

UE11 - Biophysique

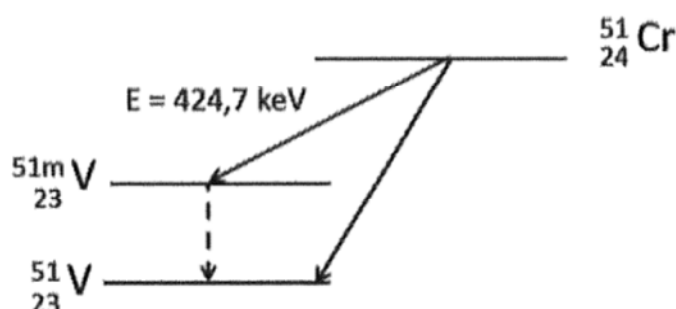
Annales Classées

ATOMES ET RAYONNEMENTS

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 1. Quelle(s) est (ou sont) la (ou les) transformation(s) radioactive(s) survenant au cours de cette désintégration ?

On donne:

$^{51}\text{Chrome} = 50,9447674 \text{ uma}$

$^{51}\text{Vanadium} = 50,9439595 \text{ uma}$

- A. désintégration alpha
- B. désintégration bêta-moins
- C. désintégration bêta-plus
- D. émission gamma
- E. capture électronique

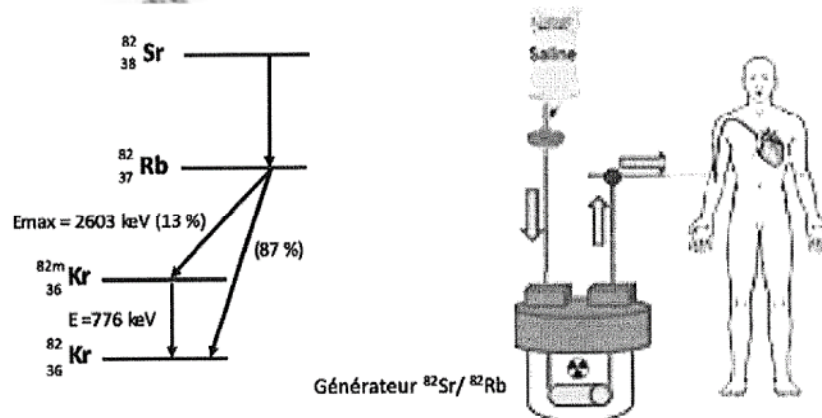
Question 2. Quelle(s) sera (ou seront) la (ou les) énergie(s) des rayonnements X émis après réarrangement des couches électroniques qui seront détectées lors de cette désintégration ? On considèrera la constante d'écran b comme nulle.

- A. 5,40 keV
- B. 5,87 keV
- C. 6,39 keV
- D. 6,96 keV
- E. 7,19 keV

Question 3. Dans quel intervalle sera la longueur d'onde du rayonnement émis lors de la désexcitation du noyau de Vanadium ? (Une seule proposition exacte).

- A. < 1 nm
- B. 1-2 nm
- C. 2-3 nm
- D. 3-4 nm
- E. > 4 nm

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.



QCM 1. Sachant que le Strontium-82 n'émet pas de particule lors de sa désintégration radioactive, quelle(s) est (ou sont) la (ou les) transformation(s) radioactive(s) pouvant expliquer cette désintégration ? (Une seule réponse exacte)

- A. désintégration alpha
- B. désintégration beta-moins
- C. désintégration beta-plus
- D. conversion interne
- E. capture électronique

QRS 2. Dans quel intervalle de longueur d'onde est le photon émis par le réarrangement d'un électron de la couche L vers la couche K du Rubidium-82 ? On précise que l'énergie de liaison d'un électron de la couche K du Rubidium-82 est de 15,2 keV. On considère que la constante d'écran b est nulle. (Une seule réponse exacte)

- A. $< 1 \text{ nm}$
- B. 1-10 nm
- C. 10 -100 nm
- D. 100 -1000 nm
- E. $> 1000 \text{ nm}$

