale par la technique uranium- plomb**

On trouve de l'uranium et le plomb dans les roches avec des proportions qui dépendent de la date de leurs formations.

On suppose que le plomb dans quelques roches provient uniquement de la désintégration de l'uranium 238 avec le temps.

Soit un échantillon de roche qui contenait à l'instant de sa formation qu'on considère comme origine des dates, un nombre de noyau d'uranium  ${}^{238}_{92}\text{U}$ .

Cette roche renferme à l'instant t, une masse d'uranium 238  $m_u(t) = 10 \text{ g}$  et la masse de plomb 206  $m_{pb}(t) = 0,01 \text{ g}$ .

2-1- Montrer que l'âge de la roche minérale est :  $t = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \cdot \ln \left( 1 + \frac{m_{pb}(t) \cdot M({}^{238}\text{U})}{m_u(t) \cdot M({}^{206}\text{Pb})} \right)$  (0,75 pt)

2-2- Calculer t en ans. (0,25 pt)

**الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2013 - الموضوع - مادة: الفيزياء والكيمياء - شعبة العلوم التجريبية مسلك العلوم الفيزيائية**

Les médias qui ont couvert la catastrophe nucléaire de la station de Fukushima au Japon le 11 mars 2011, ont rapporté que la moyenne de la pollution au rayonnement nucléaire qui a touché les produits alimentaires, a dépassé parfois dix fois les moyennes tolérées. Par exemple, l'activité nucléaire de l'iode 131 dans les pinards s'est située entre 6100 Bq et 15020 par kilogramme. Au Japon, les pinards sont considérés non pollués si l'iode 131 radioactif, si son activité nucléaire ne dépasse pas 2000 Bq par kilogramme comme maximum toléré.  
D'après le site : www.ciirad.org  
L'exercice a pour but, l'étude de la décroissance radioactive d'un échantillon de pinard pollué par l'iode 131 radioactif.

**Données :**

- Demi-vie de l'iode 131 :  $t_{1/2} = 8$  jours
- $1u = 931,5 \text{ MeV} \cdot c^{-2}$
- $m(^{131}_{54}\text{Xe}) = 130,8755 \text{ u}$
- $m(^{131}_{54}\text{I}) = 130,87570 \text{ u}$
- $m(e^-) = 0,00055 \text{ u}$

**1- Étude du nucléide d'iode  $^{131}_{54}\text{I}$ .**

- 1-1- La désintégration du nucléide d'iode  $^{131}_{54}\text{I}$  produit le nucléide  $^{131}_{54}\text{Xe}$ , écrire l'équation de cette désintégration et donner son type. (0,5 pt)
- 1-2- Calculer en MeV l'énergie produite par la désintégration d'un noyau d'iode 131. (0,75 pt)

**2- Étude d'un échantillon de pinard pollué par l'iode 131.**

La mesure de l'activité nucléaire d'un échantillon de pinard, pris dans un champ près du lieu de la catastrophe, la valeur 8000 Bq par kilogramme à l'instant pris comme origine des dates.

- 2-1- Calculer  $N_0$  le nombre de noyaux présent dans l'échantillon de pinard à l'origine des dates. (0,5 pt)
- 2-2- Déterminer en jours la durée minimale nécessaire à l'échantillon de pinard étudié, pour devenir non pollué par l'iode 131. (0,75 pt)

**الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2015 - الموضوع - مادة: الفيزياء والكيمياء - شعبة العلوم التجريبية: مسلك العلوم الفيزيائية**

L'astate 211, radioactif  $\alpha$ , est utilisé en médecine nucléaire pour diagnostiquer et suivre l'évolution de quelques tumeurs cancéreuses.

La désintégration du noyau d'astate  $^{211}_{85}\text{At}$  produit l'isotope de l'élément bismuth  $^{\text{X}}_{\text{Y}}\text{Bi}$ .

