

**Examens n° 3**

الصفحة  
8 4

NS31 الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2011 - الموضوع - مادة: الفيزياء والكيمياء - شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب) (الترجمة الفرنسية)

PHYSIQUE

Exercice 1 (2 points) : Datation par le carbone 14

Toutes les plantes absorbent le carbone C qui se trouve dans l'atmosphère ( $^{12}\text{C}$  et  $^{14}\text{C}$ ) à travers le dioxyde de carbone de telle sorte que le rapport du nombre  $N(^{14}\text{C})_0$  des noyaux de carbone 14 à celui des noyaux de carbone  $N(\text{C})_0$  dans les plantes reste constant durant leur vie :  $\frac{N(^{14}\text{C})_0}{N(\text{C})_0} = 1,2 \cdot 10^{-12}$ .

A partir de l'instant où la plante meurt, ce rapport commence à diminuer à cause de la désintégration du carbone 14 qui est un isotope radioactif .

Données :

- Demi-vie du carbone 14 :  $t_{1/2} = 5730$  ans ;
- Masse molaire du carbone :  $M(\text{C}) = 12,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  ;
- Constante d'Avogadro :  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  ;
- $1 \text{ an} = 3,15 \cdot 10^7 \text{ s}$  .
- Le noyau du carbone 14 est radioactif  $\beta^-$  , sa désintégration donne un noyau  $^A_Z\text{Y}$  .

1- La figure (1) donne une partie du diagramme de Segri (Z,N) .

0,25 1.1- Ecrire l'équation de la transformation nucléaire du carbone 14 en déterminant le noyau fils  $^A_Z\text{Y}$  .

0,25 1.2- La désintégration du noyau du carbone  $^{14}_6\text{C}$  donne un noyau de bore  $^A_Z\text{B}$  .

Ecrire l'équation de cette transformation nucléaire en déterminant A' et Z' .

2- A l'aide du diagramme énergétique représenté dans la figure (2) :

0,25 2.1- Trouver l'énergie de liaison par nucléon du noyau de carbone 14 .

0,25 2.2- Trouver la valeur absolue de l'énergie produite par la désintégration d'un noyau du carbone 14.

3- On veut déterminer l'âge d'un morceau de bois très ancien , pour cela on y prélève à un instant t un échantillon de masse  $m = 0,295 \text{ g}$  , on trouve que cet échantillon donne 1,40 désintégrations par minute. On considère que ces désintégrations proviennent uniquement du carbone 14 qui se trouve dans l'échantillon étudié.

On prélève d'un arbre vivant un morceau de même masse que l'échantillon précédent  $m = 0,295 \text{ g}$  , on trouve que le pourcentage massique du carbone dans ce morceau est 51,2%

0,5 3.1- Calculer le nombre de noyaux du carbone C et le nombre de noyaux du carbone 14 dans le morceau qui a été prélevé de l'arbre vivant .

0,5 3.2- Déterminer l'âge du morceau de bois ancien .

