

## Exercice 1 :

On donne ci-contre la famille radioactive de l'uranium 238, c'est-à-dire les noyaux résultant des désintégrations successives de l'uranium 238 et de ses noyaux fils, petit-fils etc...

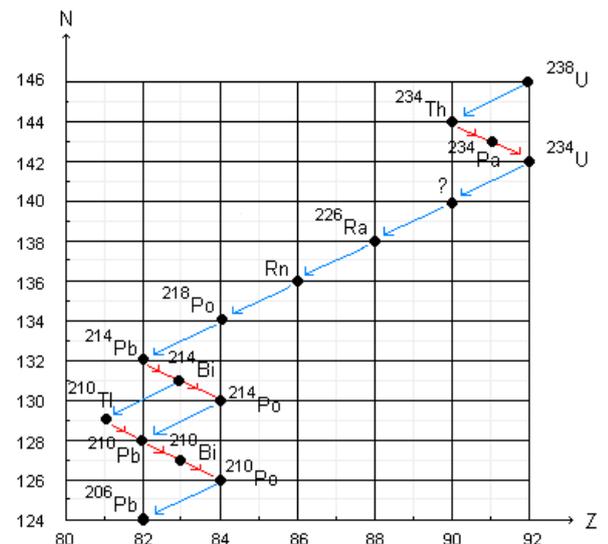
1- Donner, en justifiant vos réponses, la nature des désintégrations qui conduisent de l'uranium 238 à l'uranium 234 (on ne demande pas d'écrire les équations de ces désintégrations).

2- La désintégration de l'uranium 234 conduit à un noyau manquant. Donner, en justifiant votre réponse, le symbole complet de ce noyau.

3- Compléter le symbole Rn du noyau de radon (il manque les valeurs de A et Z).

4- Un noyau de la famille peut donner lieu à deux types de désintégrations radioactives. Écrire les équations de ces désintégrations.

5- La famille s'arrête au plomb 206. A votre avis pourquoi ?



## Exercice 2 :

Le polonium  ${}_{84}^{210}\text{Po}$  est radioactif  $\alpha$ , sa désintégration conduit à la formation d'un isotope de plomb  ${}_{82}^{206}\text{Pb}$ .

La demi-vie du polonium  ${}_{84}^{210}\text{Po}$  est  $t_{1/2} = 138 \text{ jours}$

1-Écrire l'équation de désintégration de  ${}_{84}^{210}\text{Po}$

2-Calculer la constante radioactive de  ${}_{84}^{210}\text{Po}$

3-Sachant que l'activité initiale de l'échantillon de polonium 210 est  $a_0 = 10^{10} \text{ Bq}$ . Calculer le nombre de noyaux radioactifs  $N_0$  dans l'échantillon à l'instant initial.

4-Déterminer la durée nécessaire pour que l'activité de l'échantillon soit égale à  $a_0/4$

5-Donner la relation entre  $a_0$  et  $a(t)$  : l'activité de l'échantillon à un instant  $t$

6-Exprimer la décroissance relative de l'activité  $r = \frac{a_0 - a(t)}{a_0}$  en fonction de  $t_{1/2}$ . Puis calculer  $r$  pour  $t = 1 \text{ jour}$ .

## Exercice 3 : Datation au carbone 14

Lorsque, dans la haute atmosphère, un neutron appartenant au rayonnement cosmique rencontre un noyau d'azote  ${}_{7}^{14}\text{N}$ , il donne naissance à du carbone 14, isotope de carbone  ${}_{6}^{14}\text{C}$

1-Écrire l'équation de la réaction en précisant la nature de la particule apparue avec le carbone 14.

2-Le noyau de carbone 14 se désintègre en émettant un rayonnement  $\beta^-$ . Écrire le bilan de cette réaction nucléaire.

