

UE11 - Biophysique

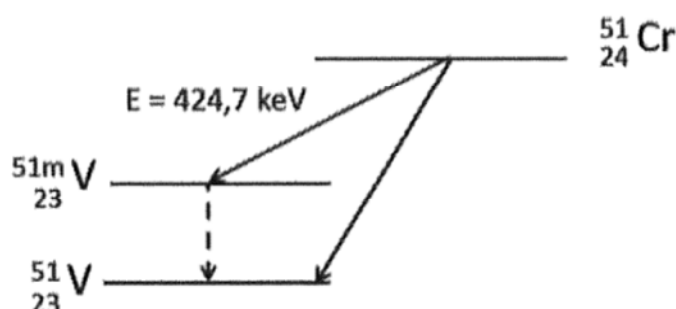
Annales Classées

**CINÉTIQUE DES DÉSINTEGRATIONS
RADIOACTIVES**

SUJET

Enoncé commun aux questions 1 à 5.

Le Chrome-51 est un radio-isotope utilisé pour mesurer la fonction rénale après intégration dans une molécule d'EDTA. Il a une demi-vie radioactive de 27,7 jours. Le schéma de désintégration radioactive du Chrome-51 est décrit ci-dessous.



Question 4. On injecte 50 Méga-Becquerels (MBq) d'EDTA radiomarké au Chrome-51 dans la veine d'un patient. Chez ce patient, l'EDTA a une demi-vie biologique de 60 minutes avec une élimination intégralement dans les urines. Au bout de deux heures, vous récupérez l'ensemble des urines du patient représentant un volume de 1 litre.

Dans quel intervalle sera l'activité radioactive en kilo-Becquerels (kBq) que vous mesurerez dans 1 millilitre d'urines du patient ? (Une seule proposition exacte).

- A. < 10 kBq
- B. 10 - 20 kBq
- C. 20 - 30 kBq
- D. 30 - 40 kBq
- E. > 40 kBq

Énoncé commun aux questions 6 à 9.

Un générateur de radionucléides contient du chlorure de germanium (Germanium-68, période 271 jours) comme nucléide père, qui se désintègre en chlorure de gallium (Gallium-68, période 68 minutes), nucléide fils. A la livraison, le générateur contient une activité en Germanium-68 de 1,5 Giga-Becquerel (GBq). Ce générateur peut être utilisé jusqu'à une activité minimale du Germanium-68 de 0,6 GBq.

Question 6. Dans quel délai le générateur devra cesser d'être utilisé ? (Une seule proposition exacte)

- A. < 300 jours
- B. 300 - 350 jours
- C. 350 - 400 jours
- D. 400 - 450 jours
- E. > 450 jours

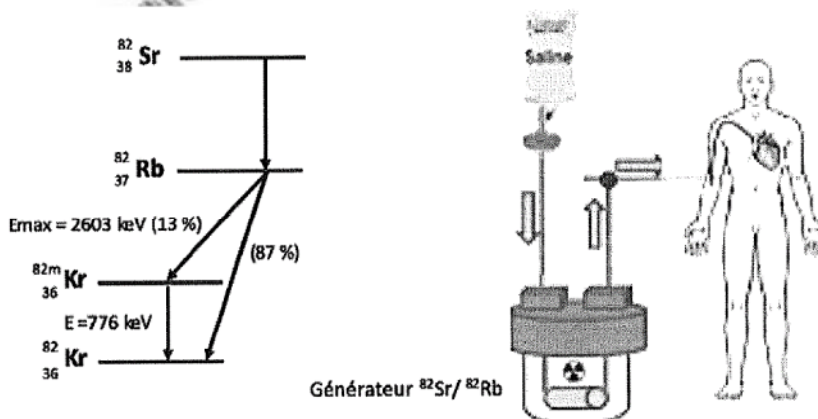
Question 7. A 8h du matin, une activité de 800 MBq de Gallium-68 est éluee dans un volume de 5 ml. Sachant que cet éluat ne peut plus être utilisé si l'activité volumique est inférieure à 40 MBq/ml, jusqu'à quelle heure peut-il être utilisé ? (Une seule proposition exacte)

- A. 8 h 34
- B. 9 h 08
- C. 9 h 42
- D. 10 h 16
- E. 11 h 24

Question 9. Le radiopharmaceutique marqué au Gallium-68 est administré par voie intraveineuse à un patient. Sachant que la demi-vie biologique du radiopharmaceutique est de 136 minutes, de quel ordre est sa période effective ? (Une seule proposition exacte)

- A. 5 minutes
- B. 34 minutes
- C. 45 minutes
- D. 68 minutes
- E. 136 minutes

Le Rubidium-82 (^{82}Rb) est un radio-isotope utilisé en imagerie nucléaire pour évaluer la perfusion sanguine du cœur. Il est disponible en éluant avec du sérum physiologique un générateur contenant du Strontium-82 (^{82}Sr) fixé dans une colonne. Les schémas de désintégrations radioactives du Strontium-82 en Rubidium-82 et Krypton-82 (^{82}Kr) sont décrits ci-dessous.



Le Strontium-82 se désintègre en Rubidium-82 avec une demi-vie radioactive de 25,5 jours (600 heures). Le Rubidium-82 se désintègre ensuite en Krypton-82 stable avec une demi-vie de 76 secondes (1,26 min). Vous recevez un générateur contenant 1200 MBq de Strontium-82.