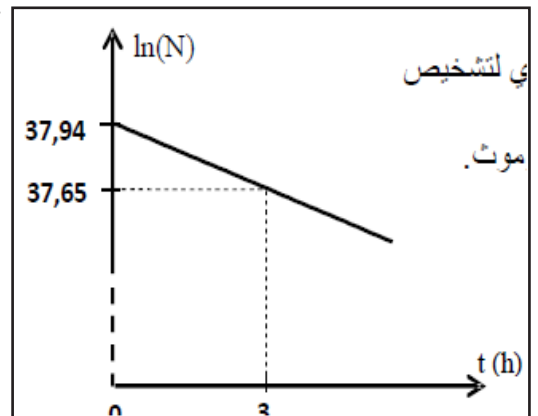
La figure ci-contre représente les variations de  $\ln(N)$  en fonction du temps  $t$ , avec  $N$  le nombre de noyaux d'astate 211 restant à l'instant  $t$ .

1- le noyau de bismuth issu de la désintégration du noyau  $^{211}_{85}\text{At}$  est :

- $^{206}_{83}\text{Bi}$       ■  $^{207}_{82}\text{Bi}$       ■  $^{207}_{83}\text{Bi}$       ■  $^{208}_{84}\text{Bi}$

2- La demi-vie  $t_{1/2}$  de l'astate 211 est :

- $t_{1/2} \approx 4,19 \text{ h}$       ■  $t_{1/2} \approx 5,50 \text{ h}$       ■  $t_{1/2} \approx 7,17 \text{ h}$       ■  $t_{1/2} \approx 27,30 \text{ h}$



**الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2015 - الموضوع - مادة: الفيزياء والكيمياء - شعبة العلوم التجريبية: مسلك العلوم الفيزيائية**

Le noyau de polonium  $^{210}_{84}\text{Po}$  se désintègre en noyau de plomb  $^{206}_{82}\text{Pb}$ .

1- Pendant cette transformation nucléaire, il y a émission d'une particule qui est : (0,75 pt)

- particule  $\alpha$       ■ un neutron      ■ un électron      ■ un positron

2- Soit un échantillon de polonium 210, de demi-vie  $t_{1/2}$ , d'activité initiale  $a_0$  et  $a(t)$  à l'instant  $t$ .

À l'instant  $t_1 \approx 3 \cdot t_{1/2}$ , la valeur du rapport  $a(t_1) / a_0$  est : (0,75 pt)

- 1/3      ■ 1/6      ■ 1/8      ■ 1/9

**الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2016 - الموضوع**  
**- مادة: الفيزياء والكيمياء - مسلك العلوم الفيزيائية - المسالك الدولية (خيار فرنسية)**

La formation de l'hélium à partir du deutérium et du tritium, qui sont deux isotopes de l'hydrogène, est une réaction de fusion nucléaire spontanée qui se produit continuellement au cœur des étoiles. L'homme essaie sans cesse de reproduire cette réaction au laboratoire afin d'utiliser de façon contrôlée son énorme énergie libérée. Le chemin est encore long pour surmonter les différents obstacles techniques.

On modélise cette réaction nucléaire par l'équation suivante :  ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \longrightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$

Données :

Particule	deutérium	tritium	hélium	neutron
masse (u)	2,01355	3,01550	4,00150	1,00866

- Célérité de la lumière dans le vide :  $3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ .
- Constante de Planck :  $3,36 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$ .
- $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV.c}^{-2}$
- $1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$ .

1. Déterminer les nombres A et Z du noyau d'hélium. **(0,5 pt)**
2. Calculer, en MeV, l'énergie libérée  $E_{\text{lib}}$  lors de cette réaction nucléaire. **(0,75 pt)**
3. On suppose que toute l'énergie libérée s'est transformée en rayonnement électromagnétique.