Des végétaux absorbent le dioxyde de carbone de l'atmosphère provenant indifféremment du carbone 14 et de carbone 12. La proportion de ces deux isotopes est la même dans les végétaux vivants et dans l'atmosphère. Mais lorsque la plante meurt, elle cesse d'absorber le dioxyde de carbone ; le carbone 14 qu'elle contient se désintègre alors, sans être renouvelé, avec une demi-vie  $t_{1/2} = 5570 \text{ ans}$ .

(a) Quelle sera l'activité d'un échantillon de végétal au bout d'une durée  $t = n.t_{1/2}$  après sa mort ?

(b) On a comparé l'activité  $a_1$  d'un échantillon de bois trouvé dans une tombe égyptienne en 1998 avec l'activité  $a_2$  d'un échantillon de référence dont l'activité était  $a_0$  en 1985. Le rapport est  $\frac{a_2}{a_1} = 1.85$

Calculer l'ordre de grandeur de la date de la coupe du bois trouvé dans la tombe

## Exercice 4 : Physique médicale

La scintigraphie est une technique d'investigation médicale qui permet l'observation de la glande thyroïde. Un patient ingère pour cette observation une masse  $m = 1,31 \text{ ng}$  de l'isotope  ${}_{53}^{131}\text{I}$  de l'iode qui est radioactif de type  $\beta^-$

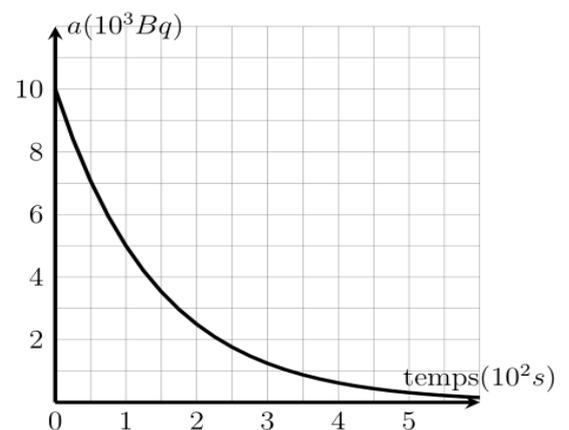
( $t_{1/2} = 8,1 \text{ jours} = 7.10^5 \text{ s}$ )

1- Écrire l'équation de la réaction de désintégration en justifiant.

2- Déterminer le nombre d'atomes radioactifs dans la dose ingérée.

3- On note  $N_0$  le nombre de noyaux radioactifs à la date  $t=0$ . On note  $N$  le nombre de noyaux

radioactifs à la date  $t$ . Établir la relation entre la constante radioactive  $\lambda$  et le temps de demi-vie  $t_{1/2}$ , en précisant la signification de la demi-vie.



4-Définir l'activité d'un échantillon radioactif et établir la relation entre l'activité et N.

5- Calculer l'activité initiale de la dose ingérée.

7- Calculer le temps au bout duquel l'activité résiduelle est égale à 1,5 % de l'activité initiale.

Données : M (iode 131) = 131g/mol ;  $N_A = 6.10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ;  ${}_{51}\text{Sb}$  ;  ${}_{52}\text{Te}$  ;  ${}_{54}\text{Xe}$  ;  ${}_{55}\text{Cs}$  ;  ${}_{56}\text{Ba}$ .

**Exercice 5 :**

Le carbone 14 :  ${}^{14}\text{C}$  est radioactif,  $\beta^-$ . Sa demi-vie est  $t_{1/2} = 5570$  ans. On donne :  ${}_{6}\text{C}$  ;  ${}_{7}\text{N}$  ;  ${}_{8}\text{O}$

1- définir la période radioactive.

2- Donner la composition du noyau de carbone 14.

3- Ecrire son équation de désintégration

4- Donner l'expression de la loi de décroissance radioactive en précisant la signification de chacun des termes employés.

5- La quantité de carbone 14 contenue dans une espèce vivante reste constante toute sa vie à cause des échanges entre cette espèce et le monde extérieur. A la mort de l'espèce, ces échanges s'arrêtant, la quantité de carbone 14 qui y est contenue va diminuer du fait de sa désintégration. L'analyse d'un échantillon de bois fossile montre qu'il ne contient plus que 6.25 % de son carbone 14 initial. Quel est l'âge de ce morceau de bois ?

