

- Cours en ligne
- Cours presentiels

 **MATHS**

 **PC**

 **SVT**

La science autrement...



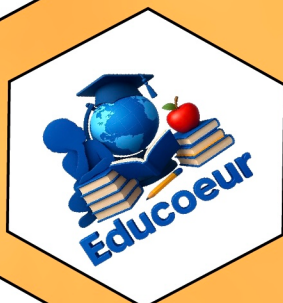
Nos programmes:

Niveaux : Moyen/Secondaire



Programme Wolof

Apprentissage avec des cours
exclusivement en Wolof



Programme Social

Prise en charge d'élèves avec
des problèmes de moyens



Tous les élèves

Renforcement de capacité
en ligne



Prépa Concours

Préparation des concours comme :
ESP - EMS - ENSA - IPSL
ISFAR ENSAE



77 106 98 79
77 575 04 18



TD REACTIONS NUCLEAIRES ET RADIOACTIVITE

EXERCICE 1 (BAC 2024 S1)

Dans beaucoup de pays développés ou en voie de développement, les centrales nucléaires fournissent l'essentiel des besoins en électricité. Elles utilisent l'énergie libérée lors de la fission contrôlée de noyaux d'uranium $^{235}_{92}\text{U}$ en noyaux plus légers. Bien que ne rejetant pas de CO_2 (g) dans l'atmosphère, ces fissions produisent des déchets radioactifs comme le cobalt 60 dont le traitement et le stockage sont complexes.

La découverte de la radioactivité a permis entre autres de faire de nombreuses avancées dans le domaine médical avec l'apparition des premières radiographies et des traitements par radiothérapie.

5.1- Citez les trois (03) types de radioactivité.

(0,25pt)

5.2- Donner la signification des lettres X, A et Z pour un noyau noté ^A_ZX ?

(0,25pt)

5.3- Le cobalt 60 radioélément est un émetteur β^- qui a pour constante radioactive $\lambda = 0,132 \text{ an}^{-1}$.

5.3-1- Ecrire la réaction de désintégration d'un noyau de cobalt 60, puis en appliquant les lois de conservation à préciser identifier le noyau-fils émis.

(0,5pt)

5.3-2- Déterminer le nombre initial de noyaux radioactifs N_0 de cobalt 60 contenus dans une masse $m_0 = 1,2 \text{ kg}$ de déchets renfermant 70% en masse de cobalt 60.

(0,25pt)

5.3-3- On définit l'activité massique notée A_m par le rapport de l'activité A sur la masse m à la date t. Calculer l'activité massique A_{m0} du cobalt 60 à la date $t_0 = 0 \text{ s}$ en l'exprimant en Bq.g^{-1} .

(0,5pt)

5.3-4- La loi de décroissance radioactive peut s'écrire sous la forme : $N(t) = N_0.e^{-\lambda t}$.

5.3-4-1- Tracer le graphe $N=f(t)$ en complétant d'abord le tableau suivant et en prenant comme

Échelles : 1 cm pour 1,31 ans et 1 cm pour $1,05 \cdot 10^{24}$ noyaux

(0,5 pt)

t (ans)	0	1,31	2,62	3,94	5,25	6,56	7,87	9,18	10,5
N(t)									

5.3-4-2- Déterminer graphiquement la demi-vie $t_{1/2}$ du cobalt 60.

(0,25pt)

5.3-4-3- Calculer la masse du noyau-fils formé à la date t_1 correspondant à la date pour laquelle les trois quarts (3/4) des noyaux initiaux de cobalt 60 se sont désintégrés.

(0,5pt)

5.3-4-4- Calculer l'activité radioactive A_1 à la date t_1 .

(0,25pt)

5.3-4-5- On suppose que le cobalt 60 n'est plus radioactif lorsque le rapport $\frac{N(t)}{N_0} = \frac{1}{1000}$ avec $t = k t_{1/2}$, où k est un entier naturel. Déterminer k puis en déduire la durée nécessaire pour que le cobalt 60 ne soit plus radioactif.

(0,5pt)

5.3-4-6- Sachant que la désintégration du cobalt 60 aboutit à la formation d'un noyau stable, non radioactif. Conclure en justifiant la nécessité ou non d'enfouir le cobalt 60 pour des raisons de sécurité.