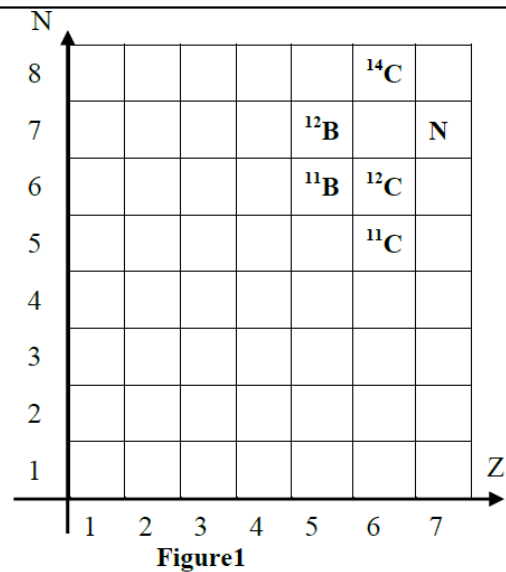


Figure 1

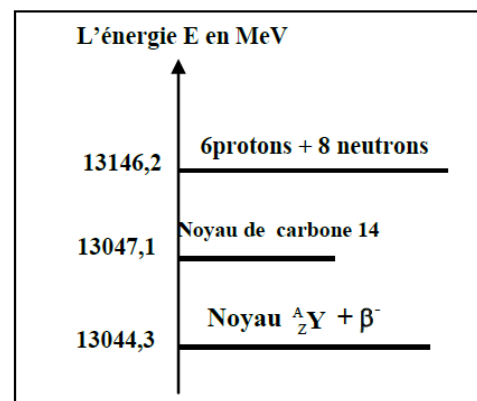


Figure 2

Physique : (13 points )

Exercice 1 : (2 points) Les réactions nucléaires des isotopes d'hydrogène

L'énergie solaire provient de la réaction de fusion des noyaux d'hydrogène .Les physiciens s'intéressent à produire l'énergie nucléaire à partir de la réaction de fusion des isotopes d'hydrogène : deutérium  ${}^2_1\text{H}$  et tritium  ${}^3_1\text{H}$  .

Données : Les masses en unité u :  $m({}^3_1\text{H})=3,01550 \text{ u}$  ;  $m({}^2_1\text{H})=2,01355 \text{ u}$  ;  
 $m({}^4_2\text{He})=4,00150 \text{ u}$  ;  $m({}^1_0\text{n})=1,00866 \text{ u}$   
 $1\text{u} = 1,66.10^{-27} \text{ kg} = 931,5 \text{ MeV}.c^{-2}$

1- la radioactivité  $\beta^-$  du tritium

Le nucléide tritium  ${}^3_1\text{H}$  est radioactif  $\beta^-$  ,

sa désintégration donne lieu à un isotope de l'élément Hélium .

0,25

1.1- Ecrire l'équation de cette désintégration .

0,5

1.2- On dispose d'un échantillon radioactif du nucléide tritium  ${}^3_1\text{H}$  contenant  $N_0$  nucléides à l'instant  $t=0$  .

Soit N le nombre de nucléides tritium dans l'échantillon à l'instant t .

Le graphe de la figure1 représente les variations de  $\ln(N)$  en fonction du temps t .

Déterminer la demi-vie  $t_{1/2}$  du tritium .

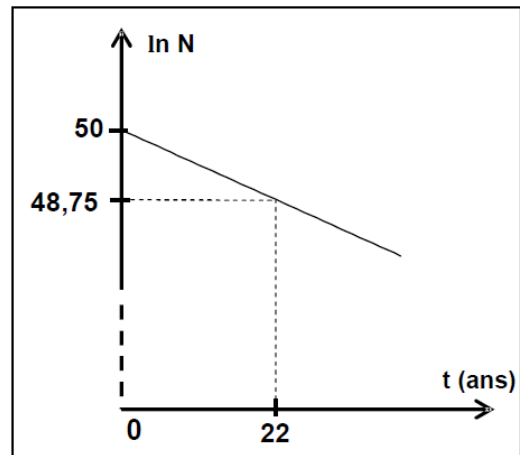


Figure 1

2- Fusion nucléaire

0,5

2.1- La courbe de la figure 2 représente les variations de l'opposé de l'énergie de liaison par nucléon en fonction du nombre de nucléons A .