QRS 5. Dans quel intervalle sera l'activité maximale de Rubidium-82 que vous pourrez récupérer dans votre éluat à l'équilibre ? (Une seule réponse exacte)

- A. < 100 MBq
- B. 100 - 500 MBq
- C. 500 - 1000 MBq
- D. 1000 - 2000 MBq
- E. > 2000 MBq

QRS 7. Dans quel intervalle sera l'activité maximale de Rubidium-82 que vous pourrez récupérer dans votre éluat à l'équilibre 51 jours après la réception du générateur ? (Une seule réponse exacte)

- A. < 100 MBq
- B. 100 - 500 MBq
- C. 500 - 1000 MBq
- D. 1000 - 2000 MBq
- E. > 2000 MBq

QRS 13. Soit un radioélément dont la période physique est de 5 heures et la période biologique est de 20 minutes. Dans quel intervalle se situe sa période effective ? (Une seule réponse exacte)

- A. < 10 minutes
- B. 10-30 minutes
- C. 30-60 minutes
- D. 1 - 6 heures
- E. > 6 heures

QRS 14. Un radioélément émetteur beta-plus dont la période T est de 7 heures va être injecté à un patient en vue de la réalisation d'un examen d'imagerie. Vous mesurez une activité de 180 MBq 1 heure après la livraison du radioélément dans votre service. Quelle était l'activité initiale au moment de la livraison du radioélément ? (Une seule réponse exacte). On donne $e^{-0,1} = 0,9$ et $\ln 2 = 0,70$

- A. 200 MBq
- B. 240 MBq
- C. 270 MBq
- D. 350 MBq
- E. 400 MBq

2021 Session 1

Question n°2

Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

La définition de période (ou demi-vie) radioactive T est :

- A. la proportion de photons traversant un écran sans interagir
- B. la durée de vie d'un radioélément métastable
- C. le nombre de transformations radioactives qui se produisent 1 seconde
- D. l'énergie libérée au cours d'une transformation radioactive
- E. le temps au bout duquel 50% des atomes radioactifs se sont transformés en éléments stables

Question n°5

Soit un radiotraceur de période radioactive égale à 2h utilisé en imagerie TEP. Pour injecter une dose de 200 MBq à un patient à 8h du matin, quelle activité le fournisseur doit-il produire à 4h du matin ?

Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte ?

- A. 50 MBq
- B. 100 MBq
- C. 200 MBq
- D. 400 MBq
- E. 800 MBq

Question n°6

Dans un générateur, le Technétium-99m (^{99m}Tc) est obtenu à partir du Molybdène-99 (^{99}Mo) par transformation β^- . La période radioactive du ^{99m}Tc est de 6 heures et celle du ^{99}Mo est de 67 heures.

Parmi les propositions suivantes concernant le rapport entre l'activité du ^{99m}Tc et celle du ^{99}Mo après un délai >24 heures, laquelle est exacte ?

- A. 11,10
- B. 1,90
- C. 1,10
- D. 0,90
- E. 0,09

Question n°7 = QUESTION ANNULEE

Ce ^{99m}Tc est utilisé pour marquer un agent d'imagerie qui est éliminé de l'organisme par filtration glomérulaire avec une demi-vie biologique de 2 heures. **Parmi les propositions suivantes concernant la période effective de cet agent, laquelle est exacte ?**

- A. 25 minutes
- B. 3 heures
- C. 6 heures
- D. 8 heures
- E. 12 heures

ANNEXE

FORMULAIRE FOURNI EN 2021

VALEURS NUMÉRIQUES ÉVENTUELLEMENT UTILES

Si cela vous apparaît nécessaire dans les calculs, vous pouvez utiliser les valeurs numériques et approximations suivantes :

Nombre d'Avogadro = 6.10^{23}

Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$

Charge élémentaire de l'électron (en valeur absolue) : $1,6.10^{-19} \text{ Coulomb}$

1 électron-volt (eV) = $1,6.10^{-19} \text{ Joule}$

1 u.m.a. (unité de masse atomique) = $1,66.10^{-27} \text{ kg} = 931 \text{ MeV} / c^2$

Constante de Planck : $h = 6,62.10^{-34} \text{ J.s}$

Masse d'un électron = $0,9.10^{-30} \text{ kg} = 0,511 \text{ MeV} / c^2$

Masse d'un proton isolé = 1,007 u.m.a.

Masse d'un neutron isolé = 1,009 u.m.a.

1 Ci = 37 GBq

Enoncé commun aux questions 21 et 22 :

Le Germanium-68 est un isotope radioactif qui se transforme par capture électronique en Gallium-68. Celui-ci est utilisé pour le radiomarquage de traceurs en tomographie par émission de positons. L'activité à la livraison est de 1,85 GBq. La demi-vie de l'élément père est de 271 jours et celle de l'élément fils de 68 minutes.

Question n°21

Quelle masse de Germanium-68 est contenue dans le générateur à la livraison ?

Indiquer la proposition exacte :

- A. $\approx 0,7 \mu\text{g}$
- B. $\approx 1 \mu\text{g}$
- C. $\approx 7 \mu\text{g}$
- D. $\approx 100 \mu\text{g}$
- E. $\approx 700 \mu\text{g}$

Question n°22

Après avoir atteint l'équilibre de régime, quel sera le rapport d'activité entre le Gallium-68 et le Germanium-68 ? **Indiquer la proposition exacte**

- A. ≈ 1
- B. ≈ 2
- C. ≈ 3
- D. ≈ 4
- E. ≈ 5

2019

Enoncé commun aux trois questions suivantes: questions 17 à 19

On considère la filiation radioactive suivante : le radioélément X_1 de période T_1 donne naissance à un élément X_2 lui même radioactif, de période T_2 . L'élément X_2 se désintègre en un noyau X_3 stable.

On a $T_1 = 48$ minutes, et $T_2 = 8$ minutes. À l'instant initial $t=0$ considéré, les éléments X_1 et X_2 sont en équilibre de régime, et l'activité A_1 de X_1 est égale à 20 MBq.