(0,25pt)

On donne les symboles des éléments chimiques avec leur numéro atomique : $^{55}_{25}\text{Mn}$; $^{56}_{26}\text{Fe}$; $^{59}_{27}\text{Co}$; $^{58}_{28}\text{Ni}$

Données : $M(\text{Co}) = 60 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{Ni}) = 59,7 \text{ g.mol}^{-1}$; Nombre d'Avogadro $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; 1 an = 365 jours

EXERCICE 2 (BAC 2021 S1)

Dans le site de Diogo, au Sénégal, le consortium Grande Côte Opération (GCO) a exploité 5500 tonnes de zircon en Avril 2014. Le zirconium est l'élément chimique de symbole Zr, de numéro atomique 40. Il est extrait du minerai de zircon sous forme d'oxyde de formule $ZrSiO_4$.

Après une double désintégration β^- , l'isotope ^{96}Zr donne un noyau fils $^{A}_{Z}\text{Y}$. Nous notons N_0 le nombre de noyau de zirconium radioactif présent à l'instant initial $t_0 = 0$, et par N le nombre de noyau radioactif restant à l'instant t dans le minerai.

5.1- Donner la composition du noyau de l'isotope ^{96}Zr du zirconium. (0,5pt)

5.2- La masse d'un noyau de zirconium 96 est de 95,908 u. Calculer en MeV, l'énergie de liaison E_l d'un noyau de zirconium 96. En déduire son énergie de liaison par nucléon E_A en MeV/nucléon. (1pt)

5.3- Ecrire l'équation-bilan de la réaction de désintégration du zirconium 96 sachant qu'elle libère deux particules β^- . Identifier le noyau fils.

$t (10^{-3} \text{ an})$	1	2	3	4	5
$\ln(\frac{N_0}{N})(10^{-23})$	3,46	6,92	10,4	13,8	17,3

(0,5pt)

5.4- Des mesures ont permis de dresser le tableau ci-dessous :

5.4.1-Tracer le graphe $\ln(\frac{N_0}{N}) = f(t)$. Echelle : 2cm $\rightarrow 10^{-3} \text{ an}$; 1 cm $\rightarrow 2 \cdot 10^{-23}$ (0,5pt)

5.4.2-Déterminer la relation numérique entre $\ln(\frac{N_0}{N})$ et t . En déduire la période radioactive T du zirconium étudié. (0,75pt)

5.4.3-Au bout de combien de temps le quart des noyaux radioactifs initialement présent se sont-ils désintégrés ? (0,75pt)

Nom (Symbole)	Strontium (Sr)	Molybdène (Mo)	Plutonium (Pu)	Curium (Cm)	Proton	Neutron
Numéro atomique	38	42	94	96	1	0
Masse en u	87,62	95,96	244,0	247,0	1,0073	1,0086

EXERCICE 3 (BAC 2020 S2)

Il existe différents procédés pour dater des événements anciens comme la mort d'un organisme, la formation d'une roche, etc.

La datation par carbone 14, de période 5 700 ans, n'est valide que pour déterminer des âges absolus de quelques centaines d'années, à environ 50 000 ans au plus.

5.1 Dans la haute atmosphère, des neutrons cosmiques interagissent avec des noyaux d'azote 14 selon la réaction nucléaire dont l'équation est : $^{14}_7\text{N} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^A_Z\text{X} + {}^1_1\text{p}$

5.1.1 Identifier la particule X en calculant A et Z. (0,5 point)

Données : extrait du tableau de classification périodique des éléments

Extrait du tableau de classification				
Elément	C	N	O	F
Numéro atomique	6	7	8	9

5.1.2 L'étude de l'évolution de la population moyenne d'un ensemble de noyaux radioactifs, permet d'écrire la relation : $\Delta N = - \lambda N \Delta t$.

