RADIOACTIVITE ET ELEMENTS DE PHYSIQUE NUCLEAIRE

U.E. PHY113

RECUEIL D'EXERCICES

2009 / 2010

Prévoir une calculette dès la 1ère séance

Ingo SCHIENBEIN

Série 0 : Révisions sur les logarithmes et les exponentielles.

Exercice n° 0.1 **Expressions et fonctions**

1. Trouver les réponses exactes :

$$\ln(1-x^2) - \ln(1-x) = \ln(1+x) \quad \text{ou} \quad \ln x(1-x)$$
$$\ln(x^n) = e^{nx} \quad \text{ou} \quad n\ln x$$
$$e^{x+1} / e^{1-x} = e^{x^2-1} \quad \text{ou} \quad e^{2x}$$

2. Donner les valeurs numériques :

$$\ln 1 = \text{..........}$$
$$\log(0,1) = \text{..........}$$
$$\frac{3\ 10^{-2} + 5\ 10^{-3}}{7\ 10^{-3}} = \text{- - - - - - - - - - -}$$

3. Calculer l'intégrale de 1/x entre les valeurs x_1 et x_2 : $\int_{x_1}^{x_2} \frac{dx}{x} = \text{.........}$

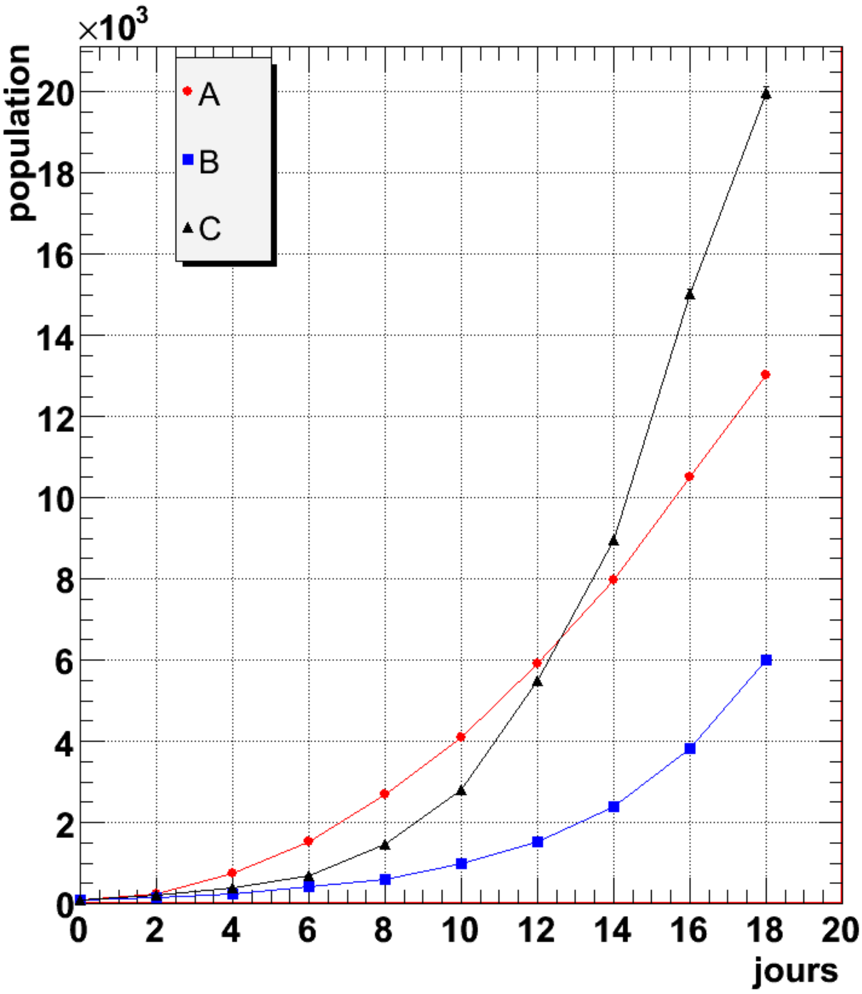
En déduire la valeur numérique de $\int_1^e \frac{dx}{x} = \text{.........}$

Exercice n° 0.2 **Croissance de populations : mise en évidence d'une loi exponentielle**