Question n°17

Indiquer la proposition exacte :

À l'instant $t=8$ heures, l'activité A_1 (en MBq) est égale à :

- A. 10
- B. 2
- C. 1
- D. 0,02
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

Question n°18

Indiquer la proposition exacte :

À l'instant $t = 0$, l'activité A_2 (en MBq) de l'élément X_2 est égale à :

- A. 24
- B. 2,4
- C. 0,24
- D. 0,024
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

Question n°19

La masse molaire du noyau X_1 vaut 210 g/mol.

Indiquer la proposition exacte

À l'instant $t = 0$, la masse nucléaire (en grammes) de l'élément X_1 est de l'ordre de :

- A. $3 \cdot 10^{-11}$
- B. $5 \cdot 10^{-13}$
- C. $3 \cdot 10^{-14}$
- D. $5 \cdot 10^{-16}$
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

Énoncé commun aux trois questions suivantes : questions 17 à 19

Pour traiter un patient ayant une hyperthyroïdie, on lui administre, par voie orale, une gélule contenant de l'Iode 131 radioactif, d'activité égale à 400 MBq.

Le radioélément Iode 131 est un émetteur β^- (bêta moins), dont la période est égale à 8 jours. Le noyau fils est le Xénon 131, élément stable.

On donne : 8 jours $\approx 7.10^5$ secondes

Question n°17

Seule une fraction de 40% de l'activité administrée se fixe initialement sur la thyroïde.

Indiquer **la** proposition exacte :

Le nombre de noyaux radioactifs qui se fixent initialement sur la thyroïde est de l'ordre de :

- A. 10^{15}
- B. $4,8.10^{14}$
- C. $1,6.10^{14}$
- D. $3,2.10^{13}$
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

Question n°18

L'Iode qui se fixe sur la thyroïde est éliminé avec une période effective de 6 jours.

Indiquer **la** proposition exacte :

La période biologique correspondante (en jours) est de l'ordre de

- A. 3
- B. 5
- C. 12
- D. 24
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

Question n°19

Quelle est l'activité résiduelle au niveau de la thyroïde au bout de 24 jours ?

Indiquer **la** proposition exacte :

- A. 80 MBq
- B. 20 MBq
- C. 10 MBq
- D. 5 MBq
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

2017

Enoncé commun aux questions 20 et 21.

L'Iridium $^{192}_{77}\text{Ir}$ est couramment utilisé pour le traitement de certaines tumeurs cancéreuses du sein. Il peut se désintégrer par capture électronique en Osmium 192, et par transition β^- (bêta moins) en Platine 192. Sa période est de 74 jours. On considère une source d'Iridium d'activité initiale 3,5 GBq.

On donne 74 jours = $6,4 \cdot 10^6$ secondes.

Question n°20

On note N_0 le nombre initial de noyaux radioactifs d'Iridium contenus dans la source utilisée.
(Indiquer **la** proposition exacte)

- A. N_0 est égal à $3,5 \cdot 10^{11}$
- B. N_0 est égal à $1,6 \cdot 10^{16}$
- C. N_0 est égal à $2,2 \cdot 10^{16}$
- D. N_0 est égal à $3,2 \cdot 10^{16}$
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte.

Question n°21

Au bout de combien de temps, l'activité de la source est-elle égale à 3,5 MBq ?
(Indiquer **la** proposition la plus proche du résultat exact)

- A. 1 mois.
- B. 2 mois.
- C. 6 mois.
- D. 1 an.
- E. 2 ans.

2016

Question n° 16

L'iode 125 est un radioisotope couramment utilisé pour traiter certains types de tumeurs cancéreuses par curiethérapie. On considère à l'instant initial une source d'iode 125, de masse égale à 1,25 microgrammes. La période radioactive de l'iode 125 est égale à $5 \cdot 10^6$ secondes. La masse molaire de l'iode 125 est égale à 125 g/mol. Déterminer **la** proposition vraie

L'activité initiale de la source est de l'ordre de :

- A. 80 kBq
- B. 0,8 MBq
- C. 8 MBq
- D. 80 MBq
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

Question n° 17

Un récipient contient un radio-isotope, l'yttrium 90 qui est un émetteur bêta moins. Sa période radioactive est d'environ 60 h. A l'instant initial $t = 0$, son activité est de 4 kBq.

Déterminer **la** proposition exacte :

Son activité sera de l'ordre de 1 Bq, après un intervalle de temps de

- A. 6 heures
- B. 60 heures
- C. 720 heures
- D. 7800 heures
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

Question n° 18

Le molybdène $^{99}_{42}\text{Mo}$ de période radioactive égale à 66 heures se désexcite en technétium métastable $^{99\text{m}}_{43}\text{Tc}$ qui lui-même se désexcite en technétium stable $^{99}_{43}\text{Tc}$. La période radioactive du $^{99\text{m}}_{43}\text{Tc}$ est de 6 heures. On suppose que l'équilibre de régime est atteint. L'activité du molybdène à un instant t est alors égale à 0,50 mCi.

Déterminer **la** proposition exacte :

L'activité du technétium métastable à cet instant t est de l'ordre de

- A. 0,55 mCi
- B. 0,45 mCi
- C. 0,34 mCi
- D. 0,20 mCi
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

Énoncé commun aux questions 15 et 16

Pour réaliser un examen de scintigraphie osseuse, un technicien du service de médecine nucléaire prépare une seringue de radio-pharmaceutique marqué au Technétium métastable ^{99m}Tc . Sa période physique est de 6 heures, ce qui correspond à une constante radioactive de l'ordre de $3 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$. L'injection intraveineuse est réalisée à 11 heures du matin chez un patient de 60 kg. L'activité injectée est de 10 MBq par kilogramme de masse corporelle du patient.