QRS 3. Dans quel intervalle est le défaut de masse entre les noyaux de Rubidium-82 et le Krypton-82 stable ? (Une seule réponse exacte)

- A. $< 3,0 \cdot 10^{-3} \text{ uma}$
- B. $3,0 - 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ uma}$
- C. $3,5 - 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ uma}$
- D. $4,0 - 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ uma}$
- E. $> 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ uma}$

QRS 4. Dans quel intervalle sera l'énergie cinétique maximale de la particule émise dans 87 % des désintégrations du Rubidium-82 ? (Une seule réponse exacte)

- A. $< 1 \text{ MeV}$
- B. $1 - 2 \text{ MeV}$
- C. $2 - 3 \text{ MeV}$
- D. $3 - 4 \text{ MeV}$
- E. $> 4 \text{ MeV}$

Question n°1

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

L'énergie de liaison d'un électron dans un atome à l'état stable :

- A. est fonction du nombre de neutrons contenus dans le noyau
- B. est fonction du numéro atomique Z
- C. est plus élevée pour un électron situé sur la couche M que pour un électron situé sur la couche K
- D. correspond à l'énergie qu'il faut fournir pour arracher l'électron de l'atome
- E. est égale à +13,6 eV pour l'électron de l'atome d'hydrogène

Question n°3

L'indium-111 ($^{111}_{49}\text{In}$) est un radioélément utilisé pour l'imagerie scintigraphique en médecine. Il se transforme en cadmium-111 ($^{111}_{48}\text{Cd}$) avec une période radioactive de 2,8 jours.

Parmi les propositions suivantes concernant le(s) type(s) possible(s) de transformation radioactive, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

On donne les masses des atomes (M_{at}) d'indium-111 et de cadmium-111 :

$$M_{at} (^{111}_{49}\text{In}) = 110,905103 \text{ u.m.a.} ; M_{at} (^{111}_{48}\text{Cd}) = 110,904178 \text{ u.m.a.}$$

- A. Transformation isomérique
- B. Transformation β^-
- C. Transformation β^+
- D. Capture électronique
- E. Emission α

Question n°4

Le radium est un radioélément naturel présent dans les roches. Il se transforme en un gaz radioactif, le radon, par émission α .

Parmi les propositions suivantes concernant l'énergie cinétique de la particule α émise lors de la transformation radioactive du radium en radon, laquelle (ou lesquelles) est (ou sont) exacte(s) ?

On donne les masses des atomes (M_{at}) du radium, du radon et de l'hélium (He) :

$$M_{at} (\text{Ra}) = 226,0254 \text{ u.m.a.} ; M_{at} (\text{Rn}) = 222,0175705 \text{ u.m.a.} ; M_{at} (\text{He}) = 4,002602 \text{ u.m.a.} ;$$

$$1 \text{ u.m.a.} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$$

- A. < 1,0 MeV
- B. < 4,0 MeV
- C. > 4,5 MeV
- D. > 931,5 MeV
- E. > 3000 MeV

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

Question n°14

Les photons de fluorescence (**Indiquer la ou les propositions exactes**) :

- A. ont un spectre énergétique continu.
- B. sont issus du réarrangement du cortège électronique des atomes.
- C. ont une énergie de l'ordre d'une centaine de MeV.
- D. sont caractéristiques de l'élément dont ils sont issus.
- E. peuvent induire des ionisations d'atomes.

Question n°15

Les électrons de conversion interne peuvent être issus (**Indiquer la proposition exacte**) :

- A. d'un tube à rayons X.
- B. de la réaction d'annihilation d'un positon avec un électron.
- C. d'une création de paires.
- D. d'une transformation radioactive isomérique.
- E. d'une capture électronique.

Enoncé commun aux questions 16 et 17

Le noyau de Cobalt (60, 27) se transforme spontanément en noyau de Nickel (60, 28) stable, par transformation β^- suivie de 2 transformations isomériques avec émission de 2 photons successifs γ_1 et γ_2 . L'énergie cinétique maximale de la particule β^- est 0,310 MeV. L'énergie du photon γ_1 est 1,173 MeV. L'énergie du photon γ_2 est 1,332 MeV.