Les variations des populations de trois cultures microbiennes A, B, C sont étudiées dans un laboratoire. A cet effet des prélèvements sur les trois cultures et les mesures de leurs concentrations en microbes sont effectués à intervalles de temps réguliers (2 jours) pendant 18 jours.
Afin de pouvoir comparer l'évolution des populations, les mesures obtenues sont rapportées à une valeur commune initiale égale à 100 (microbes par cm^3 de culture) et rassemblées dans le tableau ci-dessous :

jour n°	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
A	100	247	752	1513	2687	4095	5912	7987	10521	13032
B	100	153	247	406	594	991	1511	2389	3812	5994
C	100	205	402	696	1478	2816	5483	8969	15022	19977

On a tracé dans un même graphe, à échelles linéaires, les variations des populations des cultures A, B et C :



1. Peut-on caractériser et différentier les lois d'évolution des trois populations à l'aide des courbes obtenues ?

2. On cherche à représenter les variations des trois populations dans un graphe semi-logarithmique (l'échelle logarithmique est celle des populations) :
   a. Combien de modules l'échelle logarithmique doit-elle avoir ?
   b. Graduer l'échelle logarithmique.
   c. Représenter les variations des populations A, B, C et repérez avec quelle précision vous avez pu placer les points en barrant légèrement au crayon les chiffres significatifs du tableau non représentables sur le graphe utilisé.
   d. Que révèlent les tracés obtenus dans le graphe semi-log ?

3. Donner les lois d'évolution $N(t)$ des populations B (sur la totalité de la période d'étude) et C (pendant l'intervalle de temps correspondant à la partie rectiligne de la représentation précédente). On désignera par $N_0 = 100$ la population initiale normalisée des trois cultures.
4. Calculer les coefficients de croissance λ_B et λ_C des lois d'évolution des cultures B et C.

5. Biologiquement, comment peut s'expliquer l'évolution de la population C dans la seconde partie de variation ?

On souhaite estimer l'incertitude sur le coefficient de l'exponentielle associée à la population B. On prendra pour chaque mesure $N(t)$ une incertitude égale à $\pm 2\sqrt{N(t)}$.

6. Tracer sur le graphe semi-logarithmique les points de mesure encadrés par les incertitudes, que l'on représentera sous la forme de barres d'erreur.

7. Déterminer la pente minimale et maximale passant par toutes les barres d'erreur.

8. En déduire la valeur moyenne du coefficient de l'exponentielle, ainsi que l'erreur associée : $\lambda \pm \Delta\lambda$

Exercice n° 0.3 **Décroissance radioactive d'une source de plutonium : exemple d'une loi physique exponentielle**

Une masse m d'élément radioactif contenu dans une source scellée diminue au cours du temps selon la loi exponentielle suivante[1] : $m(t) = m_0 \times e^{-\lambda t}$ où m_0 est la masse initiale d'élément radioactif, λ est la constante radioactive reliée à la période T de l'élément.

1. La période T de décroissance radioactive se définissant comme l'intervalle de temps au cours duquel statistiquement la moitié des noyaux subiront une désintégration, $N(t+T) = \frac{N(t)}{2}$, montrer que la constante radioactive λ est reliée à la période de l'élément par l'expression : $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$.

Un container renferme une source radioactive constituée par m_0 = 50 mg de plutonium provenant d'un réacteur nucléaire. La période radioactive T du plutonium est de 24 000 ans.

1. Ecrire l'expression numérique de la variation de masse de plutonium radioactif dans le container en fonction du temps. On exprimera le temps en milliers d'années.
2. Tracer dans un graphe semi-log la variation m(t) sur 100 000 ans :
   a. d'abord en calculant la valeur de m pour t = 100 000 ans.
   b. Cette fois-ci en se servant de la période T .
3. Combien d'années faut-il attendre pour que la masse de plutonium radioactif ne soit plus que 1% de la masse initiale ?

[1] Toute masse m d'un élément (radioactif ou non) est reliée au nombre N d'atomes (constitués de noyaux radioactifs ou non) de cet élément par la relation : $N = N_{AV} (m / M_A)$, où N_{AV} est le nombre d'Avogadro et M_A la masse molaire de l'élément. Lorsque l'élément est radioactif, la masse m varie donc au cours du temps selon une loi exponentielle analogue à celle qui régit la variation du nombre N de noyaux atomiques radioactifs.