Question 15

Quelle doit être l'activité de la seringue de radio-pharmaceutique préparée par le technicien à 8 heures du matin ?

Indiquer la valeur la plus proche du résultat exact

- A. 300 MBq
- B. 430 MBq
- C. 600 MBq
- D. 840 MBq
- E. 1050 MBq

Question 16

Au moment de l'examen, 50% de l'activité totale injectée est fixée sur le squelette. Calculer le nombre de noyaux radioactifs présents sur le squelette à cet instant.

Indiquer la valeur la plus proche du résultat exact

- A. 10^{-8}
- B. 10^5
- C. 10^9
- D. 10^{11}
- E. 10^{13}

17. Question

On considère une source radioactive constituée, à l'instant initial, de 10^{15} noyaux radioactifs. Sa masse, à l'instant initial, est égale à 4 nanogrammes. La période radioactive T du radioélément est égale à 7 jours.

Indiquer la (ou les) proposition(s) exacte(s)

- A. L'activité de la source à l'instant initial est de l'ordre de 10^{14} Becquerel.
- B. Après 3,5 jours, le nombre de noyaux radioactifs présents est de l'ordre de $7 \cdot 10^{14}$
- C. Après 14 jours, le nombre de noyaux radioactifs présents est de l'ordre de $5 \cdot 10^{14}$
- D. Après 28 jours, la masse de la source radioactive est de l'ordre de 0,25 ng.
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte.

2013

Enoncé commun aux questions 13 et 14

Filiation radioactive : un noyau X, de constante radioactive égale à 3 heures⁻¹, se désintègre en donnant un noyau Y lui-même radioactif. Le noyau Y, de constante radioactive égale à 8 heures⁻¹, se désintègre en donnant un noyau Z stable. On suppose qu'à l'instant initial $t=0$, seul le noyau X est présent.

13.

A quel instant t_m l'activité du radioélément Y est-elle maximale ?

Cocher la réponse la plus proche du résultat exact

- A- $t_m = 6$ minutes
- B- $t_m = 12$ minutes
- C- $t_m = 5$ heures
- D- $t_m = 10$ heures
- E- $t_m = 100$ heures

14.

Indiquer la (ou les) proposition(s) exacte(s)

A l'instant t_m :

- A- un équilibre de régime est atteint.
- B- un équilibre séculaire est atteint.
- C- l'activité du noyau Y est égale à celle du noyau X
- D- l'activité du noyau Y est le double de celle du noyau X
- E- aucune des propositions précédentes n'est exacte.

17.

On dispose d'une source radioactive de technétium ^{99m}Tc , de masse égale à 7,2 nanogrammes et de période 6 heures, calculer l'activité de cette source.

Indiquer la (ou les) proposition(s) exacte(s)

L'activité de la source est de l'ordre de :

- A- $A = 5040$ GBq
- B- $A = 3,2$ GBq
- C- $A = 1,4$ GBq
- D- $A = 38$ mCi
- E- Aucune des propositions précédentes n'est exacte.

2012

18. Question

Deux corps radioactifs X et Y en filiation sont en équilibre de régime. Le noyau « père » X a une période T_X égale à 14 heures. Les activités des noyaux X et Y, notées respectivement A_X et A_Y , vérifient la relation : $A_Y/A_X = 1,5$.

Indiquer **la** proposition exacte

- A. La période T_Y du noyau Y est égale à 21 heures
- B. La période T_Y du noyau Y est égale à 42 heures
- C. La constante radioactive λ_Y du noyau Y est égale à $0,03 \text{ heure}^{-1}$
- D. La constante radioactive λ_Y du noyau Y est égale à $0,01 \text{ heure}^{-1}$
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte.

2011

15. Question

Un flacon contenant du phosphore 32 radioactif (période $T = 14$ jours) a une activité $A_0 = 4$ kBq à l'instant initial $t = 0$. En considérant que l'on peut rejeter dans la nature avec les ordures courantes un flacon contenant un produit radioactif seulement si son activité est inférieure ou égale à 1 Becquerel (Bq), au bout de combien de temps (en jours) pourra-t-on jeter le flacon ?

Indiquer **la** proposition exacte :

- A. 7 jours
- B. 168 jours
- C. 28 jours
- D. 140 jours
- E. autre valeur.

19. Question

On considère deux corps radioactifs en filiation X et Y. La période du noyau X est 2 jours et celle de Y est 4 heures. Les activités des noyaux X et Y sont notées respectivement A_X et A_Y . Au bout d'un temps suffisamment grand, on peut considérer qu'ils ont atteint un équilibre de régime. Calculer alors le rapport des activités A_Y / A_X :

Indiquer **la** proposition exacte :

- A. 0,9
- B. 0,1
- C. 0,5
- D. 0,8
- E. Aucune des valeurs précédentes n'est exacte.

Énoncé pour les deux questions suivantes :

L'énoncé suivant est commun aux deux questions suivantes. Les réponses sont indépendantes.

On considère une solution contenant un mélange de deux éléments radioactifs X et Y non en filiation, de périodes respectivement égales à $T_X = 8$ heures et $T_Y = 2$ jours. A l'instant $t_0 = 0$, les activités initiales A_{X0} et A_{Y0} des deux radioéléments sont égales.

15. Question

(Voir l'énoncé ci-dessus)

Calculer le rapport A_X/A_Y des activités à l'instant $t_A = 24$ heures.

Indiquer la réponse la plus proche du résultat exact :

- A. 0,18
- B. 0,25
- C. 0,43
- D. 4
- E. 5,75

16. Question

(Voir l'énoncé ci-dessus)

A quel instant t_B (exprimé en heures) l'activité du radioélément Y est-elle 10 fois plus grande que celle du radioélément X ?