Cette relation conduit à la loi de décroissance radioactive : $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$

Préciser la signification des grandeurs représentées par les lettres $N(t)$, N_0 et λ . (0,75 point)

5.1.3. Définir la période radioactive T , puis établir la relation donnant λ en fonction de T (0,5 point)

5.1.4. Etablir la relation $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$ donnant l'activité $A(t)$ en fonction de l'activité initiale A_0 et λ . (0,5 point)

5.1.5. On se propose de déterminer l'âge d'une poutre en bois d'une tombe ancienne. Pour cela on mesure l'activité radioactive du carbone 14 présent dans 1 g de ce bois et dans 1 g d'un échantillon de bois fraîchement coupé.

On mesure une activité de 6,68 désintégrations par minute dans le bois ancien et une activité de 13,5 désintégrations par minute dans le bois frais. Déterminer l'âge t_b du bois de la tombe. (0,75 point)

5.2 Pour dater des événements plus anciens, il existe d'autres méthodes utilisant des noyaux radioactifs de plus grande période. Le potassium 40, par exemple, de période $T = 1,3 \cdot 10^9$ ans, est utilisé pour dater des minéraux volcaniques vieux de quelques centaines de millions à quelques milliards d'années. Le potassium 40 se désintègre en donnant l'argon 40. Une roche volcanique contient du potassium dont une partie est du potassium 40. Au moment de sa formation la roche ne contenait pas d'argon et le potassium 40 disparaît en même temps que l'argon 40 apparaît. Un géologue analyse un échantillon de la roche et constate que les noyaux d'argon 40 y sont deux fois moins nombreux que les noyaux de potassium 40.

Calculer l'âge t_r de cette roche. (1 point)

EXERCICE 4 (BAC 2018 S2)

Le fer et le cobalt sont des métaux très utilisés dans l'industrie. Ils présentent des propriétés physiques assez voisines et sont des matériaux de base pour les aimants permanents.

Un laboratoire nucléaire décide de comparer d'abord la stabilité du noyau de **cobalt - 59** qui représente la quasi-totalité du cobalt naturel à celle du noyau de **fer - 59** radioisotope lourd utilisé comme traceur dans l'étude du métabolisme du fer, puis d'étudier la radioactivité du **fer - 59**.

5.1 Etude comparative de la stabilité des noyaux de Fer-59 (${}^{59}_{26}\text{Fe}$) et de Cobalt-59 (${}^{59}_{27}\text{Co}$)

5.1.1 Donner la composition de chaque noyau. Préciser ce que les deux noyaux ont en commun. (0,5 point)

5.1.2 Calculer en MeV les énergies de liaison $E_\ell({}^{59}_{26}\text{Fe})$ du fer-59 et $E_\ell({}^{59}_{27}\text{Co})$ du cobalt-59 (0,5 point).

L'énergie de liaison d'un noyau ${}_Z^AX$ de masse $m(X)$ est donnée par : $E_\ell = [Z m_p + (A-Z) m_n - m(X)] \cdot c^2$

5.1.3 Les valeurs des énergies de liaison permettent-elles de comparer la stabilité des deux noyaux ? Justifier puis comparer la stabilité des noyaux ${}^{59}_{26}\text{Fe}$ et ${}^{59}_{27}\text{Co}$. (0,5 point)

5.2 Etude de la radioactivité du noyau de fer - 59

Le noyau de fer ${}^{59}_{26}\text{Fe}$ se désintègre spontanément en noyau de cobalt avec émission d'une particule ${}_Z^AX$

5.2.1 Ecrire, en précisant les lois utilisées, l'équation de désintégration du fer 59 (${}^{59}_{26}\text{Fe}$). (0,5 point).

5.2.2 Nommer la particule émise et expliquer son origine. (0,5 point)

5.2.3 Pour déterminer l'activité initiale A_0 d'un échantillon de ${}^{59}_{26}\text{Fe}$ radioactif, le laboratoire dispose, à un instant pris comme origine du temps ($t = 0$), d'un échantillon de masse $m_0 = 1,5$ mg. La mesure de l'activité $A(t)$ de cet échantillon chaque intervalle de dix jours, lui a permis de constater que

$$\frac{A(t)}{A(t+10)} = 1,17 \quad (t \text{ est exprimé en jours})$$

5.2.3.1 Définir l'activité $A(t)$ d'un échantillon radioactif et l'exprimer en fonction de A_0 , de la constante radioactive λ et de la date t . (0,5 point)