**Exercice 6 :**

Les eaux naturelles contiennent du chlore 36 radioactif qui se renouvelle en permanence dans les eaux de surface, donc sa concentration y reste constante. Par contre dans les eaux profondes stagnantes sa concentration décroît progressivement au cours du temps. L'objectif de cet exercice est de déterminer l'âge d'une couche d'eau stagnante à l'aide du chlore 36.

Données :

Noyau ou particule	Neutron	Proton	Chlore 36	Proton
Symbole				
	${}^1_0n$		${}^{36}_{17}\text{Cl}$	${}^1_1p$

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

**1- Désintégration du nucléide chlore 36 :**

La désintégration du nucléide  ${}^{36}_{17}\text{Cl}$  donne naissance au nucléide  ${}^{36}_{18}\text{Ar}$

1-1- Donner la composition du noyau 36

1-3- Ecrire l'équation de cette désintégration en précisant le type de radioactivité

**2- Datation d'une nappe d'eau stagnante :**

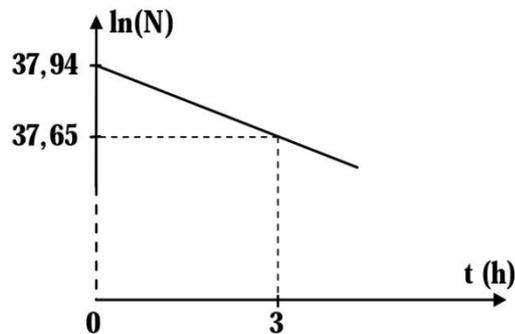
La mesure de l'activité, à l'instant t, d'un échantillon d'eau de surface a donné la valeur  $a_1 = 11,7.10^{-6}$  Bq, et d'un échantillon de même volume des eaux profondes a donné la valeur  $a_2 = 1,19.10^{-6}$  Bq.

On suppose que le chlore 36 est le seul responsable de la radioactivité dans les eaux, et que son activité dans les eaux de surface est égale à son activité dans les eaux profondes lors de la formation de la nappe.

Déterminer (en ans) l'âge de la nappe étudiée.

**Exercice 7 :**

L'astate 211, radio émetteur  $\alpha$ , est utilisé en médecine nucléaire, pour diagnostiquer et suivre l'évolution de quelques tumeurs cancéreuses. La radioactivité de ce noyau donne naissance à un noyau de Bismut  ${}^x_y\text{Bi}$  La courbe de la figure ci-contre représente les variations de  $\ln(N)$  en fonction du temps. N : Nombre de noyaux d'Astate 211 restants à l'instant t.



1- Le noyau de Bismuth résultant de la désintégration de  ${}^{211}_{85}\text{At}$  est :

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

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

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

**Exercice 8 :**

La médecine est l'un des principaux domaines dans lequel on trouve l'application pratique de la radioactivité. on utilise dans ce domaine plusieurs éléments radioactifs pour diagnostiquer et traitées quelques maladies. Parmi ces éléments, on trouve le Sodium 24 :  ${}^{24}_{11}\text{Na}$  qui peut nous aider à contrôler la circulation sanguine dans le corps humain.

1-Le Sodium 24 :  ${}^{24}_{11}\text{Na}$  se désintègre en magnésium  ${}^{24}_{12}\text{Mg}$

écrire l'équation de la désintégration du Sodium 24 en précisant le type de la particule émis.

2-Calculer la constante radioactive  $\lambda$  sachant que la demi - vie du Sodium 24 est :  $t_{1/2} = 15$ h

3-Lors d'un accident routier un blessé a perdu un volume  $V_p$  du sang

Pour déterminer ce volume  $V_p$  on injecte le blessé à  $t_0 = 0$  par un volume  $V_0 = 5$  ml de la solution de sodium 24 de concentration molaire  $C_0 = 10^{-3}$  mol/l.