Indiquer la réponse la plus proche du résultat exact :

- A. 1
- B. 10
- C. 30
- D. 60
- E. 100

2009

13. Question

Deux éléments radioactifs A et B sont en équilibre de régime. La période de A est 180 heures et celle de B est 30 heures. L'activité de A est 3 GBq. Déterminer l'activité de B.

Indiquer la proposition exacte :

- A. 0,5 GBq
- B. 0,6 GBq
- C. 2,5 GBq
- D. 3,6 GBq
- E. Autre réponse

14. Question

Chez un patient, le traitement d'un nodule toxique de la thyroïde nécessite l'absorption orale d'une gélule contenant de l'iode 131 radioactif. L'activité nécessaire au traitement du patient est 600 MBq. On donne la constante radioactive de l'iode 131 : $\lambda = 10^{-6} \text{ s}^{-1}$

Calculer, en microgrammes, la masse d'iode 131 devant être contenue dans la gélule qui sera spécialement fabriquée pour ce patient.

Indiquer la réponse la plus proche du résultat exact.

- A. $7,6 \cdot 10^{-6}$
- B. 10^{-3}
- C. 0,1
- D. 0,8
- E. 10^3

15. Question

Soit une solution contenant un mélange de deux éléments A et B radioactifs non en filiation. La concentration radioactive initiale de l'élément A est 2 mCi/ml, celle de l'élément B est 0,5 mCi/ml. La période radioactive de B est égale au double de celle de A qui est notée T_A .

Calculer, en fonction de T_A , le temps t au bout duquel la concentration radioactive de A sera égale à celle de B.

Indiquer la proposition exacte

- A. $t = T_A/4$
- B. $t = T_A/2$
- C. $t = 2 T_A$
- D. $t = 4 T_A$
- E. aucune réponse.

13. Question

Le Phosphore 32 (^{32}P) est utilisé comme traceur radioactif dans la détection de certaines tumeurs. Sa période radioactive est égale à 14 heures.

On utilise une source radioactive de ^{32}P , de masse m égale à $6,4 \cdot 10^{-10}$ gramme.

Calculer son activité A en Becquerels (Bq).

Cocher la réponse la plus proche du résultat exact :

- A. $A = 4,4 \cdot 10^7$ Bq
- B. $A = 1,7 \cdot 10^8$ Bq
- C. $A = 2,4 \cdot 10^8$ Bq
- D. $A = 1 \cdot 10^{10}$ Bq
- E. $A = 6 \cdot 10^{11}$ Bq

15. Question

Soit une solution contenant un mélange de deux éléments X et Y radioactifs non en filiation. La concentration radioactive initiale de l'élément Y est le double de celle de l'élément X. La période radioactive de X est égale à 120 minutes, celle de Y est de 20 minutes.

Calculer le temps au bout duquel la concentration radioactive de X sera égale au double de celle de Y.

Cocher la réponse la plus proche du résultat exact :

- A. 20 minutes
- B. 24 minutes
- C. 48 minutes
- D. 120 minutes
- E. 240 minutes

16. Question

Deux éléments A et B en filiation radioactive sont en équilibre de régime. L'activité de l'élément père A est égale à 90 % de celle de l'élément fils B. Déterminer la valeur du rapport T_A/T_B de leur période respective.

Cocher la réponse la plus proche du résultat exact :

- A. 0,1
- B. 0,9
- C. 1,1
- D. 9
- E. 10

13. Question

Deux éléments radioactifs A et B en équilibre de régime. Déterminer la valeur du rapport des nombres de noyaux N_A/N_B si la période de A est de 60 jours, et celle de B est de 12 jours.

Indiquer la proposition exacte :

- A. $\frac{1}{4}$
- B. $\frac{1}{2}$
- C. 2
- D. 4
- E. autre réponse.

14. Question

Soit une solution contenant un mélange de 2 éléments radioactifs non en filiation. Un élément A de période 8 jours dont la concentration radioactive est 0,8 mCi/ml et un élément B de période 6 jours et de concentration radioactive 1,6 mCi/ml. On veut injecter après 24 jours une activité de 0,6 mCi, quel volume de solution, en ml, faudra-t-il prélever ?

Indiquer la proposition exacte :

- A. 0,6
- B. 1
- C. 3
- D. 6
- E. autre réponse.

18. Question

Le technétium métastable $^{99m}_{43}\text{Tc}$ est un radioisotope couramment utilisé en médecine nucléaire.

Sa constante radioactive est égale à $33 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}$. Il est obtenu par désintégration β^- du molybdène $^{99}_{42}\text{Mo}$ dont la constante radioactive est égale à $3 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}$.

Les deux éléments étant en équilibre de régime, calculer l'activité, en MBq, du Tc, quand l'activité du molybdène est égale à 3000 MBq.

Cocher la réponse la plus proche du résultat exact

- A. 300
- B. 1500
- C. 2700
- D. 3000
- E. 3300

19. Question

Pour réaliser un examen de tomographie par émission de positons (TEP), on utilise habituellement le fluor ^{18}F qui est un émetteur β^+ .

La période radioactive de ce radioélément est 2 heures. Le produit radiopharmaceutique à injecter est livré par un laboratoire spécialisé le matin à 7h30.

Un patient doit bénéficier d'un examen TEP. L'injection d'une activité de 460 MBq doit être réalisée dans la matinée à 11h30.

Quelle activité, en MBq, le laboratoire doit-il livrer à 7h30 ?