5.2.3.2 Calculer la valeur de λ et en déduire celle de la demi-vie T . (0,5 point)

5.2.3.3 Calculer l'activité A_0 . (0,25 point)

5.2.4 Déterminer la masse de fer désintégrée à l'instant $t = 10$ jours. (0,25 point)

Données : $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV} / c^2 = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; vitesse de la lumière dans le vide : $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Masse des particules : Proton : $m_p = 1,00728 \text{ u}$; neutron : $m_n = 1,00867 \text{ u}$;

EXERCICE 5 (BAC 2016 S1)

Données : masse molaire de l'iode 131 : $M = 131 \text{ g mol}^{-1}$;
nombre d'Avogadro : $N = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

L'iode participe à la synthèse des hormones thyroïdiennes ; il est donc indispensable à l'organisme humain. L'assimilation de l'iode 127, non radioactif, se fait sous forme d'ions iodure (I^-) dans la glande thyroïde. Lors des accidents nucléaires, il y a émission dans l'atmosphère, d'iode 131, radioactif β^- . Sa période radioactive est $T = 8,1$ jours. Cet iode 131, ($^{131}_{53}\text{I}$), donne au cours de sa désintégration, du xénon ($^{131}_{54}\text{Xe}$).

- 5-1** Ecrire l'équation de la réaction de désintégration de l'iode 131. Préciser le type de radioactivité correspondant à cette désintégration. **(0,5 point)**
- 5-2** La population vivant auprès d'une centrale nucléaire a reçu, sous forme d'iodure de potassium, (KI), des comprimés d'iode 127, à prendre en cas d'accident. Justifier cette mesure de prévention. **(0,5 point)**
- 5-3** L'iode 131 est aussi utilisé en médecine pour l'examen des glandes surrénales par scintigraphie. Définir puis déterminer l'activité d'un échantillon d'iode 131 de masse $m = 1,0 \text{ g}$. **(01 point)**
- 5-4** Pour l'examen par scintigraphie envisagé, on utilise une solution d'iode 131 d'activité $A_0 = 3,7 \cdot 10^7 \text{ Bq}$. Calculer la masse m' d'iode 131 à injecter au patient. **(01 point)**
- 5-5** Tracer la courbe de décroissance de l'activité, au cours du temps, du produit utilisé. Déterminer graphiquement la date à laquelle l'activité de ce produit sera divisée par 10. **(01,5 point)**

EXERCICE 6 (BAC 2015 S2)

Face aux besoins sans cesse croissants en énergie électrique, les énergies renouvelables comme l'énergie solaire constituent une alternative très intéressante.

De nos jours, à partir de la lumière du Soleil, des panneaux solaires produisent de l'électricité en utilisant l'effet photoélectrique, phénomène mis en évidence par Hertz en 1887.

La maîtrise des réactions de fusion analogues à celles qui se produisent naturellement dans le Soleil et les étoiles est le grand défi du XXI^{ème} siècle pour résoudre les problèmes d'énergie.

- 5.1** Définir l'effet photoélectrique. **(0,25 pt)**
- 5.2** Pour étudier le phénomène en laboratoire, un expérimentateur utilise une lame de métal de fréquence seuil ν_S . **(0,25 pt)**
- 5.2.1** Définir la fréquence seuil. **(0,25 pt)**

5.2.2 Lorsque le métal choisi est éclairé avec une lumière de fréquence ν , l'énergie cinétique maximale des électrons est $E_{c1} = 1,3 \text{ eV}$. Quand on utilise une lumière de fréquence $\nu' = 1,5 \nu$ l'énergie cinétique maximale des électrons est $E_{c2} = 3,6 \text{ eV}$.