Série 1 : Noyaux radioactifs, réactions nucléaires, activité, datation

Exercice n° 1.0

Indiquer le nombre de protons, de neutrons et d'électrons présents dans chacun des atomes suivants :

$^{40}_{20}Ca$ $\quad$ $^{52}_{24}Cr$ $\quad$ $^{132}_{54}Xe$

Exercice n° 1.1 (connaître les lois de conservation)

Le nombre de noyaux radioactifs de l'isotope $^{218}_{84}Po$ peut notamment décroître par émission α, le noyau résiduel étant du Pb. Ecrire la loi de désintégration.

Parmi les réactions des réactions nucléaires suivantes, quelles sont celles qui sont impossibles ?
En supposant que l'erreur porte sur le noyau résiduel, en établir l'équation correcte (modifier le A et/ou le Z du noyau résiduel) :

a) $^{18}_{8}O\ (p, \alpha)\ ^{15}_{7}N$ c'est à dire $^{18}_{8}O + p \rightarrow \alpha + {}^{15}_{7}N$

b) $^{9}_{4}Be\ (\alpha,\ ^{3}_{1}H)\ ^{10}_{4}Be$ $\quad$ c) $^{6}_{3}Li\ (p, d)\ \alpha$ $\quad$ d) $^{27}_{13}Al\ (p, \gamma)\ ^{28}_{14}Si$

p, proton ou noyau d'hydrogène ; d, deuton ou noyau du deutérium ; α, noyau de l'hélium 4 ;
γ, rayonnement (sans masse ni charge) émis lors de la désexcitation d'un noyau.

Exercice n° 1.2 **(Activité)**

L'isotope $^{11}_{6}C$ a une période T égale à 20,4 minutes.

1. Qu'appelle-t-on période radioactive ?
2. Etablir la relation entre la période et la constante radioactive λ.
3. Calculer λ et préciser son unité.

Nous voulons trouver l'activité d'un échantillon de cet isotope.

4. Rappeler la définition et l'expression définissant l'activité.
5. Combien de noyaux y a-t-il dans un échantillon de 6,2µg de cet isotope ?
6. En déduire son activité. On utilisera une valeur approchée de la masse de l'atome-gramme de l'isotope.
7. Combien de noyaux reste-t-il une heure plus tard (Trouver d'abord l'ordre de grandeur puis la valeur exacte) ?
8. Quelle est alors l'activité de l'échantillon à cet instant ?

Exercice n° 1.3 **(Activité)**

Un échantillon de l'isotope $^{131}_{53}I$ a eu son activité divisée par 16 en 32 jours.

1. Tracer qualitativement sur un graphe à deux échelles linéaires la décroissance de l'activité en fonction du temps : l'unité de temps sera la période T de l'isotope ; on indiquera $a(t=0) = a_o$; ainsi que les valeurs de $a(t = n\,T)$ pour n = 1, 2, 3 et 4, en fonction de a_o, n et des puissances de 2.
2. En déduire la période T de $^{131}_{53}I$
3. Retrouver la période à partir de la loi de décroissance a(t).

4. Quelle est la masse du radio-isotope $^{131}_{53}I$ correspondant à une activité de 1,85 10^8 Bq ?

Exercice n° 1.4 **(Effet de dilution. Détermination du volume sanguin)**

La découverte de la radioactivité artificielle a permis d'associer à chaque élément un certain nombre de radio-isotopes possédant les mêmes propriétés chimiques que l'élément stable. Ces radioéléments sont souvent utilisés en médecine.

1. On obtient du sodium 24 en bombardant par des neutrons du sodium $^{23}_{11}Na$. Ecrire la réaction de formation du sodium 24.

2. Le sodium 24 est radioactif par émission β^- et sa période est de 15h. Ecrire l'équation de désintégration du sodium 24.

3. On injecte dans le sang d'un individu 10 cm^3 d'une solution contenant initialement du sodium 24 à la concentration de 10^{-3} mol.l^{-1}. Quel est le nombre de moles de sodium 24 introduites dans le sang ? Combien en restera-t-il au bout de 6h ?