Cocher la proposition vraie :

- A. 115
- B. 230
- C. 920
- D. 1840
- E. Autre réponse

16. Question

Cocher la proposition vraie :

Soient 2 éléments radioactifs A et B en filiation radioactive, en équilibre de régime, tels que l'activité de l'élément père A à un instant t donné ait pour valeur $A_A = 10 \text{ mCi}$. Les périodes respectives sont telles que $T_A = 2 T_B$. L'activité de B au même instant t est égale à :

- A. 5 mCi
- B. 10 mCi
- C. 15 mCi
- D. 20 mCi
- E. Autre réponse

17. Question

Cocher la ou les proposition(s) vraie(s) :

L'activité d'un échantillon d'un élément radioactif est :

- A. une fonction linéaire décroissante du temps.
- B. a pour valeur $A \times 3,7 \cdot 10^7$ Becquerels ; A étant l'activité exprimée en mCi
- C. est proportionnelle à la période radioactive de l'élément.
- D. croît avec le défaut de masse de l'élément.
- E. aucune de ces propositions n'est exacte.

18. Question

Cochez la proposition vraie :

Soit une source radioactive de A Mégabecquerels, donnant, dans 40% des cas, une capture électronique. Il résulte de tous les autres cas une émission de photons de 0,511 MeV. Le nombre de photons de 0,511 MeV émis par seconde est :

- A. 2A
- B. $2A \cdot 10^{-6}$
- C. $0,8A \cdot 10^6$
- D. $1,2A \cdot 10^6$
- E. autre réponse.

19. Question

Cocher la proposition vraie :

Soit, dans un échantillon radioactif, une filiation radioactive telle qu'un élément père A, de période radioactive T_A , donne l'élément fils B radioactif donnant lui-même l'élément C stable. Le système est en équilibre séculaire.

Au temps initial l'activité de l'élément père est $A_A = 250$ MBq, celle de B est nulle.

L'activité de l'échantillon à l'instant $t = 10 T_A$ est :

- A. 0,25 MBq
- B. 0,50 MBq
- C. 1 MBq
- D. 250 MBq
- E. autre réponse.

ANNEXE

VALEURS NUMERIQUES EVENTUELLEMENT UTILES

Si cela vous apparaît nécessaire dans les calculs, vous pouvez utiliser les valeurs numériques et approximations suivantes :

Nombre d'Avogadro = 6.10^{23}

Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$

Charge élémentaire de l'électron (en valeur absolue) : $1,6.10^{-19} \text{ Coulomb}$

1 électron-volt (eV) = $1,6.10^{-19} \text{ Joule}$

1 u.m.a. (unité de masse atomique) = $1,66.10^{-27} \text{ kg} = 931 \text{ MeV} / c^2$

Constante de Planck : $h = 6,62.10^{-34} \text{ J.s}$

Masse d'un électron = $0,9.10^{-30} \text{ kg} = 0,511 \text{ MeV} / c^2$

Masse d'un proton isolé = 1,007 u.m.a.

Masse d'un neutron isolé = 1,009 u.m.a.

1 Ci = 37 GBq

Valeurs approchées de logarithmes décimaux $\log N$, de logarithmes népériens $\ln N$, de racines carrées $\sqrt{N}$ et d'exponentielles e^N pouvant éventuellement être utiles :

N	$\log N$	$\ln N$	$\sqrt{N}$
1	0	0	1
2	0,3	0,7	1,4
3	0,5	1,1	1,7
4	0,6	1,4	2
5	0,7	1,6	2,2
6	0,8	1,8	2,4
7	0,85	1,9	2,6
8	0,9	2,1	2,8
9	0,95	2,2	3
10	1,0	2,3	3,2
11	1,04	2,4	3,3
12	1,08	2,5	3,5
13	1,11	2,6	3,6
14	1,15	2,64	3,7
15	1,18	2,7	3,9
16	1,20	2,8	4
17	1,23	2,83	4,1
18	1,26	2,9	4,2
19	1,28	2,94	4,4
20	1,30	3	4,5

N	e^N
- 5	0,007
- 4	0,02
- 3	0,05
- 2	0,14
- 1	0,37
0	1
1	2,7
2	7,4
3	20,1
4	54,6
5	148,4

PARIS 5

Tableau de constantes

vitesse de la lumière dans le vide	c	3.10^8 m.s^{-1}
constante de Planck	h	$6,62.10^{-34} \text{ J.s}$
charge élémentaire	e	$1,6.10^{-19} \text{ C}$
masse de l'électron	m_e	$9,1.10^{-31} \text{ kg}$
masse du proton	m_p	$1,67.10^{-27} \text{ kg}$
constante d'Avogadro	N_A	$6,02.10^{23} \text{ mol}^{-1}$
équivalent énergétique de l'unité de masse atomique (u)		931,5 MeV
log népérien de 2	ln (2)	0,693
log népérien de 10	ln (10)	2,3
1 Faraday	F	96500 C
constante des gaz parfaits :	R	$8,32 \text{ J.mole}^{-1}.\text{K}^{-1}$
On rappelle : $\ln(ab) = \ln(a) + \ln(b)$ $\ln(a/b) = \ln(a) - \ln(b)$ $(e^a)^b = (e)^{ab}$ $2^{10} = 1024$ mais l'on admettra $2^{10} = 10^3$ $1/e = 0,37$ et $1/\sqrt{e} = 0,6$		

Question 34.

Le [^{18}F]FDG (18F-fluoro déoxyglucose) est un radio-pharmaceutique largement utilisé en médecine nucléaire oncologique. Il s'agit d'un analogue du glucose marqué avec du fluor 18, un émetteur bêta+ de période physique 1,8 heure.

On injecte une activité de 400 MBq par patient pour une acquisition en imagerie débutant 60 minutes après l'injection. L'acquisition de l'image dure 30 minutes. La première injection débute à 8h, puis les patients sont injectés toutes les 30 minutes.

On donne $2^{-30/108} = 0,8$.