4-Calculer  $n_1$  le nombre de mole (quantité de la matière) de sodium 24 qui reste dans le sang du blessé à l'instant

$t_1 = 3h$ .

**on donne :** la constante d'Avogadro  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

5-Le résultat de l'analyse d'un volume  $V_2 = 2\text{ml}$  prélevé dans le sang du même individu à la date  $t_1$ , donne la quantité de la matière  $n_2 = 2,1 \cdot 10^{-9} \text{ mol}$  du Sodium 24

supposant que le sodium 24 est réparti uniformément dans tout le volume sanguin, déduire le volume  $V_p$  du sang perdu lors de cet accident, sachant que le volume du sang dans le corps humain est de 5L.

### Exercice 9 :

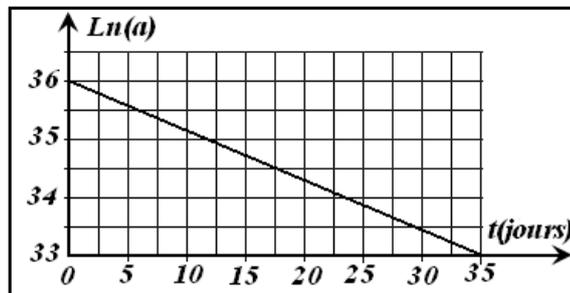
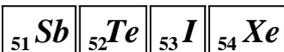
L'iode 131, une activité radioactive, est utilisé dans le domaine médical pour obtenir une image radiologique d'un membre du corps humain. Lorsqu'une dose d'iode radioactif est injectée dans le corps humain et que la localisation d'atomes d'iode (par exemple dans la glande thyroïde) est mesurée en mesurant le flux de rayonnement émis.

Le diagramme donne les changements de côté en termes de temps, c'est-à-dire la radioactivité de la pompe à échantillon dans le corps pour le moment.

On donne: Masse moléculaire d'iode 131:  $M(I) = 131 \text{ g mol}^{-1}$

constant Avogadro:  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Quelques éléments du tableau périodique :



1- Donner le symbole et les composition de nucléide l'iode 131.

2- Quelle est la nature de particule émise lors de la désintégration de iode 131? Écrire l'équation transformation.

3- Trouvez la valeur de l'activité  $a_0$  de l'échantillon à l'instant  $t=0$ .

4- En utilisant le diagramme précédent, retrouver l'expression de la fonction  $Ln(a) = f(t)$ , puis déterminer la valeur constante de la radioactivité  $\lambda$  de l'iode 131

5- déduire la valeur de demi-vie  $t_{1/2}$ .

6- Déterminer  $m$  la masse de l'échantillon de pompe à iode dans le corps humain

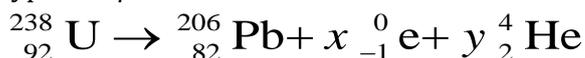
### Exercice 10 :

Pour dater ou suivre l'évolution de quelques phénomènes naturels, les scientifiques font recours aux méthodes et techniques diverses se basant essentiellement sur la loi de décroissance radioactive. Parmi ces techniques : la technique de datation par l'Uranium-Plomb.

**Données :**

- Masse molaire de l'Uranium 238 ;  $M(^{238}\text{U}) = 238 \text{ g mol}^{-1}$
- Masse molaire du Plomb 206  $M(^{206}\text{Pb}) = 206 \text{ g mol}^{-1}$
- Energie de liaison par nucléon du Plomb 206
- Demi-vie de l'Uranium 238  $t_{1/2} = 4,5 \cdot 10^9 \text{ ans}$

Le nucléide Uranium 238 est radioactif, il se transforme en nucléide de Plomb par une succession d'émissions de type  $\alpha$  et  $\beta^-$ . On modélise ces transformations nucléaires par l'équation bilan suivante :



1- Etude du noyau d'Uranium  ${}_{92}^{238}\text{U}$

1-1- Par application des lois de conservation, déterminer les valeurs de  $x$  et  $y$  signalés dans l'équation bilan.