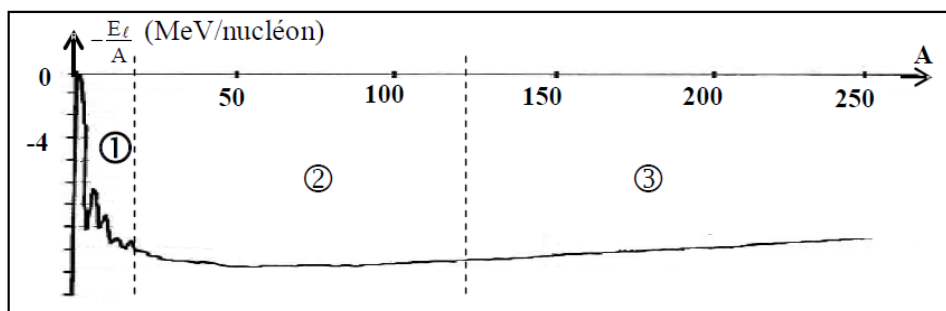


Figure2

Déterminer, parmi les intervalles ① , ② et ③ indiqués sur la figure 2, celui dans lequel les nucléides sont susceptibles de subir des réactions de fusion . Justifier la réponse .

0,75

2.2- L'équation de la réaction de fusion des noyaux de deutérium  ${}^2_1\text{H}$  et de tritium  ${}^3_1\text{H}$  s'écrit :  ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \longrightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$  .

On peut extraire 33mg de deutérium à partir de 1,0L de l'eau de mer .

Calculer, en MeV, la valeur absolue de l'énergie que l'on peut obtenir à partir de la réaction de fusion du tritium et du deutérium extrait de  $1 \text{ m}^3$  de l'eau de mer .

## Transformations nucléaires

الصفحة 8 / 4	<b>RS31</b>	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة ..... 2013 - الموضوع - مادة: الفيزياء والكيمياء - شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب) (الترجمة الفرنسية)
-----------------	-------------	--

### PHYSIQUE

#### exercice1(2,25 pts)

Un réacteur nucléaire fonctionne avec l'uranium enrichie qui est constitué de  $p = 3\%$  de  $^{235}\text{U}$  fissible et  $p' = 97\%$  de  $^{238}\text{U}$  non fissible.

La production de l'énergie au sein de cette centrale nucléaire est basée sur la fission de l'uranium  $^{235}\text{U}$  bombardé par des neutrons.

**Donnés :**  $m(^{140}\text{Xe}) = 139,8920 \text{ u}$  ;  $m(^{94}\text{Sr}) = 93,8945 \text{ u}$  ;  $m(^{235}\text{U}) = 234,9935 \text{ u}$  ;  $m(^1_0\text{n}) = 1,0087 \text{ u}$

$$1\text{MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J} ; 1\text{u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,5 \text{ MeV} \cdot c^{-2}.$$

Le noyau  $^{235}\text{U}$  subit une fission selon l'équation :  $^1_0\text{n} + ^{235}_{92}\text{U} \rightarrow ^{94}_{z}\text{Sr} + ^{140}_{54}\text{Xe} + x^1_0\text{n}$ .

0,25 | 1- Déterminer  $x$  et  $z$ .

0,5 | 2- Calculer en joule ( $J$ ) l'énergie  $|\Delta E_0|$  libérée par la fission de  $m_0 = 1\text{g}$  de  $^{235}\text{U}$ .

0,75 | 3- Pour produire une quantité d'énergie électrique  $W = 3,73 \cdot 10^{16} \text{ J}$ , un réacteur nucléaire de rendement  $r = 25\%$  consomme une masse  $m$  de l'uranium enrichi. Exprimer  $m$  en fonction de  $W$ ,  $|\Delta E_0|$ ,  $m_0$ ,  $r$  et  $p$ . Calculer  $m$ .

4/- Dans ce réacteur nucléaire se trouve aussi une faible quantité du nucléide  $^{234}\text{U}$  qui est radioactif  $\alpha$ .

0,75 | La mesure de l'activité radioactive, à l'instant  $t = 0$ , d'un échantillon de l'uranium  $^{234}_{92}\text{U}$

a donné la valeur  $a_0 = 5,4 \cdot 10^8 \text{ Bq}$ .