4. Au bout de 6h, on prélève 10 cm^3 du sang du même individu. On trouve alors 1,5 10^{-8} mol de sodium 24. En supposant que le sodium 24 est réparti uniformément dans le sang et que l'on peut négliger la décroissance par élimination biologique, calculer le volume sanguin.

Exercice n° 1.5 **(Datation par le carbone 14)**

Le carbone 14 est émetteur β^-. Sa période est de 5 570 ans.
Il apparaît dans la haute atmosphère au cours de chocs de neutrons, (présents dans le rayonnement cosmique), avec les noyaux d’azote ^{14}N. On fait l'hypothèse que la proportion de l’isotope radioactif ^{14}C par rapport à l’isotope stable ^{12}C (rapport $^{14}C/^{12}C$) est demeuré constant dans l’atmosphère au cours des 100 000 dernières années.
Les plantes assimilent du dioxyde de carbone contenant les deux isotopes ^{14}C et ^{12}C. Au cours de leur vie, les végétaux vivants (comme les êtres vivants consommant des plantes) ont un rapport $^{14}C/^{12}C$ identique à celui existant dans l’atmosphère.
Par contre, quand la plante meurt, le processus d’assimilation du carbone atmosphérique s’arrête. La teneur en ^{14}C dans le végétal va décroître au cours du temps en raison de la désintégration radioactive. Dans le végétal mort, la distribution isotopique entre ^{14}C et ^{12}C évolue au fil des années.

1. Ecrire les réactions :
   a. de formation de l’isotope ^{14}C à partir de ^{14}N,
   b. de désintégration de ^{14}C.

Une des manières de dater les habitats préhistoriques (comme les grottes de Lascaux), consiste à mesurer la radioactivité des échantillons de bois, trouvés dans les différentes strates du sol.
Pour cela, on compare la valeur de l’activité de ces échantillons à celle d’échantillons actuels, de même nature et de même masse.

2. Donner l’expression de la variation de l’activité d’un échantillon de bois en fonction du temps (a_o= activité de l’échantillon au moment de la mort du végétal).

3. Calculer l’âge d’un charbon de bois provenant d’une grotte préhistorique, sachant que le nombre de désintégrations mesuré est de 1,6 par minute, alors qu’il est de 11,5 par minute pour un échantillon de charbon de bois de même masse, produit actuellement.

Hypothèse : on considère que les datations obtenues par cette méthode sont fiables lorsque la valeur de l’activité a_e de l’échantillon étudié diffère d’au moins 10% de celle a_o de l’échantillon comparable actuel, et que cette valeur a_e est supérieure à 0,1 a_o.

4. Déterminer les limites de la période durant laquelle des datations par le carbone 14 sont possibles.

Série 2 : Préparation d'un traceur radioactif, filiation

Exercice n° 2.1 **(Filiation de deux radio-isotopes)**

PRODUCTION ET DESINTEGRATION DU TECHNETIUM ^{99m}Tc

Le technétium ^{99m}Tc (état excité de ^{99}Tc), est émetteur de rayons γ utilisés en médecine nucléaire pour détecter les tumeurs cervicales (γ caméra) :

$$^{99m}_{43}Tc \rightarrow {}^{99}_{43}Tc + \gamma \qquad \text{(II)}$$

La période de désintégration T_2 de ^{99m}Tc est de 6 heures.

Le ^{99m}Tc est lui-même produit par la désintégration β^- du molybdène ^{99}Mo, dont la période T_1 est de 66,5 heures :

$$^{99}_{42}Mo \rightarrow {}^{99m}_{43}Tc + e^- + \bar{\nu} \qquad \text{(I)}$$

On désignera avec l'indice 1 les paramètres radioactifs (période, constante radioactive, activité) relatifs à l'élément ^{99}Mo, qui subit la réaction de désintégration à l'origine de la production du ^{99m}Tc, et ceux relatifs au technétium ^{99m}Tc seront désignés avec l'indice 2.