1-2- Donner la composition du noyau d'Uranium 238.

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

2- Datation d'une roche métallique par la méthode d'Uranium-Plomb.

Le Plomb et l'Uranium se trouvent, avec des proportions différentes, dans les roches métalliques selon leur date de formation.

On considère que la présence du plomb dans certaines roches métalliques est due seulement à la désintégration spontanée de l'Uranium 238 au cours du temps. On dispose d'un échantillon d'une roche métallique contenant à la date de sa formation, considérée comme origine des dates ( $t = 0$ ), un certain nombre de noyaux d'Uranium  ${}_{92}^{238}\text{U}$ . Cet échantillon métallique contient à une date  $t$ , une masse  $m_U(t) = 10\text{g}$  d'Uranium 238 et une masse  $m_{Pb}(t) = 0,01\text{g}$  de Plomb 206.

2-1- Montrer que l'expression de l'âge de la roche métallique est :  $t = \frac{t_{1/2}}{\ln(2)} \cdot \ln\left(1 + \frac{m_{Pb}(t) \cdot M(^{238}\text{U})}{m_U(t) \cdot M(^{206}\text{Pb})}\right)$

2-2- Calculer  $t$  en années.

### Exercice 11 :

Le lait de vache contient du césium  $^{137}\text{Cs}$  dont l'activité la demi-vie est égale à environ 30 ans.

On considère que la radioactivité du lait de vache est due uniquement à la présence de césium 137.

1- Qu'est-ce qu'une particule  $\alpha$  ? Donner sa représentation symbolique sous la forme  ${}^A_ZX$

2- Qu'est-ce qu'une particule  $\beta^-$  ? Qu'est-ce qu'une particule  $\beta^+$  ?

3- Le césium 137 est radioactifs  $\beta^-$ , expliquer ce que cela signifie et écrire l'équation qui le montre.

Le document ci contre donne la courbe représentant les variations de l'activité A du litre de lait en fonction de

4 - Donner la loi de décroissance radioactive.

5 - Définir  $t_{1/2}$  le temps de demi-vie, d'un élément radioactif.

6 - Avec la courbe déterminer le temps de demi-vie du césium 137 et le comparer à la valeur donnée dans l'énoncé, conclure.

7 - A l'aide des réponses aux questions 4 et 5, démontrer la relation suivante :  $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$ , où  $\lambda$  représente la constante radioactive d'un élément radioactif.

8 - En déduire la constante radioactive du césium 137 en  $\text{an}^{-1}$ , puis en  $\text{s}^{-1}$ .

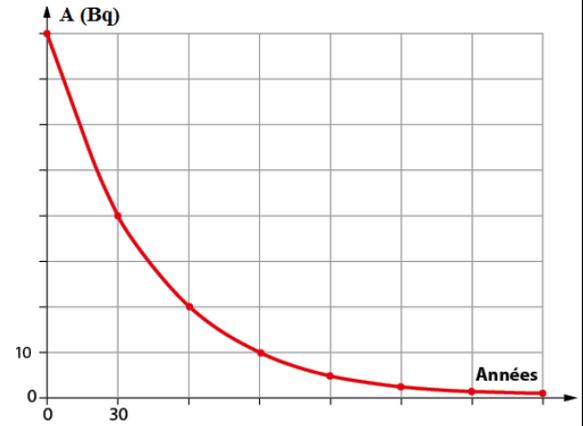
9 - Définir l'activité A et donner son unité dans le système international.

10 - On rappelle que l'on peut définir l'activité A par la relation :  $A = -\frac{dN(t)}{dt}$ , utiliser celle-ci et la loi de décroissance pour retrouver la relation entre A et N.

11 - Déterminer le nombre de noyaux radioactifs de césium 137 présents dans un litre de lait à la date  $t = 0$ .

12 - En déduire la concentration molaire volumique en césium 137 du lait de vache.

13 - Au bout de combien de temps ne restera-t-il plus que 1% des noyaux de césium 137 radioactifs ?