- a)** Définir le travail d'extraction W_{ext} de l'électron pour un métal donné. **(0,25 pt)**
- b)** Donner la relation qui existe entre la fréquence ν de la lumière incidente, l'énergie cinétique maximale des électrons E_c et le travail d'extraction W_{ext} . **(0,25 pt)**
- c)** En déduire la valeur du travail d'extraction du métal utilisé et celle de sa fréquence seuil. **(0,5 pt)**

5.3 Des réactions de fusion nucléaire se produisent en permanence dans le cœur des étoiles. C'est ainsi que le Soleil rayonne de l'énergie dans l'espace, éclaire et chauffe la Terre. Actuellement, les scientifiques tentent de reproduire et de contrôler sur Terre ce type de réactions à partir du deutérium ^2_1H naturel et abondant et du tritium ^3_1H .

Dans un laboratoire, on provoque la réaction de fusion d'équation : $^2_1\text{H} + ^3_1\text{H} \rightarrow ^4_2\text{He} + ^1_0\text{n}$

5.3.1. Définir la réaction de fusion nucléaire. (0,25 pt)

5.3.2. Identifier la particule A_ZX émise au cours de la réaction et préciser son nom. (0,5 pt)

5.3.3 On s'intéresse à l'énergie libérée par cette réaction de fusion nucléaire.

a) Calculer, en MeV puis en joule, l'énergie libérée lors de la formation d'un noyau d'hélium. (0,5 pt)

b) En déduire l'énergie libérée lors de la formation de 1 kg d'hélium. Quelle serait la masse de pétrole qui fournirait la même quantité d'énergie ? Conclure. (0,75 pt)

c) Sachant que 2,5% de l'énergie libérée lors de la formation d'un noyau d'hélium se transforme en rayonnement électromagnétique γ et le reste en une autre forme d'énergie W

- préciser la forme de l'énergie W. (0,25 pt)
- déterminer la valeur de la fréquence du rayonnement γ émis. (0,5 pt)

Données

Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$; constante de Planck : $h = 6,62.10^{-34} \text{ J.s}$; charge élémentaire $e = 1,6.10^{-19} \text{ C}$; $1 \text{ eV} = 1,6.10^{-19} \text{ J}$

Masses des noyaux : $m({}_1^2\text{H}) = 2,01355 \text{ u}$; $m({}_1^3\text{H}) = 3,01550 \text{ u}$;
 $m({}_2^4\text{He}) = 4,00150 \text{ u}$; $m({}_Z^AX) = 1,00866 \text{ u}$

Unité de masse atomique : $1 \text{ u} = 1,67.10^{-27} \text{ kg} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$

Pouvoir calorifique du pétrole : 42 MJ.kg^{-1} ;

EXERCICE 7 (BAC S1 2013)

Le cobalt ${}_{27}^{60}\text{Co}$ radioélément très utilisé en médecine pour le traitement du cancer (« bombe au cobalt ») est obtenu par bombardement neutronique du cobalt « naturel » ${}_{27}^{59}\text{Co}$.

3.1 Ecrire l'équation de production du cobalt ${}_{27}^{60}\text{Co}$ (0,25 point)

3.2 Le cobalt ${}_{27}^{60}\text{Co}$ est radioactif β^- et a une constante radioactive $\lambda = 4.10^{-9} \text{ s}^{-1}$.

Ecrire l'équation de la réaction de désintégration de ${}_{27}^{60}\text{Co}$ (0,5 point)

Extrait de la classification périodique :

${}_{25}\text{Mn}$	${}_{26}\text{Fe}$	${}_{27}\text{Co}$	${}_{28}\text{Ni}$	${}_{29}\text{Cu}$
--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

3.3 Le noyau fils Y est obtenu à l'état excité d'énergie $E_3 = 2,50 \text{ MeV}$. Sa désexcitation s'effectue en deux étapes comme indiqué ci-contre. :

Calculer les longueurs d'onde λ_1 et λ_2 des deux photons émis au cours de la désexcitation du noyau fils Y. (0,5 point)

3.4 Un centre hospitalier dispose d'un échantillon de « cobalt 60 » de masse $m_0 = 1 \mu\text{g}$

3.4.1. Déterminer le nombre de noyau N_0 contenus dans l'échantillon à la date $t = 0$. (0,25 point)

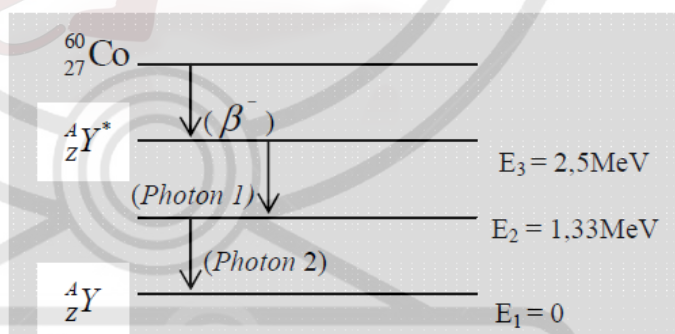
3.4.2. Soit $N(t)$ le nombre de noyaux présents dans l'échantillon à la date t .