Question n°16

Quelle est l'énergie libérée lors de la transformation du Cobalt (60, 27) en Nickel (60, 28) stable ? **Indiquer la proposition exacte :**

- A. 0,310 MeV
- B. 0,821 MeV
- C. 2,304 MeV
- D. 2,815 MeV
- E. 3,124 MeV

Question n°17

L'énergie libérée lors de la transformation β^- (**Indiquer la ou les propositions exactes**) :

- A. est égale à l'énergie de masse de la particule β^- (0,511 MeV).
- B. est transmise à la particule β^- et à un antineutrino.
- C. correspond à l'énergie cinétique maximale de la particule β^- .
- D. est libérée sous la forme de 2 photons gamma émis en coïncidence.
- E. est transmise à un photon de freinage.

Question n°18

Pour quelle(s) application(s) médicale(s) utilise-t-on des radioéléments émetteurs de particules alpha ?

Indiquer la ou les propositions exacts :

- A. radiothérapie interne ou curiethérapie
- B. radiographie
- C. tomographie par émission de positons
- D. radiothérapie externe
- E. chirurgie laser

Enoncé commun aux trois questions suivantes : questions 14 à 16

Le sodium $^{22}_{11}\text{Na}$ est un radionucléide créé dans l'atmosphère sous l'effet du rayonnement cosmique.

On considère la désintégration de ce radionucléide vers un état excité du noyau de néon $^{22}_{10}\text{Ne}$

Question n°14

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

- A. Il s'agit d'une transition isobarique.
- B. Cette transition peut correspondre à une désintégration β^- (bêta moins).
- C. Cette transition peut correspondre à une désintégration β^+ (bêta plus).
- D. Cette transition peut correspondre à une capture électronique.
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

Question n°15

La différence de masse entre les masses des noyaux des deux radionucléides considérés (sodium et état excité du néon) est égale à $1,567 \text{ MeV}/c^2$.

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

Au cours de cette transition, les particules suivantes peuvent être émises :

- A. Des neutrinos.
- B. Des antineutrinos
- C. Des positons
- D. Des électrons
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

Question n°16

On observe l'émission de photons gamma de longueur d'onde égale à 10^{-3} nm , correspondant à la désexcitation du niveau excité du noyau de néon vers son niveau fondamental.

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

Ces photons gamma sont caractérisés par :

- A. Leur énergie est de l'ordre de $1,2 \text{ keV}$.
- B. Leur énergie est de l'ordre de $1,2 \text{ MeV}$.
- C. Leur fréquence est de l'ordre de $3 \cdot 10^{20} \text{ Hz}$.
- D. Leur fréquence est de l'ordre de $3 \cdot 10^{11} \text{ Hz}$.
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

Énoncé commun aux deux questions suivantes : questions 13 et 14

On considère la désintégration radioactive de l'or $^{198}_{79}\text{Au}$ en deux états excités du noyau de mercure $^{198}_{80}\text{Hg}$. Les énergies cinétiques maximales des particules matérielles émises au cours de la transition ont pour valeur : 285 keV et 961 keV.

On observe l'émission de deux raies de photons gamma d'énergies 412 keV et 1088 keV correspondant à la désexcitation de deux niveaux excités du noyau de mercure vers son niveau fondamental ainsi qu'une 3^{ème} raie de photons γ (gamma) d'énergie 676 keV.

Question n°13

Indiquer **la ou les** propositions exactes :

- A. Cette transition peut correspondre à une capture électronique.
- B. Il s'agit d'une transition β^+ (bêta plus)
- C. Des antineutrinos sont émis au cours de cette transition
- D. Cette transition est isobarique
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

Question n°14

Indiquer **la** proposition exacte :

La différence de masse $M(\text{Au}) - M(\text{Hg})$ des noyaux à l'état fondamental est de l'ordre de (en MeV/c^2) :

- A. 0,696
- B. 0,862
- C. 1,373
- D. 1,884
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

Question n°15

Indiquer **la ou les** propositions exactes :

Un photon gamma de 412 keV est caractérisé par :