### Exercice 12 :

Les médias ayant couvert la catastrophe nucléaire japonaise de Fukushima le 11 mars 2011, ont déclaré que les taux de contamination radioactive des aliments a parfois dépassé de 10 fois les taux autorisés. Par exemple l'activité de l'iode 131 dans les épinards a varié entre 6100 Bq et 15020 Bq par kilogramme. Au Japon, **les épinards sont considérés non contaminés, lorsque leur activité ne dépasse pas 2000 Bq par kilogramme**, comme niveau maximal admissible de contamination radioactive.

Le but de cet exercice est l'étude de la décroissance radioactive d'un échantillon d'épinard contaminé par l'iode 131 radioactif. Données :

- La demi-vie de l'iode 131 :  $t_{1/2} = 8$  jours

1- La désintégration d'un noyau d'iode  ${}^{131}_{53}\text{I}$ , donne naissance à un noyau  ${}^{131}_{54}\text{Xe}$

Ecrire la l'équation modélisant cette désintégration, et préciser son type.

2- Etude d'un échantillon d'épinard contaminé par de l'iode 131 : La mesure de l'activité d'un échantillon d'épinard, pris d'une prairie proche du lieu de l'accident nucléaire, a donné la valeur 8000 Bq par kilogramme, à un instant considéré comme origine des temps.

2-1- Calculer le nombre  $N_0$  de noyaux d'iode 131 radioactifs se trouvant dans l'échantillon d'épinard étudié à l'origine des temps.

2-2- Déterminer, en jours, la plus petite durée nécessaires pour la décontamination des épinards par l'iode 131.

### Exercice 13:

La radioactivité est utilisée dans plusieurs domaines comme la médecine ou l'on peut diagnostiquer la maladie par imagerie médicale en utilisant des substances radioactives comme le fluorodéoxyglucose (en abrégé FDG) qui contient du fluor radioactif  ${}^{18}_9\text{F}$ .

Après avoir injecté le FDG par voie intraveineuse à un patient, on peut suivre les rayonnements émis à l'aide d'une caméra spéciale.

Données:

Noyau	${}^{14}_7\text{N}$	${}^{18}_8\text{O}$	${}^{18}_9\text{F}$	${}^{18}_{10}\text{Ne}$
Energie de liaison par nucléon $\frac{E_l}{A}$ (MeV / nucléon)	7,473	7,765	6,629	7,338
Demi vie du fluor ${}^{18}_9\text{F}$ : $t_{1/2} = 110$ min				

### 1- Désintégration du noyau de fluor 18

Le fluor  ${}^{18}_9\text{F}$  est radioactif  $\beta^+$

**1-1-** Écrire l'équation de désintégration du fluor  $^{18}_9F$  en précisant le noyau fils.

**1-2-** Recopier sur votre copie le numéro de la question et écrire la lettre correspondante à la seule proposition vraie parmi:

	Le noyau de fluor $^{18}_9F$ est constitué de 18 neutrons et 9 protons
b	La masse du noyau $^{18}_9F$ est inférieure à la somme des masses de ses nucléons
c	L'unité de l'énergie de liaison d'un noyau est le (MeV / nucléon)
c	La constante radioactive s'exprime par la relation $\lambda = t_{1/2} \cdot \ln 2$

**1-3-** Déterminer, en justifiant votre réponse, le noyau le plus stable parmi  $^{14}_7N$ ,  $^{18}_8O$ ,  $^{18}_{10}Ne$

## 2. Injection du FDG à un patient

Pour réaliser un examen d'imagerie médicale à un patient, on lui injecte une dose de FDG d'activité  $a = 5,0.108$  Bq.

La dose du FDG a été préparée dans le bloc de médecine nucléaire d'un hôpital à 5 heures du matin pour l'injecter au patient à 10 heures du même jour. L'activité du  $^{18}_9F$  à 5 heures est  $a_0$ . Vérifier que  $a_0 = 3,3.10^9$  Bq.