Etablir la relation $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$. (0,25 point)

3.4.3. Le technicien du laboratoire est chargé de contrôler cette source, tous les ans, en déterminant son activité.

3.4.3.1. Définir l'activité $A(t)$ d'une substance radioactive puis l'exprimer en fonction de A_0 (activité à $t = 0$), λ et t . (0,5 point)

3.4.3.2. Le technicien obtient les résultats suivants :



t (ans)	0	1	2	3	4	5	7
A (10 ⁷ Bq)	3,980	3,515	3,102	2,670	2,368	2,038	1,540
ln A							

a) Recopier puis compléter le tableau et tracer le graphe $\ln A = f(t)$. (0,75 point)

b) En déduire la constante radioactive λ du « cobalt 60 ». (0,5 point)

On donne : Constante d'Avogadro $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; $M(^{60}_{27}\text{Co}) = 60 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
Célérité de la lumière $C = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; Constante de Planck : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

EXERCICE 8 (BAC S2 2012)

Actuellement des techniques telles que la scintigraphie sont utilisées en médecine grâce à des substances radioactives comme le technétium.

Le technétium, se fixant préférentiellement sur les lésions osseuses du squelette, peut être détecté par une gamma-caméra. Ce dernier fournit par la suite une image du squelette appelée scintigraphie osseuse. Tous les noyaux du technétium sont radioactifs.

5-1. L'isotope 97 du technétium $^{97}_{43}\text{Tc}$, de demi-vie 90,1 jours, est synthétisé en bombardant un noyau de molybdène 96, $^{96}_{42}\text{Mo}$ avec un noyau de deutérium ^2_1X .

5-1.1 Qu'appelle-t-on noyaux isotopes ? (0, 25 pt)

5-1.2. Ecrire l'équation de la réaction de synthèse du technétium $^{97}_{43}\text{Tc}$ à partir du molybdène $^{96}_{42}\text{Mo}$ en précisant les valeurs de A et Z sachant qu'il se forme en même temps un neutron.

A quel élément chimique appartient le deutérium ? (0, 75 pt)

5-2. L'isotope 99 du technétium $^{99}_{43}\text{Tc}$ présente la particularité et l'avantage de pouvoir être produit sur place par désintégration du molybdène 99, $^{99}_{42}\text{Mo}$.

Une infirmière prépare une dose de technétium 99, $^{99}_{43}\text{Tc}$. Deux heures après, son activité étant égale à 79,5 % de sa valeur initiale, elle l'injecte à un patient.

5-2-1. Ecrire l'équation de la réaction nucléaire permettant d'obtenir le technétium 99 à partir du molybdène 99. Préciser le type de désintégration dont il s'agit. (0, 5 pt)

5-2-2. Définir l'activité d'une source radioactive et établir la relation entre l'activité, la constante radioactive et le nombre de noyaux présents. (0, 5 pt)

5-2-3. Déterminer la valeur de la période radioactive du technétium 99. (0, 75 pt)

5-2-4. L'activité maximale des doses administrées en $^{99}_{43}\text{Tc}$ ne doit pas dépasser 10^9 Bq . Quelle est la masse maximale de technétium 99 que doit contenir la dose préparée ? (0, 75 pt)

5-3. Le médecin porte son choix sur le produit qui disparaît le plus vite. Lequel des deux isotopes du technétium va-t-il choisir ? Justifier la réponse. (0, 5 pt)

Données : $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2 = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