- A. Sa longueur d'onde de l'ordre de 3.10^{-12} m
- B. Sa longueur d'onde de l'ordre de 3.10^{-9} m
- C. Sa fréquence de l'ordre de 10^{17} Hz
- D. Sa fréquence de l'ordre de 10^{20} Hz
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

Question n°16

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

Indiquer **la ou les** propositions exactes :

- A. La transition décrite est une transition isomérique
- B. La condition pour que cette transition soit possible est que l'énergie de masse du noyau d'iode 131 soit supérieure à l'énergie de masse du noyau de Xénon 131
- C. La condition pour que cette transition soit possible est que l'énergie de masse du noyau d'iode 131 soit supérieure à la somme de l'énergie de masse du noyau de Xénon 131 et de l'énergie de masse d'un électron
- D. Le spectre énergétique de l'électron émis est un spectre continu
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

Enoncé commun aux questions 17 et 18.

A la suite d'une interaction entre un rayonnement électromagnétique et une plaque de Zinc, des atomes de Zinc sont ionisés et comportent une lacune sur la couche K.

On donne les énergies de liaison des couches électroniques de l'atome de zinc :

couche K : 9,6 keV ;

couche L : 1,2 keV ;

couche M : 0,1 keV.

Question n°17

Il est possible d'observer l'émission de :

(Indiquer **la ou les** propositions exactes)

- A. Un électron Auger d'énergie cinétique 8,4 keV.
- B. Un électron Auger d'énergie cinétique 8,3 keV.
- C. Un photon de fluorescence d'énergie 9,5 keV.
- D. Un photon de fluorescence d'énergie 8,3 keV.
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte.

Question n°18

Le rayonnement électromagnétique responsable de l'ionisation des atomes de Zinc, avec lacune sur la couche K, peut avoir la ou les longueurs d'onde suivantes :

(Indiquer **la ou les** propositions exactes)

- A. 1 nm
- B. 0,5 nm
- C. 0,2 nm
- D. 0,1 nm
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte.

Question n°19

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.

Indiquer **la ou les** propositions exactes :

- A. Le noyau d'Osmium a un numéro atomique égal à 78.
- B. Le noyau d'Osmium a un numéro atomique égal à 76.
- C. Le noyau de Platine a un numéro atomique égal à 78.
- D. Le noyau de Platine a un numéro atomique égal à 76.
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte.

Enoncé commun aux questions 14 et 15

Le noyau de fluor $F(18, 9)$ est utilisé en médecine nucléaire pour réaliser des examens de tomographie à émission de positons. Il se désintègre en un noyau d'Oxygène $O(18, 8)$ à l'état fondamental, principalement par émission de positons et plus minoritairement par capture électronique.

On donne les masses atomiques des noyaux de Fluor et d'Oxygène :

$F(18, 9) : 16767,765 \text{ MeV}/c^2$

$O(18, 8) : 16766,110 \text{ MeV}/c^2$

Question n° 14

Indiquer **la ou les** propositions exactes

- A. L'énergie cinétique maximale des positons émis est égale à 0,633 MeV
- B. L'énergie cinétique maximale des positons émis est égale à 1,655 MeV
- C. L'énergie cinétique moyenne des positons émis est égale à 1,655 MeV
- D. Le spectre énergétique des positons émis est constitué de raies
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

Question n° 15

Parmi les particules ou rayonnements électromagnétiques suivants, indiquer **celui ou ceux** qui peut ou peuvent être émis

- A. Des antineutrinos
- B. Des électrons de conversion interne
- C. Des électrons Auger
- D. Des photons gamma de 511 keV
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

Question 14

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

- A. La masse d'un noyau est supérieure à la somme des masses des neutrons et des protons constituant ce noyau
- B. Le défaut de masse d'un noyau est supérieur à la somme des masses des neutrons et des protons constituant ce noyau
- C. L'énergie de liaison totale d'un noyau est proportionnelle au défaut de masse du noyau
- D. L'énergie de liaison totale d'un noyau correspond à l'énergie minimale à fournir pour obtenir la désintégration du noyau en neutrons et protons
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

Question 17

Quel(s) effet(s) secondaire(s) peu(ven)t se produire à la suite d'une conversion interne ?