### Exercice 14 :

Les géologues et les astronomes, utilisent la méthode de datation Potassium-Argon, pour déterminer l'âge de roches anciennes et des météorites...

Le but de cet exercice est l'étude du nucléide Potassium 40, et la détermination approchée de l'âge d'une roche volcanique. Données :

La masse d'un noyau de Potassium :  $m(^{40}_{19}K) = 39,9740$  u

La masse d'un noyau d'Argon  $m(^{40}_{18}Ar) = 39,9624$  u

Les masses molaires :  $M(^{40}_{19}K) = M(^{40}_{18}Ar)$

La demi-vie du nucléide  $t_{1/2} = 1,3.10^9$  ans

### Etude de la désintégration du nucléide Potassium 40 :

Le noyau de Potassium 40 est radioactif, duquel résulte un noyau d'Argon  $^{40}_{18}Ar$

**1-** Ecrire l'équation de désintégration du noyau de Potassium 40, en indiquant le type de radioactivité résultante.

### 2- Détermination de l'âge d'une roche en basalte :

L'analyse d'un échantillon d'une roche en basalte, a révélé qu'il contient à un instant  $t$ , une masse  $m_K = 1,57$  mg de Potassium 40 et  $m_{Ar} = 0,025$  mg d'Argon 40. On considère que la roche de basalte est formée à l'instant  $t_0 = 0$ , et que l'Argon 40 qu'elle contient résulte seulement de la désintégration du Potassium 40.

**2-** Montrer que l'expression de l'âge de cette roche est :  $t = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \cdot \ln \left( 1 + \frac{m_{Ar}}{m_K} \right)$

### Exercice 15 :

La détermination de l'âge de la Terre a commencé vers le XVIe siècle, on l'estimait alors autour de 5000 ans. Au XIXe siècle, des scientifiques admettaient un âge d'environ 100 millions d'années. La découverte de la radioactivité, par H. Becquerel en 1896, bouleversa toutes les données connues. La datation à l'uranium - plomb permit de déterminer assez précisément l'âge de la Terre. Nous proposons de comprendre cette technique de datation.

### 1- Étude de la famille uranium 238 – plomb 206

Le noyau d'uranium 238, naturellement radioactif, se transforme en un noyau de plomb 206, stable, par une série de désintégrations successives. Nous allons étudier ce processus.

On ne tiendra pas compte de l'émission  $\gamma$ .

**1-1-** Dans la première étape, un noyau d'uranium  $^{238}_{92}U$  subit une radioactivité  $\alpha$ . Le noyau fils est du thorium (symbole Th).

**1-1-1.** Qu'est-ce qu'un noyau radioactif ?

**1-1-2.** Écrire l'équation de la réaction nucléaire en précisant les règles utilisées.

**1-2-** Dans la deuxième étape, le noyau de thorium 234 se transforme en un noyau de protactinium  $^{234}_{91}Pa$ .

L'équation de la réaction nucléaire est :  $^{234}_{90}Pa \rightarrow ^{234}_{91}Pa + ^0_{-1}e$

Préciser, en justifiant, le type de radioactivité correspondant à cette transformation.