Calculer la valeur de l'activité nucléaire de cet échantillon à l'instant  $t = \frac{t_{1/2}}{4}$

الصفحة 8 / 4	<b>NS 31</b>	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2014 - الموضوع - مادة : الفيزياء والكيمياء - شعبة العلوم الرياضية (أ) و(ب) (الترجمة الفرنسية)
-----------------	--------------	--

### Exercice 1 (2,25 points) : la physique nucléaire dans le domaine médical

L'injection intraveineuse d'une solution contenant le phosphore 32 radioactif permet dans certains cas le traitement de la multiplication anormale des globules rouges au niveau des cellules de la moelle osseuse.

**Données :** Les masses en unité atomique  $u$  :

$$m(^{32}_{15}\text{P}) = 31,9840 \text{ u} ; m(\beta^-) = 5,485 \times 10^{-4} \text{ u} ; 1\text{Mev} = 1,6 \times 10^{-13} \text{ J}$$

$$m(^4_2\text{Y}) = 31,9822 \text{ u} ; 1\text{u} = 931,5 \text{ Mev}/c^2$$

La demi- vie du nucléide phosphore  $^{32}_{15}\text{P}$  :  $t_{1/2} = 14,3 \text{ jours}$ .  $1 \text{ jour} = 86400 \text{ s}$

#### 1. L'activité radioactive du nucléide radioactif $^{32}_{15}\text{P}$

Le nucléide  $^{32}_{15}\text{P}$  est radioactif  $\beta^-$ , sa désintégration donne naissance au nucléide  $^{32}_{15}\text{S}$ .

0,25 | 1-1 écrire l'équation de la désintégration du nucléide de phosphore  $^{32}_{15}\text{P}$  en précisant A et Z.

0,5 | 1-2 calculer en Mev la valeur absolue de l'énergie libérée lors de la désintégration du nucléide  $^{32}_{15}\text{P}$ .

#### 2. L'injection intraveineuse au phosphore $^{32}_{15}\text{P}$

à l'instant  $t=0$ , on prépare un échantillon du phosphore  $^{32}_{15}\text{P}$  dont l'activité radioactive est  $a_0$

0,25 | 2-1 définir l'activité radioactive 1Bq.

## Transformations nucléaires

2-2 à l'instant  $t_1$ , on injecte à un patient une quantité d'une solution de phosphore  $^{32}_{15}P$  dont l'activité radioactive est  $a_1 = 2,5 \times 10^9 \text{ Bq}$ .

0,25 a- Calculer en jour, la durée  $\Delta t$  nécessaire pour que l'activité nucléaire  $a_2$  du phosphore  $^{32}_{15}P$  soit égale à 20% de  $a_1$ .

0,5 b- On note  $N_1$  le nombre de nucléides du phosphore  $^{32}_{15}P$  restant à l'instant  $t_1$  et on note  $N_2$  le nombre de nucléides restant à l'instant  $t_2$  dont l'activité radioactive de l'échantillon est  $a_2$ .

Trouver l'expression du nombre de nucléides désintégrés pendant la durée  $\Delta t$  en fonction de  $a_1$  et  $t_{1/2}$ .

0,5 c- En déduire, en joule, la valeur absolue de l'énergie libérée pendant la durée  $\Delta t$ .

الصفحة 4	NS 3 1	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2015 - الموضوع - مادة: الفيزياء والكيمياء - شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب) (الترجمة الفرنسية)
-------------	--------	---

### Les transformations nucléaires (2,25 points)

Les réactions de fusion et de fission sont considérées parmi les réactions qui produisent une grande énergie qu'on peut exploiter dans divers domaines.