- A. L'émission d'électrons Auger
- B. L'émission de photons gamma
- C. L'émission de photons de fluorescence
- D. Une capture électronique
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

Question 18

Un radionucléide X se désintègre, par émission β^+ en un noyau Y à l'état fondamental. L'énergie cinétique maximale des particules β^+ émise est égale à 645 keV. Soient $M(X)$ et $M(Y)$ les masses nucléaires respectives du noyau père et du noyau fils, et soient $M_{at}(X)$ et $M_{at}(Y)$ les masses atomiques respectives du noyau père et du noyau fils.

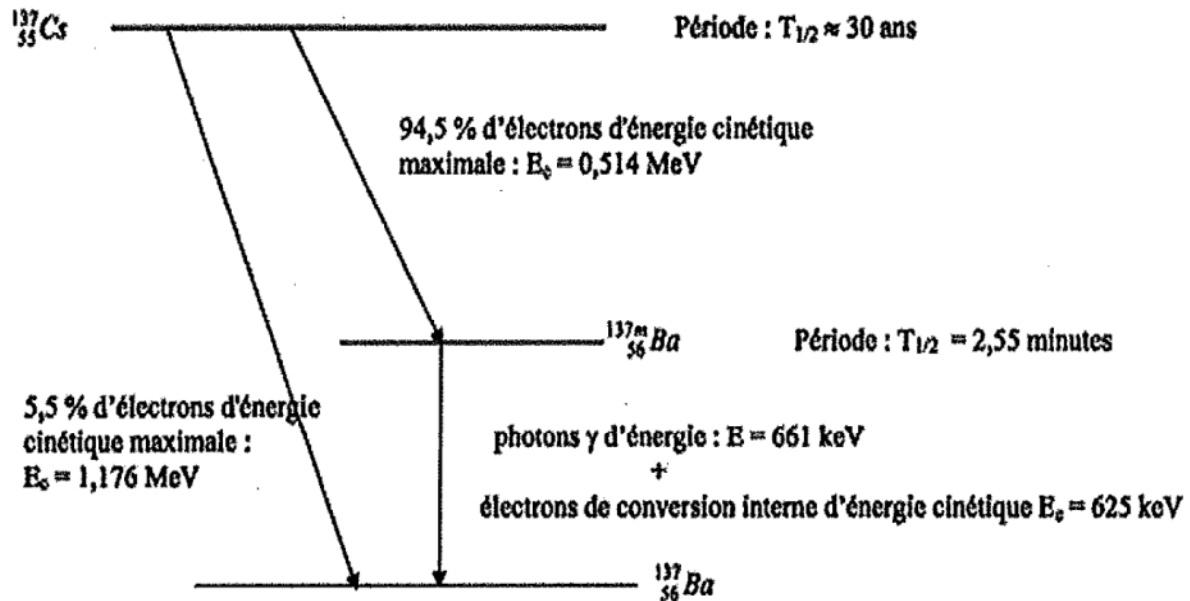
Indiquer la proposition exacte

- A. $M(X) - M(Y) = 0,645 \text{ MeV}/c^2$
- B. $M_{at}(X) - M_{at}(Y) = 0,645 \text{ MeV}/c^2$
- C. $M_{at}(X) - M_{at}(Y) = 1,156 \text{ MeV}/c^2$
- D. $M_{at}(X) - M_{at}(Y) = 1,667 \text{ MeV}/c^2$
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

Une source radioactive scellée constituée d'un grain de Cs-137 entouré d'une enveloppe de platine ($Z=78$) d'1mm d'épaisseur, est placée au centre d'une tumeur supposée sphérique de 8 cm de rayon, puis retirée 5 jours plus tard.

Le schéma de désintégration du Cs-137 est le suivant :

Schéma de désintégration du césium 137



La densité du platine est égale à 20.

La Couche de Demi Atténuation des photons de 661 keV dans l'eau est environ 8 cm.

Question 25

UNE SEULE PROPOSITION EST EXACTE

Les électrons de conversion interne sont issus de la couche K du ^{137m}Ba . Quel est le niveau d'énergie de la couche K du baryum ?