**1-3-** L'équation globale du processus de transformation d'un noyau d'uranium 238 en un noyau de plomb 206 est :

$^{238}_{92}U \rightarrow ^{206}_{82}Pb + a. ^4_2He + b. ^0_{-1}e$

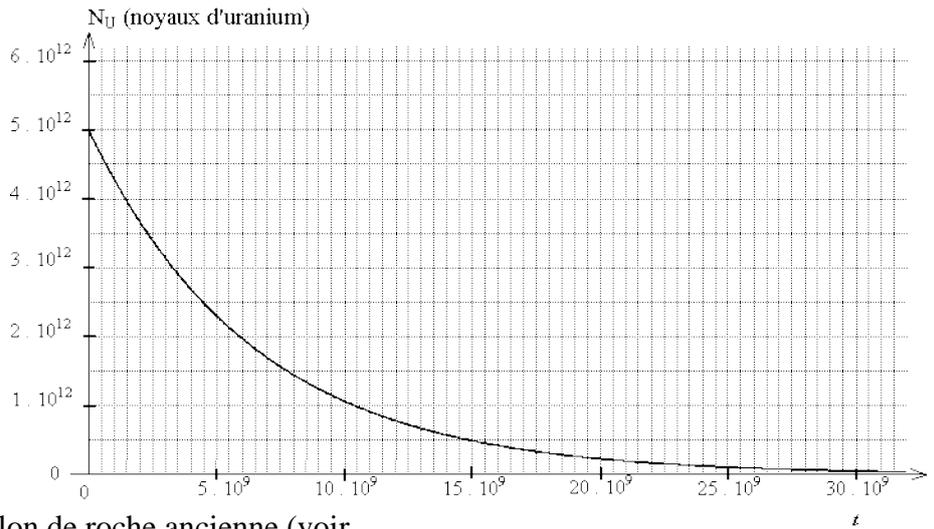
Déterminer, en justifiant, le nombre de désintégrations  $\alpha$  et  $\beta^-$  de ce processus.

## 2- Géochronologie

On a constaté d'une part, que les minéraux d'une même couche géologique, donc du même âge, contiennent de l'uranium 238 et du plomb 206 en proportions remarquablement constantes, et d'autre part que la quantité de plomb dans un minéral augmente proportionnellement à son âge relatif. Si on mesure la quantité de plomb 206 dans un échantillon de roche ancienne, en considérant qu'il n'y en avait pas initialement, on peut déterminer l'âge du minéral à partir de la courbe de décroissance radioactive du nombre de noyaux d'uranium 238.

Étudions un échantillon de roche ancienne dont l'âge, noté  $t_{\text{Terre}}$ , correspond à celui de la Terre.

**2-1-** On considère la courbe de décroissance radioactive du nombre  $N_U(t)$  de noyaux d'uranium 238 dans un échantillon de roche ancienne (voir ci-contre).



**2-1-1-** Indiquer la quantité initiale  $N_U(0)$  de noyaux d'uranium de cet échantillon.

**2-1-2-** Déterminer graphiquement la valeur de la constante de temps  $\tau$  de l'uranium 238 ; En déduire la valeur de sa constante de radioactivité  $\lambda$ .

**2-1-3-** Donner l'expression de  $N_U(t)$ , nombre de noyaux radioactifs présents dans cet échantillon à la date  $t$ , en fonction de  $N_U(0)$ .

Calculer le nombre de noyaux d'uranium 238 qui restent dans cet échantillon roche à la date  $t_1 = 1,5 \cdot 10^9$  années. Vérifier graphiquement votre résultat.

**2-1-4-** Définir et déterminer graphiquement le temps de demi-vie  $t_{1/2}$  de l'uranium 238. Vérifier la cohérence avec la constante de temps.

**2-2-** La quantité de plomb mesurée dans la roche à la date  $t_{\text{Terre}}$ , notée  $N_{\text{pb}}(t_{\text{Terre}})$ , est égale à  $2,4 \cdot 10^{12}$  atomes.

**2-2-1-** Établir la relation entre  $N_U(t_{\text{Terre}})$ ,  $N_U(0)$  et  $N_{\text{pb}}(t_{\text{Terre}})$ .

**2-2-2-** Calculer la quantité  $N_U(t_{\text{Terre}})$  de noyaux d'uranium.

**2-2-3-** Déterminer l'âge  $t_{\text{Terre}}$  de la Terre.

### Exercice 16 : ★

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 :

La demi-vie du nucléide phosphore  ${}_{15}^{32}\text{P}$  :  $t_{1/2} = 14,4$  jours , 1 jour = 86400 s

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

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

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

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

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

**2-1** - définir l'activité radioactive 1 Bq.

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

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

**b-** On note  $N_1$  le nombre de nucléides du phosphore  ${}_{15}^{32}\text{P}$  restant à l'instant  $t_1$  et on note  $N_2$  le nombre 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  $t_{1/2}$

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