Particule ou noyau	$^{60}_{27}\text{Co}$	$^{60}_{28}\text{Ni}$	électron	$^{99}_{43}\text{Tc}$
Masse en u	59,934	59,931	$5,486 \cdot 10^{-4}$	98,882

EXERCICE 9 (BAC S1 2011)

L'Agence Internationale de l'Energie Atomique (A.I.E.A) rapporte que lors de l'accident nucléaire survenu au Japon dans la préfecture de Fukushima le 14 mars 2011, des dépôts d'iode 131 ($^{131}_{53}\text{I}$) et de césium 137 ($^{137}_{55}\text{Cs}$) ont été détectés dès le 30 mars 2011 dans beaucoup d'autres préfectures du Japon. L'iode 131 et le césium 137 sont des noyaux radioactifs β^- , de demi-vie respective $T_1 = 8,0$ jours et $T_{Cs} = 30$ ans. Les riverains de la centrale sont ainsi exposés à une irradiation par inhalation ou par ingestion de ces noyaux du fait de la contamination de l'air atmosphérique et des aliments (eau, lait, légumes, poissons...). Le 06 avril 2011, un village environnant de la centrale de Fukushima s'est vu interdire l'usage de son eau pour les nourrissons à cause d'une concentration en iode de 100 Bq par litre.

Données : masse de l'électron $m = 0,00055$ u ; $1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$
célérité de la lumière dans le vide $C = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$; masse du noyau de césium : $m(^{137}_{55}\text{Cs}) = 136,87692 \text{ u}$
; masse du noyau de baryum : $m(^{137}_{56}\text{Ba}) = 136,87511 \text{ u}$

Extrait du tableau de classification :

$_{52}\text{Te}$	$_{53}\text{I}$	$_{54}\text{Xe}$	$_{55}\text{Cs}$	$_{56}\text{Ba}$
------------------	-----------------	------------------	------------------	------------------

3-1 On dit que la radioactivité naturelle est un phénomène aléatoire, spontané et inéluçtable.

Expliquer brièvement chacun des termes soulignés ci dessus.

(0,75 point)

3-2 Citer deux propriétés de la radioactivité β^- .

(0,5 point)

3-3 Ecrire les équations-bilan des réactions de désintégration de l'iode 131 ($^{131}_{53}\text{I}$) et du césium 137 ($^{137}_{55}\text{Cs}$).

(0,5 point)

3-4 Expliquer pourquoi on observe en même temps une émission de rayonnement γ .

Ecrire les équations des réactions nucléaires correspondantes.

(0,5 point)

3-5 Calculer, en MeV, l'énergie libérée par la désintégration d'un noyau de césium 137. (0,5 point)

3-6 A un instant $t = 0$, deux riverains P_1 et P_2 boivent, respectivement, l'un un litre d'eau contaminé à l'iode 131 de concentration 100 Bq par litre et, l'autre, un litre de lait de vache contaminé au césium 137 de concentration 0,22 Bq par litre.

3.6.1 Calculer le nombre de noyaux $N_0(^{131}_{53}\text{I})$ d'iode 131 présents à $t = 0$ dans le litre d'eau consommé par P_1 ainsi que le nombre de noyaux $N_0(^{137}_{55}\text{Cs})$ de césium 137 présents à $t = 0$ dans le litre de lait consommé par P_2 .

Rappel : l'activité $A(t)$ d'un échantillon radioactif est liée au nombre $N(t)$ de noyaux radioactifs présents par : $A(t) = \lambda N(t)$

(0,5 point)

3.6.2 Rappeler l'expression liant N , N_0 , λ et t respectivement, nombre de noyaux radioactifs à un instant quelconque t , nombre de noyaux radioactifs initial (à $t = 0$), constante radioactive et instant quelconque.

(0,25 point)

3.6.3 Dans le tableau qui suit N représente le nombre de noyaux radioactifs à la date t .

Recopier puis compléter le tableau.

(0,5 point)

t	0	8 jours	1 an	30 ans
$N(^{131}_{53}\text{I})$	$1,0 \cdot 10^8$			
$N(^{137}_{55}\text{Cs})$	$3,0 \cdot 10^8$			

3.6.4 En supposant que le danger lié à l'absorption d'un liquide contaminé est dû uniquement au nombre de noyaux radioactifs présents dans l'organisme, déduire de ce qui précède, lequel de P_1 ou P_2 est encore plus menacé un an après l'ingestion.