- A- $E_k = - 662$ keV
- B- $E_k = - 147$ keV
- C- $E_k = - 36$ keV
- D- $E_k = - 515$ keV
- E- aucune des propositions précédentes n'est exacte

15. Question

On s'intéresse à la désintégration radioactive du $^{226}_{88}\text{Ra}$ en $^{214}_{84}\text{Po}$. Cette filiation ne comporte que des transitions α et β^- . On note a le nombre de désintégrations α , et b celui de désintégrations β^-

Déterminer la proposition exacte :

- A. a = 2 et b = 3
- B. a = 3 et b = 2
- C. a = 6 et b = 2
- D. a = 6 et b = 0
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

16. Question

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

- A. Le spectre énergétique des photons de fluorescence est un spectre continu.
- B. Le spectre énergétique des électrons Auger est un spectre continu.
- C. Le spectre énergétique des positons émis lors d'une désintégration radioactive β^+ est un spectre de raies
- D. Le spectre énergétique des électrons Compton est un spectre de raies.
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte.

18. Question

Une plaque d'argent est soumise à un rayonnement électromagnétique dont les photons ont une longueur d'onde égale à 0,0248 nm. On donne les niveaux d'énergie de l'atome d'argent : couche K : $E_K = -25,5$ keV, couche L : $E_L = -3,8$ keV, couche M : $E_M = -0,7$ keV.

On constate l'émission d'électrons d'énergie cinétique égale à $E_{C1} = 46,2$ keV, $E_{C2} = 21$ keV et $E_{C3} = 24,5$ keV.

Indiquer la (ou les) propositions exactes

- A. Les électrons d'énergie E_{C1} peuvent être des photoélectrons.
- B. Les électrons d'énergie E_{C2} peuvent être des électrons Auger issus de la couche M.
- C. Les électrons d'énergie E_{C3} peuvent être des électrons Auger issus de la couche M.
- D. On peut constater aussi l'émission de photons de fluorescence d'énergie égale à $E_{\text{fluo}} = 24,8$ keV.
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte.

19. Question

On considère la désintégration radioactive d'un radionucléide A_ZX en un noyau ${}^A_{Z-1}Y$ à l'état fondamental. L'énergie correspondant à la différence des masses atomiques $M_{\text{at}}(X) - M_{\text{at}}(Y)$ est égale à 0,822 MeV. Le niveau d'énergie de la couche K de l'atome de X est égal à -120 keV.

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

- A.** Au cours de cette réaction, des électrons sont émis, avec une énergie cinétique maximale égale à 0,822 MeV.
- B.** Au cours de cette réaction, des positons sont émis, avec une énergie cinétique maximale égale à 0,2 MeV.
- C.** Au cours de cette réaction, un neutrino est émis.
- D.** Cette désintégration radioactive peut être suivie par l'émission de 2 photons γ d'énergie égale à 0,511 MeV.
- E.** Aucune des propositions précédentes n'est exacte.

15.

Suite à l'absorption d'un rayonnement électromagnétique, un atome de Tungstène est à l'état excité et présente une lacune sur la couche L.

On donne les niveaux d'énergie de l'atome de Tungstène : couche K : $E_K = -70 \text{ keV}$,
couche L : $E_L = -12 \text{ keV}$, couche M : $E_M = -2 \text{ keV}$, couche N : $E_N = -1 \text{ keV}$

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

Lors du réarrangement du cortège électronique,

- A- l'énergie de l'une des raies de fluorescence est égale à 58 keV
- B- la longueur d'onde de l'une des raies de fluorescence est égale à 0,124 nm
- C- l'énergie cinétique d'un électron Auger est égale à 14 keV
- D- l'énergie cinétique d'un électron Auger est égale à 9 keV
- E- aucune des propositions précédentes n'est exacte.

16.