- Données :**
- $1 \text{ MeV} = 1,6022 \cdot 10^{-13} \text{ J}$
  - $m(^1_1\text{H}) = 1,00728 \text{ u}$  ;  $m(^4_2\text{He}) = 4,00151 \text{ u}$  ;  $m(^0_{-1}\text{e}) = 5,48579 \cdot 10^{-4} \text{ u}$  .
  - $1 \text{ u} = 931,494 \text{ MeV} \cdot \text{c}^{-2} = 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
  - On prend la masse du soleil :  $m_s = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$  .
  - On considère que la masse de l'hydrogène  $^1_1\text{H}$  représente 10% de la masse du soleil.

1-On donne dans le tableau ci-dessous les équations de quelques réactions nucléaires :

A	$^2_1\text{H} + ^3_1\text{H} \longrightarrow ^4_2\text{He} + ^1_0\text{n}$
B	$^{60}_{27}\text{Co} \longrightarrow ^{60}_{28}\text{Ni} + ^0_{-1}\text{e}$
C	$^{238}_{92}\text{U} \longrightarrow ^4_2\text{He} + ^{234}_{90}\text{Th}$
D	$^{235}_{92}\text{U} + ^1_0\text{n} \longrightarrow ^{139}_{54}\text{Xe} + ^{94}_{38}\text{Sr} + 3^1_0\text{n}$

0,25 1.1- Identifier, parmi ces équations, celle correspondant à la réaction de fusion.

1.2- En utilisant le diagramme d'énergie ci-contre, calculer :

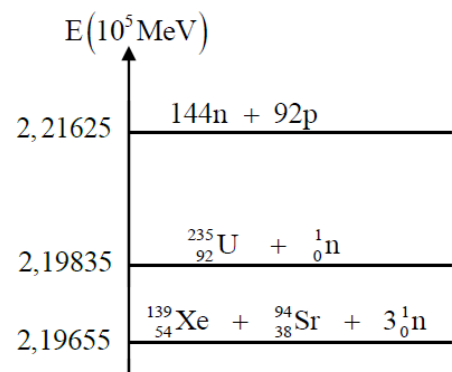
0,25 1.2.1- L'énergie de liaison par nucléon du noyau  $^{235}_{92}\text{U}$  .

0,25 1.2.2- L'énergie  $|\Delta E_0|$  produite par la réaction D.

2-Il se produit dans le soleil des réactions nucléaires dues essentiellement à la transformation de l'hydrogène selon l'équation bilan :  $4^1_1\text{H} \longrightarrow ^4_2\text{He} + 2^0_{-1}\text{e}$

0,5 2.1-Calculer, en joule, l'énergie  $|\Delta E|$  produite par cette transformation.

1 2.2 -Trouver, en ans, la durée nécessaire à la consommation de tout l'hydrogène présent dans le soleil, sachant que l'énergie libérée chaque année par le soleil selon cette transformation est  $E_s = 10^{34} \text{ J}$  .



الصفحة 4	NS31F	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2016 - الموضوع
8		- مادة: الفيزياء والكيمياء - مسلك العلوم الرياضية (أ) و (ب) - المسالك الدولية (خيار فرنسية)

**Physique (13points):**

**Les transformations nucléaires (2,25 points) :La radioactivité du polonium.**

Le noyau de polonium  $^{210}_{84}\text{Po}$  se désintègre spontanément pour se transformer en un noyau de plomb  $^{206}_{82}\text{Pb}$  avec émission d'une particule  $\alpha$ .

Cet exercice se propose d'étudier le bilan énergétique de cette transformation ainsi que l'évolution de cette dernière au cours du temps.

**Données :**

- Energie de liaison du noyau de polonium 210 :  $E_l(^{210}\text{Po})=1,6449.10^3 \text{ MeV}$ ,
- Energie de liaison du noyau de plomb 206 :  $E_l(^{206}\text{Pb})=1,6220.10^3 \text{ MeV}$ ,
- Energie de liaison de la particule  $\alpha$  :  $E_l(\alpha) = 28,2989 \text{ MeV}$ ,
- On désigne par  $t_{1/2}$  la demi-vie du noyau de polonium 210.