Les réactions nucléaires de filiation peuvent alors se schématiser :

$$^{99}Mo \rightarrow {}^{99m}Tc \rightarrow {}^{99}Tc$$

$$(1) \underset{\lambda_1}{\rightarrow} (2) \underset{\lambda_2}{\rightarrow} (3)$$

1. Variation en fonction du temps du nombre de noyaux $N_1(t)$ de ^{99}Mo et activité $a_1(t)$
   a. Exprimer la variation dN_1 du nombre N_1 de noyaux (1) pendant l'intervalle de temps dt (expression littérale en fonction de N_1, λ_1).
   b. En déduire l'expression littérale de la variation da_1 de l'activité a_1 en fonction de a_1, λ_1.
   c. Retrouver la loi de variation de a_1 en fonction du temps (on posera a_{10} = activité du radioélément (1) au temps initial).

2. Variation en fonction du temps du nombre de noyaux $N_2(t)$ de ^{99m}Tc et activité $a_2(t)$
   a. Exprimer la variation dN_2 du nombre N_2 de noyaux (1) pendant l'intervalle de temps dt en fonction de N_1, λ_1, N_2, λ_2).
   b. Trouver l'expression da_2 de l'activité a_2 en fonction de a_2, a_1, λ_2, que l'on arrangera sous la forme d'une équation différentielle : $K_1 \dfrac{da_2}{dt} + K_2\, a_2 = f(t)$ où K_1 et K_2 sont des constantes. *(cette équation trouvée appelée "équation 2b" est l'équation différentielle qui gouverne l'évolution de l'activité a_2 au cours du temps)*
   c. Vérifier[2] que la solution de l'équation différentielle 2b trouvée [qui est du premier ordre, avec second membre (car f(t) est différent de zéro)] est :
   $$a_2(t) = a_{10} \frac{\lambda_2}{(\lambda_2 - \lambda_1)} \left(e^{-\lambda_1 t} - e^{-\lambda_2 t}\right)$$

---

[2] *Vérifier que $a_2(t)$ est solution de l'équation 2b, c'est montrer qu'en remplaçant a_2 et $\dfrac{da_2}{dt}$ par leurs expressions dans le membre de gauche de l'équation 2b, on retrouve le second membre f(t).*

3. Tracés des variations $a_1(t)$ et $a_2(t)$

A l'instant initial on dispose d'une source ^{99}Mo dont l'activité vaut a_{10} = 8,5 Ci.
Cette source ne contient pas de technétium : $a_2(t = 0) = 0$.

a. Calculer l'activité a_1 du ^{99}Mo et l'activité a_2 du ^{99m}Tc au temps t = 10 h.

L'activité a_2 du ^{99m}Tc passe par un maximum. Déterminer :

b. le temps t_{max} pour lequel le maximum est atteint,
c. les valeurs a_2 (t_{max}) et a_1 (t_{max}).

On rappelle qu'une fonction admet un extremum quand sa dérivée s'annule (Sachant qu'au départ l'activité est nulle, l'activité va commencer par croître, donc le premier extremum sera un maximum)

d. Compléter le tableau de valeurs :

t{h}	**0**	**10**	**t_{max}** = ...	**50**	**100**
a_1(t){Ci}	8,5			5,1	3,0
a_2(t){Ci}	0			5,5	3,3

et tracer sur un même graphe les variations de a_1 et a_2.

4. Si, pour que cette source soit utilisable en Médecine nucléaire, il faut que l'activité a_2 de l'échantillon soit supérieure ou égale à 5 Ci, estimer à l'aide de la courbe dans quel intervalle de temps cette source peut être utilisée.

Remarque : la dérivée de $g(t) = e^{\alpha t}$ par rapport au temps est $g'(t) = \alpha e^{\alpha t}$ si α est une constante

Série 3 : Interaction des rayonnements et des particules avec la matière

Exercice n° 3.1 (Effet photoélectrique)

1. Décrire en quelques lignes les trois principaux mécanismes d'interaction des photons avec la matière et donner un schéma pour chacun d'eux.

2. Quel est le parcours dans l'air d'une particule α de 5,3 MeV et d'une particule β de 2 MeV ; expliquer qualitativement cette différence.

Un photon a une longueur d'onde $\lambda = 10^{-1}$ nm.

3. Calculer son énergie en joule. On donne h = 6,62 10^{-34} J.s

Ce photon expulse par effet photoélectrique un électron d'énergie de liaison W_e = 100 eV.