Le fluor $^{18}_9\text{F}$ se désintègre par transition radioactive vers l'état fondamental de l'oxygène $^{18}_8\text{O}$. On donne : masse atomique du fluor $M_{\text{at}}(\text{F}) = 16767,88 \text{ MeV}/c^2$, masse atomique de l'oxygène $M_{\text{at}}(\text{O}) = 16766,22 \text{ MeV}/c^2$, niveau d'énergie de la couche K de l'atome de fluor : $E_K = -0,7 \text{ keV}$

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

Cette transition peut correspondre à :

- A- une capture électronique.
- B- une désintégration bêta moins.
- C- une désintégration bêta plus.
- D- une transition isobarique.
- E- une conversion interne.

2012

17. Question

Le noyau de l'atome de Zinc 67, formé après capture électronique du Gallium 67, est dans un état excité. Il se désexcite en passant au niveau fondamental soit par émission d'un photon γ (gamma) ayant une longueur d'onde λ de 3.10^{-12} m, soit par un processus de conversion interne sur la couche K du Zinc 67, ces deux mécanismes étant en compétition. L'énergie de liaison des électrons de la couche K du Zinc est égale à 11 keV.

L'énergie cinétique E_c de l'électron émis au cours de la conversion interne est égale à

Cocher **la** réponse la plus proche du résultat exact

- A. 10 keV
- B. 390 keV
- C. 400 keV
- D. 410 keV
- E. 1400 keV

19. Question

On considère la transition radioactive de l'iode $^{125}_{53}\text{I}$ vers le niveau fondamental du tellure $^{125}_{52}\text{Te}$. Soit $M_{\text{at}}(\text{I})$ la masse atomique de l'iode et $M_{\text{at}}(\text{Te})$ celle du tellure. On donne la différence $M_{\text{at}}(\text{I}) - M_{\text{at}}(\text{Te}) = 0,00016$ unités de masse atomique.

Indiquer **la** proposition exacte

- A. On peut détecter un neutrino
- B. Cette transition s'accompagne de l'émission d'un photon γ
- C. On peut détecter une particule β^-
- D. On peut détecter une particule β^+ de 149 keV
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

20. Question

Le chlore $^{36}_{17}\text{Cl}$ se désintègre par transition radioactive vers l'argon $^{36}_{18}\text{Ar}$ dans son niveau fondamental.

On donne la différence $M_{\text{at}}(\text{Cl}) - M_{\text{at}}(\text{Ar}) = 0,00077$ unités de masse atomique.

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

- A. Cette transition s'accompagne de l'émission d'un électron
- B. Cette transition s'accompagne de l'émission d'un positon
- C. Le spectre de la particule chargée émise au cours de cette transition est un spectre de raies
- D. L'énergie cinétique maximale de la particule chargée émise est comprise entre 716 et 718 keV
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

21. Question

Suite à l'absorption d'un rayonnement, un atome se trouve à un état excité, avec une lacune dans la couche K. Lors de sa désexcitation, un électron de la couche L transite vers la couche K tandis qu'un électron de la couche N est éjecté du cortège électronique.

On donne l'énergie de liaison des électrons de la couche N : 30 keV

On négligera la constante d'écran b.

L'énergie cinétique de l'électron éjecté est égal à :

Indiquer **la** proposition exacte

- A. 30 keV
- B. 330 keV
- C. 360 keV
- D. 390 keV
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte.

16. Question

Soit une transformation radioactive permettant la désintégration d'un noyau A_ZX en un noyau fils ${}^A_{Z-1}Y$ à l'état fondamental. On donne les masses atomiques des noyaux X et Y : $M_{\text{at}}(X) = 52,942060 \text{ uma}$ et $M_{\text{at}}(Y) = 52,941060 \text{ uma}$, les énergies de liaison des électrons du noyau X : $W_K = 950 \text{ eV}$, $W_L = 220 \text{ eV}$, et la masse d'un électron au repos : $0,511 \text{ MeV}/c^2$.

Parmi les propositions suivantes, **laquelle** est exacte ?