0,5 1-Ecrire l'équation de cette transformation nucléaire en déterminant le nombre Z.

0,5 2- Déterminer en MeV l'énergie  $|\Delta E|$  produite lors de la désintégration d'un noyau de  $^{210}_{84}\text{Po}$ .

3-Soient  $N_0(\text{Po})$  le nombre de noyaux de polonium dans un échantillon à l'instant de date  $t=0$  et  $N(\text{Po})$  le nombre de noyaux restant dans le même échantillon à un instant de date  $t$ .

0,25 3-1- On désigne par  $N_D$  le nombre de noyaux de polonium désintégrés à l'instant de date  $t=4.t_{1/2}$ .

Choisir la proposition juste parmi les propositions suivantes :

a-  $N_D = \frac{N_0(\text{Po})}{8}$  ; b-  $N_D = \frac{N_0(\text{Po})}{16}$  ; c-  $N_D = \frac{N_0(\text{Po})}{4}$  ; d-  $N_D = \frac{15N_0(\text{Po})}{16}$ .

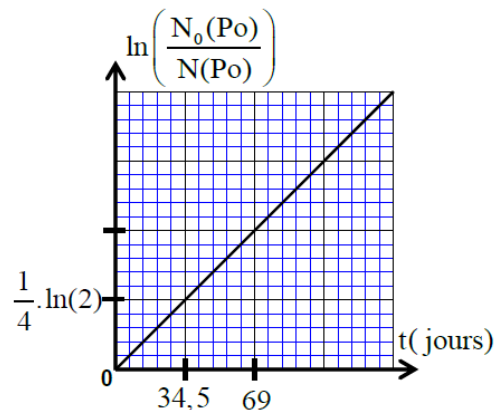
0,5 3-2- La courbe ci-dessous représente les variations de  $\ln\left(\frac{N_0(\text{Po})}{N(\text{Po})}\right)$  en fonction du temps .

A l'aide de cette courbe, déterminer en jour la demi-vie  $t_{1/2}$ .

0,5 3-3-Sachant que l'échantillon ne contient pas du plomb à  $t=0$ , déterminer en jour, l'instant  $t_1$  pour lequel :

$\frac{N(\text{Pb})}{N(\text{Po})} = \frac{2}{5}$ , où  $N(\text{Pb})$  est le nombre de noyaux de plomb

formés à cet instant.



## Transformations nucléaires

الصفحة 4	RS30 F	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2017 - الموضوع - مادة: الفيزياء والكيمياء - شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب) - خيار فرنسية
8		

### Transformations nucléaires (2,25 points) : Etude de l'activité d'un échantillon radioactif

On étudie dans cet exercice la désintégration d'un échantillon radioactif du cobalt ayant une fiche technique portant les indications suivantes :

- Cobalt 60 :  ${}_{27}^{60}\text{Co}$  .
- Masse molaire atomique :  $M = 60 \text{ g.mol}^{-1}$  .
- Radioactivité :  $\beta^-$  .
- Constante de temps :  $\tau = 2,8.10^3$  jours .

#### Données :

- Constante d'Avogadro  $N_A = 6,02.10^{23} \text{ mol}^{-1}$  ;
- Une année solaire :  $1 \text{ an} = 365,25$  jours ;
- Energie de liaison du nucléide  ${}^A_Z\text{X}$ :  $E_\ell = 588,387 \text{ MeV}$  ;
- $m({}^{60}\text{Co}) = 59,8523 \text{ u}$  ;

0,5 1- Choisir la proposition juste parmi les propositions suivantes :

- a- La constante radioactive a la dimension du temps.
- b- L'activité d'un échantillon s'exprime en seconde .
- c- Pour les noyaux lourds et selon la courbe d'Aston, plus un noyau est lourd, moins il est stable.
- d- Le défaut de masse s'exprime en MeV .

0,25 2- Définir la radioactivité  $\beta^-$  .