4. Quelle est l'énergie cinétique (notée T par les physiciens nucléaires) de l'électron ?

Exercice n° 3.2 (Atténuation d'un faisceau parallèle de photons par la matière)

Le flux d'un faisceau de rayons X est de 10^5 photons /seconde. Chaque photon a une énergie de 100 keV.

1. Que devient ce flux quand le faisceau traverse un écran de 1 mm d'épaisseur en plomb dont le coefficient d'atténuation linéaire μ est égal à 50 cm^{-1} pour les radiations de 100 keV ?

2. Quelle est l'énergie de chaque photon émergeant après la traversée de l'écran ?

3. Rappeler la définition de la couche de demi-atténuation $x_{1/2}$

4. Donner la relation entre $x_{1/2}$ et μ, le coefficient d'atténuation linéaire

5. Sachant que $x_{1/2}$ du plomb est de 3 mm pour des photons d'énergie 300 keV, quelle doit être l'épaisseur d'un écran de plomb pour absorber 95 % de l'intensité d'un faisceau de tels photons ?

6. Pourquoi le $x_{1/2}$ du plomb a-t-il changé entre la question 1 et la question 5 ?

On considère un alliage de cuivre et d'aluminium (70% en volume de Cu et 30 % en volume d'Al). Dans cet alliage, on fabrique un écran que l'on interpose devant un faisceau de photons monochromatiques d'énergie E=100 keV. Pour les photons de cette énergie E, le coefficient d'atténuation linéaire du Cu est $\mu_{Cu} = 4{,}5\ cm^{-1}$ et celui de Al est $\mu_{Al} = 0{,}5\ cm^{-1}$

7. Dans quelle proportion le flux de photons diminue-t-il après passage à travers l'écran d'épaisseur 1,4 cm ?

 Ingo SCHIENBEIN

Exercice n° 3.3

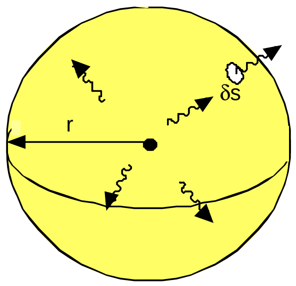
Lors de son passage d'un état excité à l'état fondamental le noyau ${}^{60}_{27}\mathrm{Co}$ émet un photon γ d'énergie égale à 1,33 MeV.

1. Si l'on affecte une énergie zéro à l'état fondamental, quelle est l'énergie de l'état excité ?
2. Quelle est la masse atomique du ${}^{60}_{27}\mathrm{Co}$ dans cet état excité ?

Données : Valeur de la masse atomique du ${}^{60}_{27}\mathrm{Co}$ dans son état fondamental : 59,933 820 u

Exercice n° 3.4 **(Dispersion des photons dans l'espace)**

On considère une source ponctuelle émettant de façon isotrope N particules par seconde. Imaginons que cette source soit placée au centre d'une sphère de rayon r.



1. Combien de particules sortent par la surface totale de la sphère par seconde ?
2. Combien de particules sortent d'une petite surface δS de la sphère?
3. Si δS représente la surface d'entrée d'un détecteur, en déduire la loi théorique donnant le taux de comptage en fonction de la distance r (distance source-détecteur).

Exercice n° 3.5 **(Atténuation et dispersion)**

Source radioactive ponctuelle interne

Une source radioactive ponctuelle, localisée à 2 cm de profondeur dans le tissu musculaire, émet de façon isotrope des photons.

1. Combien de photons sortiraient par seconde d'une sphère de muscle centrée sur la source de 2 cm de rayon si $x_{1/2} = 4$ cm et si l'activité de la source correspond à l'émission de $N_0 = 37000$ photons s^{-1};
2. Un détecteur de fenêtre de surface 5 cm^2, est placé à 20 cm de la source. Calculer le nombre de photons qui arrivent chaque seconde sur la fenêtre du détecteur (on négligera l'atténuation des photons dans l'air).

Série 4 : Période effective, datation

Exercice n° 4.1 **(Période physique, période biologique)**

L'iode ${}^{131}_{53}I$ a une période de décroissance radioactive T_p = 8 jours.

L'activité initiale d'une source radioactive constituée de ${}^{131}_{53}I$ est a_o = 400 µCi.