Parmi les propositions suivantes la ou lesquelles sont exactes ?

A – l'activité minimale de [^{18}F]FDG qui doit être disponible à 8h pour réaliser 4 examens est d'environ : 1,6 GBq

B – l'activité minimale de [^{18}F]FDG qui doit être disponible à 8h pour réaliser 4 examens est d'environ : 2,2 GBq

C – l'activité minimale de [^{18}F]FDG qui doit être disponible à 8h pour réaliser 4 examens est d'environ : 3,8 GBq

D – l'activité minimale de [^{18}F]FDG qui doit être disponible à 8h pour réaliser 4 examens est d'environ : 5,0 GBq

E – aucune des propositions suivantes n'est exacte.

2013

Formulaire non fourni en 2013

Question 43 - L'accident de la centrale nucléaire de Fukushima a entraîné la libération dans l'atmosphère de plusieurs isotopes de l'iode parmi lesquels de l'iode 131, de l'iode 133 et de l'iode 129.

On donne les caractéristiques de la contamination pour ces trois isotopes :

Radionucléide	Activité initiale	période	type de transition	émission γ (keV)
$^{131}_{53}\text{I}$	$9 \cdot 10^{16}$ Bq	8 jours	β -	364
$^{133}_{53}\text{I}$	$2 \cdot 10^{16}$ Bq	0,8 jour	capture él.	418
$^{129}_{53}\text{I}$	$2 \cdot 10^9$ Bq	$1,6 \cdot 10^7$ ans	β -	40

Parmi les propositions suivantes, la ou (lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

NB on prendra $\ln 10 = 2,3$ et $\ln 2 = 0,7$.

A - L'activité résiduelle d'iode 129 et d'iode 133 seront comparables au bout d'un temps compris dans l'intervalle [25 - 28 jours], après l'accident,

B - Après une période d'un an, l'activité résiduelle en iode radioactif sera d'environ $2 \cdot 10^9$ Bq,

C - L'iode 129 se désintègre vers un état excité du $^{129}_{54}\text{Xe}$ (xénon, $Z = 54$),

D - La capture électronique est une transition isobarique qui s'accompagne de l'émission d'un antineutrino électronique,

E - Aucune des propositions précédentes n'est exacte.

2012

Exercice 33 - Le 18 fluoro-désoxyglucose (^{18}FDG), obtenu par substitution radiochimique du fluor 18 ($^{18}_9\text{F}$) d'un hydroxyle sur un des atomes de carbone du glucose, est utilisé pour la détections des tumeurs par tomographie d'émission de positons. Le $^{18}_9\text{F}$ a une période de 1,8 heures et aboutit par transition nucléaire au niveau fondamental de l'oxygène stable, $^{18}_8\text{O}$. La différence des masses atomiques entre les niveaux fondamentaux du $^{18}_9\text{F}$ et de l' $^{18}_8\text{O}$ est d'environ $1,65 \text{ MeV}/c^2$.

Une activité de 600 MBq de ^{18}FDG est préparée à 8 h 00 puis est effectivement injectée au patient à 11h 36 min. Avant l'injection, la source de ^{18}FDG est contenue dans un récipient en plomb, d'épaisseur 5,2 cm. On donne la CDA du Plomb pour un rayonnement de 511 keV : 1,3 cm.

Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (sont) vraie(s) ?

- A - Les caméras à positons détectent des photons provenant de l'annihilation entre les particules β^+ émises par le $^{18}_9\text{F}$ et des électrons du milieu,
- B - L'énergie maximale des positons émis par le $^{18}_9\text{F}$ est comprise dans l'intervalle [620 - 640 keV],
- C - L'activité injectée au patient (MBq) est comprise dans l'intervalle [180 - 200],
- D - Lors de l'injection, le flux énergétique des photons d'annihilation émis par la source contenue dans le récipient en plomb, et évalué dans l'air entourant le récipient, est compris dans l'intervalle [$7,1 \cdot 10^{-5}$ à $7,9 \cdot 10^{-5}$ watt],
- E - Aucune des propositions précédentes n'est exacte.

2009

Exercice 8 - Le réacteur N°4 de la centrale de Tchernobyl a explosé le 26 avril 1986 libérant dans l'atmosphère différents radionucléides dont de l'iode 131 et de l'iode 133, qui donnent par transition nucléaire le xénon 131 ($^{131}_{54}\text{Xe}$) et le xénon 133 ($^{133}_{54}\text{Xe}$), respectivement.

On donne les caractéristiques de cette contamination dans le tableau suivant (REM= rayonnement électro-magnétique):

Radionucléide	Activité initiale	période (jours)	Energie du REM détecté (keV)
$^{131}_{53}\text{I}$	$1500 \cdot 10^{15} \text{ Bq}$	8	364
$^{133}_{53}\text{I}$	$2500 \cdot 10^{15} \text{ Bq}$	0,8	418

Pour les applications numériques on donne : $2^{0,2} = 1,15$

Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (sont) vraie(s) ?

- A - l'activité résiduelle ambiante en iode 131, mesurée 80 jours après l'explosion est comprise dans l'intervalle $[1,4 \cdot 10^{15} - 1,6 \cdot 10^{15}] \text{ Bq}$,
- B - le temps au bout duquel les activités ambiantes d'iode 131 et d'iode 133 seront égales est compris dans l'intervalle $[1,6 - 1,7]$ jours,
- C - l'iode 133 donne par capture électronique un niveau excité du xénon,
- D - sachant que la différence d'énergie entre les niveaux fondamentaux des atomes d'iode 131 et de xénon 131 est de 970 keV, on pourra observer des électrons issus de cette transition ayant une énergie maximale de 1334 keV,
- E - la transition β^- s'accompagne d'une émission d'antineutrinos.