0,75 3- Le noyau issu de la désintégration de  ${}_{27}^{60}\text{Co}$  est  ${}^A_Z\text{X}$ . En se basant sur les énergies de masse, calculer en MeV l'énergie  $|\Delta E|$  libérée par la réaction de désintégration du  ${}_{27}^{60}\text{Co}$  .

0,75 4- La masse initiale de l'échantillon radioactif à l'instant de sa réception par un laboratoire spécialisé est  $m_0 = 50 \text{ mg}$ . On considère l'instant de réception de cet échantillon comme origine des dates ( $t = 0$ ). La mesure de l'activité de l'échantillon étudié à un instant  $t_1$  donne la valeur  $a_1 = 5,18.10^{11} \text{ Bq}$ .  
Montrer que  $t_1 = \tau \ln \left( \frac{N_A \cdot m_0}{\tau \cdot M \cdot a_1} \right)$ . Calculer, en année, sa valeur .

الصفحة 3 8	NS30F	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2018 - الموضوع - مادة: الفيزياء والتجهيز - شعبة العلوم الرياضية "أ" و"ب" - خيار فزيكية	
------------------	-------	--	---

**Exercice 1 : Transformations nucléaires(3,25 points)**

On se propose dans cet exercice d'étudier la radioactivité  $\alpha$  du radium ainsi que le mouvement d'une particule  $\alpha$  dans un champ magnétique uniforme.

1- C'est en 1898 que Marie et Pierre Curie annoncèrent la découverte de deux éléments radioactifs :

le polonium et le radium. Le radium  ${}^{226}_{88}\text{Ra}$  qui se transforme en radon  ${}^{222}_{86}\text{Rn}$ , est considéré comme l'un des exemples historiques de la radioactivité  $\alpha$ . L'activité d'un échantillon radioactif était alors calculée par rapport au radium considéré comme étalon. Elle fut exprimée en curie (Ci) pendant des années, avant d'utiliser le Becquerel(Bq) comme unité.

Le curie (1Ci) est l'activité d'un échantillon d'un gramme (1g) de radium 226.

**Données :**

-Masse molaire du radium :  $M=226\text{g.mol}^{-1}$  ; Constante d'Avogadro :  $N_A=6,02.10^{23}\text{ mol}^{-1}$  ;

-Energie de liaison du noyau de radium :  $E_\ell({}^{226}_{88}\text{Ra})=1,7311.10^3\text{ MeV}$  ;

-Energie de liaison du noyau de radon :  $E_\ell({}^{222}_{86}\text{Rn})=1,7074.10^3\text{ MeV}$  ;

-Energie de liaison du noyau de l'hélium :  $E_\ell({}^4_2\text{He})=28,4\text{ MeV}$  ;

-Constante radioactive du radium :  $\lambda=1,4.10^{-11}\text{ s}^{-1}$  ;  $1\text{an}=365,25\text{ jours}$  ;

0,25 1-1-Donner la définition de l'énergie de liaison d'un noyau.

0,5 1-2-Choisir la proposition juste parmi les propositions suivantes :

a- Le radium et le radon sont deux isotopes.

b- Le noyau du radium est constitué de 88 neutrons et de 138 protons.

c- Après une durée égale à  $3t_{1/2}$  ( $t_{1/2}$  demi-vie du radium), il reste 12,5% des noyaux initiaux.

d- La relation entre la demie-vie et la constante radioactive est :  $t_{1/2}=\lambda.\ln 2$ .

0,5 1-3-Montrer que  $1\text{Ci}\approx 3,73.10^{10}\text{ Bq}$ .

0,5 1-4-Quelle serait, en Becquerel (Bq), en Juin 2018,l'activité d'un échantillon de masse 1g de radium dont l'activité en Juin 1898 était de 1Ci .

0,5 1-5-Calculer, en MeV, l'énergie  $|\Delta E|$  produite par la désintégration d'un noyau de radium.