1. Pour que l'activité de la source s'abaisse à 100 µCi, combien de temps faut-il attendre ?
2. Donner l'expression (en fonction de T_p et a_o) de l'évolution de l'activité de la source en fonction du temps.

La totalité de l'iode de la source précédente est en fait injectée dans la thyroïde d'un patient. La diminution de l'activité de l'iode contenu dans la thyroïde résulte alors à la fois de la décroissance radioactive et de l'élimination biologique (qui satisfait elle aussi à une loi exponentielle caractérisée par une période de décroissance T_b).
La période effective de décroissance de l'iode dans la thyroïde est alors T.

3. La période effective T est-elle supérieure ou inférieure à T_p ? Justifier votre réponse.
4. Donner l'expression de la variation du nombre de noyaux pendant dt.
5. Donner l'expression (en fonction du temps, de T_b, T_p et de a_o), de l'évolution de l'activité de l'iode contenue dans la thyroïde.
6. L'activité de l'iode dans la thyroïde mesurée 6 jours après l'injection est 200 µCi. Calculer la période T_b d'élimination biologique.

Exercice n° 4.2 **(Datation par la méthode potassium-Argon)**

Les roches volcaniques contiennent du potassium dont un isotope, le ${}^{40}_{19}K$ est radioactif. 10,72% du ${}^{40}_{19}K$ se désintègre en ${}^{40}_{18}Ar$ par capture électronique, le reste de potassium ${}^{40}_{19}K$ subit une désintégration β^- en ${}^{40}_{20}Ca$. La période du ${}^{40}_{19}K$ résultant de ces deux modes de désintégration est T = 1,3 10^9 ans.

On fera l'hypothèse que les masses nucléaires de ${}^{40}_{19}K$ et ${}^{40}_{18}Ar$ sont égales.

1. Expliquer le mécanisme de capture électronique.
2. Ecrire la réaction de capture subie par le ${}^{40}_{19}K$ et conduisant au ${}^{40}_{18}Ar$.

Lors d'une éruption volcanique, la lave au contact de l'air perd l'${}^{40}_{18}Ar$ (c'est le dégazage). A la date de l'éruption, la lave ne contient plus d'argon, celui-ci réapparaissant dans le temps, suivant le mécanisme de capture décrit plus haut.
L'analyse d'un échantillon de basalte de masse 1 kg montre qu'il contient 1,4900 mg de ${}^{40}_{19}K$ et 0,0218 mg de ${}^{40}_{18}Ar$.

3. Ecrire la loi d'évolution dans le temps de la masse de ${}^{40}_{19}K$, et en déduire la loi d'évolution dans le temps régissant la masse d'argon ; on appellera $m_K(0)$ la masse initiale du potassium.

4. Quelle était la masse totale de ${}^{40}_{19}K$ par kg de basalte à la date de l'éruption volcanique ?

5. Quelle est la date approximative de l'éruption ?

Série 5 : Radioprotection

Exercice n° 5.1 (Dosimétrie)

On irradie un tissu biologique par un rayonnement γ constitué de photons d'énergie 500 keV. Le facteur de qualité de ce rayonnement est égal à 1. La dose d'irradiation reçue par le tissu biologique est égale à 10 S.I.

1. Quelle est l'unité SI de la dose ?
2. Quelle est l'autre unité fréquemment utilisée et sa relation avec l'unité précédente ?
3. Quelle est l'énergie absorbée par 1 g de ce tissu ?

Exercice n° 5.2

Lors d'une séance de radiothérapie pour traiter un cancer de la prostate, un patient reçoit localement une dose de 2 Gray, déposée par des photons.

1. En assimilant la prostate à une sphère de 2,5 cm de rayon et de masse volumique égale à celle de l'eau, calculer l'élévation de température de la prostate.
2. Quelle est la signification physique de ce que l'on appelle l'équivalent de dose ?
3. Calculer l'équivalent de dose reçue par ce tissu.

Données : Capacité thermique de l'eau liquide = 4180 $J.kg^{-1}.K^{-1}$

Exercice n° 5.2 (Dosimétrie)

Un organe de 1,2 kg est irradié pendant 10 minutes. Chaque seconde, il reçoit 10^3 photons d'énergie E = 1 MeV. Seule la moitié des photons incidents sont absorbés. Calculer la dose D absorbée par l'organe irradié.