2008

Exercice 17 - On peut estimer l'âge de la matière terrestre en connaissant l'abondance isotopique de l'uranium qui donne, par transitions nucléaires successives, des isotopes stables du plomb.

L'uranium comprend deux isotopes principaux $^{238}_{92}\text{U}$ et $^{235}_{92}\text{U}$, de période $4,5 \cdot 10^9$ années (T_{238}) et $7 \cdot 10^8$ années (T_{235}) et d'abondance isotopique 99,3% et 0,7% respectivement.

Pour les calculs, on donne : $\ln [99,3 / 0,7] / 38 = 0,13$.

Pour cet exercice, on prendra : $\ln 2 = 0,7$.

En supposant que le nombre de noyaux de chaque isotope était initialement le même, quel serait l'âge de la terre calculé par cette méthode ?

- A - Compris entre $4,1 \cdot 10^9$ et $4,3 \cdot 10^9$ années,
- B - Compris entre $4,4 \cdot 10^9$ et $4,6 \cdot 10^9$ années,
- C - Compris entre $4,9 \cdot 10^9$ et $5,1 \cdot 10^9$ années,
- D - Compris entre $5,3 \cdot 10^9$ et $5,5 \cdot 10^9$ années,
- E - Compris entre $5,8 \cdot 10^9$ et $6,0 \cdot 10^9$ années.

Exercice 19 – Le carbone 14 est formé continuellement dans l’atmosphère à partir du rayonnement cosmique neutronique et de l’azote 14 selon la réaction nucléaire :



Le radiocarbone est un émetteur β^- de période 5700 ans. Il est assimilé par les êtres vivants comme le carbone stable (${}^{12}\text{C}$). A la mort de l’organisme, l’assimilation du carbone s’arrête et la teneur en radiocarbone de l’organisme mort diminue. L’activité spécifique naturelle en ${}^{14}\text{C}$, supposée constante au cours du temps, est d’environ 0,2 Bq par gramme de carbone. Un échantillon biologique prélevé sur une momie donne un comptage de 0,6 impulsions par minute et par gramme de carbone. Sachant que le compteur a un rendement de détection de 10 %, quel est l’âge de l’échantillon ?

- A – environ 4700 ans,
- B – environ 5700 ans,
- C – environ 3200 ans,
- D – environ 7600 ans,
- E – aucune des propositions précédentes n’est exacte.

Annales Classées Supplémentaires

UPC

2023 Session 2

Question 6. Concernant l'activité d'un radioélément, indiquer la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A. Elle est proportionnelle au nombre de noyaux pères du radioélément
- B. Elle est proportionnelle à la période radioactive du radioélément
- C. Elle s'exprime en Becquerel/seconde
- D. L'activité spécifique exprime le rapport entre l'activité radioactive de la source et la quantité totale de substance
- E. Lors d'un équilibre séculaire, l'activité de l'élément fils est égale à celle du père

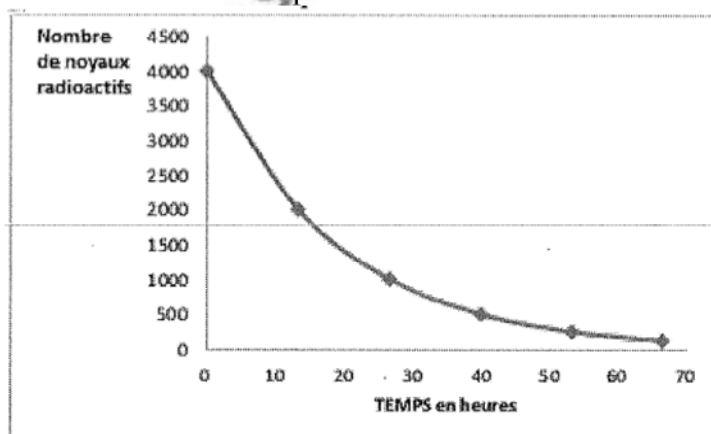
2021 Session 2

Les questions 1 à 6 se rapportent à l'énoncé suivant :

Les atomes d'iode $^{123}_{53}\text{I}$, $^{124}_{53}\text{I}$, $^{125}_{53}\text{I}$ et $^{131}_{53}\text{I}$ utilisés en biologie ou en médecine, sont radioactifs.

Question 2

La courbe ci-dessous représente la décroissance radioactive de l'iode 123.



Déduisez d'après cette courbe la demi-vie (ou période) radioactive T de l'iode 123 (**une seule réponse exacte**) :

- A. ≈ 110 minutes
- B. ≈ 6 h
- C. ≈ 13 h
- D. ≈ 35 h
- E. ≈ 8 jours

Question 7

Le radium (période physique : 1620 ans) donne par transformation radioactive α le radon qui est un élément radioactif dont la période est de 4,2 jours.

Parmi les propositions suivantes, **laquelle (ou lesquelles)** est (ou sont) exacte(s) ? :

- A. La filiation radioactive correspond à un équilibre de régime
- B. La filiation radioactive correspond à un équilibre de séculaire
- C. à l'équilibre, la période radioactive du radon tendra vers 1620 ans
- D. à l'équilibre, l'activité radioactive du radon tendra vers celle du radium
- E. à l'équilibre, le nombre de noyaux de radon tendra vers celui du radium

Question 8

Exprimé en nombre de périodes radioactives (T), quel est le temps au bout duquel le nombre de noyaux radioactifs diminue d'un facteur 10 (**une seule réponse vraie**) ?

On donne : $\ln(2) = 0,693$ et $\ln(10) = 2,303$

- A. 1,1 T
- B. 2,5 T
- C. 3,3 T
- D. 5,5 T
- E. 10,3 T