(0,5 point)

3.7 L'apport d'iode est essentiel à l'organisme humain qui le capte sous forme d'ions iodure au niveau de la glande thyroïde. L'isotope iode 127 (^{127}I) n'est pas radioactif contrairement à l'iode 131 (^{131}I) qui est particulièrement cancérigène. En cas de fuite radioactive on fait absorber le plus rapidement possible des

comprimés d'iode 127 sous forme d'iodure de potassium.

3.7.1 Justifier l'utilité de cette mesure.

(0,25 point)

3.7.2 Expliquer pourquoi, en cas d'absorption d'iode 131 à un instant t , des noyaux d'iode continuent à irradier la thyroïde bien après cet instant.

(0,25 point)

EXERCICE 10 (BAC S1 2009)

Il existe plusieurs méthodes de datation d'objets adaptées à l'âge que l'on souhaite déterminer. On peut en citer entre autres : la méthode potassium-argon et la datation par le carbone 14. Cependant cette dernière n'est pas utilisable si la teneur résiduelle de carbone 14 est trop faible c'est-à-dire inférieure à 1 %. La demi-vie du ^{14}C est de 5600 ans et celle du ^{40}K de $1,5 \cdot 10^9$ ans.

Les roches volcaniques contiennent du potassium K dont l'isotope $^{40}_{19}\text{K}$ est radioactif et se décompose pour donner $^{40}_{18}\text{Ar}$ constituant essentiel d'un gaz monoatomique.

Lors d'une éruption volcanique, la lave, au contact de l'air perd l'argon ^{40}Ar , c'est le dégazage de la roche. A la date de la fin de l'éruption, la lave ne contient plus d'argon. Mais celui-ci réapparaît dans le temps (presque aussitôt après) selon la radioactivité précédente.

5.1 Ecrire l'équation de la désintégration nucléaire du potassium $^{40}_{19}\text{K}$ en argon $^{40}_{18}\text{Ar}$ en précisant les lois de conservation utilisées. Nommer la particule émise en même temps que le noyau fils. **(01 point)**

5.2 L'analyse d'un échantillon d'une roche basaltique, a donné $1,6610^{-6}$ g de ^{40}K et $82 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^3$ d'argon (^{40}Ar) dans les conditions normales de température et de pression.

On désigne par N_0 (^{40}K) le nombre de noyaux de potassium 40 à la date $t = 0$ (fin de l'éruption), par N (^{40}K) et $N(^{40}\text{Ar})$ les nombres de noyaux présents dans l'échantillon respectivement de potassium 40 et d'argon 40 à un instant t donné.

5.2.1 Rappeler l'expression de N (^{40}K) en fonction de N_0 (^{40}K), du temps t et de la constante radioactive λ du potassium 40 (loi de la décroissance radioactive). **(0,5 point).**

5.2.2 En déduire la relation : $\frac{N(^{40}\text{Ar})}{N(^{40}\text{K})} = -1 + e^{\lambda t}$ **(0,5 point).**

5.2.3 Calculer l'âge approximatif de la roche compté à partir de la fin de l'éruption volcanique. **(0,75 point)**

5.3 Sur un autre site archéologique des ossements ont été trouvés. Pour dater ces derniers, on a procédé par dosage isotopique de l'argon 40 et du potassium 40 contenus dans un échantillon de ces ossements. On constatât alors qu'il contenait quatre fois plus d'atomes de potassium 40 que d'atomes d'argon 40.

5.3.1 Déterminer l'âge de ces ossements. **(0,5 point)**

5.3.2 Pourrait-on alors utiliser la méthode de la datation par le ^{14}C pour déterminer l'âge de ces ossements ? Justifier la réponse. **(0,5 point)**

Données : Masse molaire atomique de l'isotope ^{40}K du potassium : $M(^{40}\text{K}) = 40 \text{ g.mol}^{-1}$
Volume molaire normal : $V_0 = 22,4 \text{ L.mol}^{-1}$; constante d'Avogadro : $6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