Déterminer la longueur d'onde  $\lambda$  associée à ce rayonnement. **(0,75 pt)**

4. Un échantillon de sol contient du tritium radioactif. A la date  $t = 0$ , l'activité de cet échantillon est  $a_0 = 2,0 \cdot 10^6 \text{ Bq}$ . A l'instant de date  $t_1 = 4 \text{ ans}$ , cette activité devient égale à  $a_1 = 1,6 \cdot 10^6 \text{ Bq}$ . Déterminer l'activité  $a_2$  de cet échantillon à l'instant de date  $t_2 = 12,4 \text{ ans}$ . **(1pt)**

**الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2016 - الموضوع**  
**- مادة: الفيزياء والكيمياء - مسلك العلوم الفيزيائية - المسالك الدولية (خيار فرنسية)**

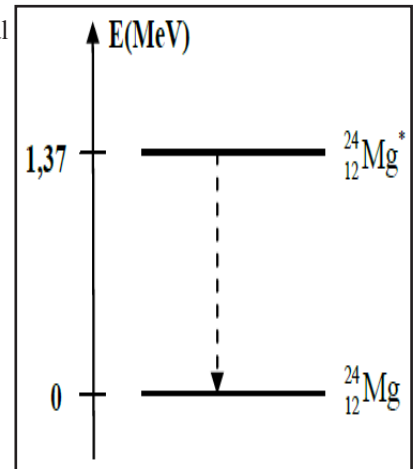
Le noyau de sodium  ${}^{24}_{11}\text{Na}$  se désintègre en noyau de magnésium  ${}^{24}_{12}\text{Mg}$  avec production d'une particule X.

1. Identifier la particule X et préciser le type de radioactivité du sodium 24. **(0,5 pt)**
2. Calculer, en MeV, l'énergie libérée  $E_{\text{lib}}$  lors de cette désintégration. **(0,75 pt)**
3. Déterminer, en J / nucléon, l'énergie de liaison par nucléon E du noyau  ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ . **(0,75 pt)**
4. Lorsque le noyau de magnésium 24 est dans l'état excité, sa transition vers l'état fondamental s'accompagne de l'émission d'un rayonnement électromagnétique. (voir diagramme d'énergie ci-dessous)

Calculer la fréquence  $\nu$  du rayonnement émis. **(0,5 pt)**

Données:

- Constante de Planck :  $3,36 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$ .
- Masse de  ${}^{24}_{11}\text{Na}$  :  $23,98493 \text{ u}$  ;
- Masse de  ${}^{24}_{12}\text{Mg}$  :  $23,97846 \text{ u}$  ;
- Masse de l'électron :  $0,00055 \text{ u}$  ;
- Masse du proton :  $1,00728 \text{ u}$  ;
- Masse du neutron :  $1,00866 \text{ u}$  ;
- $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV.c}^{-2}$  ;  $1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$ .



**الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2017 - الموضوع**  
**- مادة: الفيزياء والكيمياء - مسلك العلوم الفيزيائية - خيار فرنسية**

La désintégration du noyau de cobalt  ${}^{60}_{27}\text{Co}$  donne un noyau de nickel  ${}^{60}_{28}\text{Ni}$  et une particule X.

Données:

- Masse du noyau  ${}^{60}_{27}\text{Co}$  :  $59,91901 \text{ u}$  ;
- Masse du noyau  ${}^{60}_{28}\text{Ni}$  :  $59,91543 \text{ u}$  ;
- Masse de l'électron :  $0,00055 \text{ u}$  ;
- Masse du proton :  $1,00728 \text{ u}$  ;
- Masse du neutron :  $1,00866 \text{ u}$  ;
- L'énergie de liaison par nucléon du noyau  ${}^{60}_{28}\text{Ni}$  :  $8,64 \text{ MeV/nucléon}$  ;
- $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV.c}^{-2}$ .

1. Identifier la particule X, puis déterminer le type de désintégration du cobalt 60. **(0,5 pt)**
2. Calculer, en MeV, l'énergie libérée  $E_{\text{lib}}$  au cours de cette désintégration. **(0,5 pt)**
3. Déterminer, en MeV / nucléon, l'énergie de liaison par nucléon E du noyau  ${}^{60}_{28}\text{Ni}$  ; puis décider parmi les deux noyaux  ${}^{60}_{28}\text{Ni}$  et  ${}^{56}_{28}\text{Ni}$  lequel est le plus stable. **(0,5 pt)**