- A. Au cours de cette transformation, un neutrino est émis
- B. Au cours de cette transformation, un antineutrino est émis
- C. Au cours de cette réaction, une particule chargée est émise, cette particule a un spectre énergétique continu
- D. Au cours de cette réaction, une particule chargée est émise, cette particule a un spectre énergétique constitué de raies
- E. Aucune des propositions précédentes n'est exacte

17. Question

Lequel des phénomènes suivants est en compétition avec l'émission gamma (γ):

- A. Emission bêta plus (β^+)
- B. Conversion interne
- C. Emission alpha (α)
- D. Emission d'électrons Auger
- E. Emission bêta moins (β^-)

18. Question

On considère l'atome de sodium ${}^{23}_{11}\text{Na}$. Calculer (en nanomètres) la longueur d'onde caractérisant les photons de fluorescence de la raie K_α de la série de Lyman de ce noyau correspondant à la transition entre la couche électronique L et la couche électronique K. La constante d'écran sera supposée égale à zéro.

Indiquer la proposition la plus proche de la valeur exacte:

- A. 3 nm
- B. 4 nm
- C. 5 nm
- D. 1 nm
- E. 0,001 nm

13. Question

Un élément X se désintègre en un élément Y avec émission d'un électron animé d'une certaine énergie cinétique. L'énergie cinétique maximale de cet électron correspond à :

Indiquer la proposition exacte :

- A. la différence des masses nucléaires des deux éléments X et Y
- B. la différence des masses atomiques des deux éléments X et Y
- C. la différence des masses nucléaires des deux éléments X et Y diminuée de l'énergie de liaison de l'électron.
- D. la différence des masses atomiques des deux éléments X et Y diminuée de l'énergie de liaison de l'électron.
- E. aucune des propositions précédentes n'est exacte.

14. Question

Indiquer la proposition exacte :

Les électrons Auger :

- A. ont une énergie dont le spectre est continu.
- B. sont des particules nucléaires.
- C. sont des électrons du cortège électronique éjectés au cours de la désexcitation d'un atome.
- D. sont des électrons du cortège électronique éjectés au cours de la désexcitation d'un noyau.
- E. aucune des propositions précédentes n'est exacte.

18. Question

Calculer la longueur d'onde et la fréquence d'un photon se déplaçant dans le vide et dont l'énergie est égale à l'énergie de masse d'un électron au repos ?

Parmi les propositions suivantes, indiquer **les** valeurs les plus proches des réponses exactes :

- A. 931 nm
- B. 0,002 nm
- C. $2 \cdot 10^{-12}$ nm
- D. 10^{20} MHz
- E. 10^{20} Hz

19. Question

Indiquer la proposition possible :

- A. par désintégration α (alpha), le polonium $^{210}_{84}\text{Po}$ conduit à un élément ayant un nombre de masse égal à 214 et un nombre de charge égal à 86
- B. par désintégration β^- (bêta moins), le Cobalt $^{60}_{27}\text{Co}$ conduit à un élément ayant un nombre de masse égal à 61 et un nombre de charge égal à 27
- C. par désintégration β^+ (bêta plus), l'Iode $^{126}_{53}\text{I}$ conduit à un élément ayant un nombre de masse égal à 126 et un nombre de charge égal à 54
- D. par désintégration β^- (bêta moins), le Baryum $^{141}_{56}\text{Ba}$ conduit à un élément ayant un nombre de masse égal à 141 et un nombre de charge égal à 57
- E. aucune de ces propositions n'est exacte.

16. Question

Indiquer la proposition exacte

- A. la conversion interne est en compétition avec une émission bêta plus.
- B. une conversion interne est une transformation isobarique.
- C. lors d'une conversion interne il y a émission d'un électron.
- D. une conversion interne se produit après une création de paires électron-positron.
- E. aucune des propositions précédentes n'est exacte.

17. Question

Calculer, en unités de masse atomique (u ou uma), le défaut de masse ΔM du noyau de Lithium ${}^7_3\text{Li}$. Les calculs pourront être faits avec les valeurs approchées suivantes : on donne la masse du proton $m_p = 1,007$ uma, la masse du neutron : $m_n = 1,009$ uma, la masse du noyau de Lithium : $m_{\text{Li}} = 7,016$ uma.

Indiquer la réponse exacte :

- A. $\Delta M = 0,041$ uma
- B. $\Delta M = 0,039$ uma
- C. $\Delta M = 7,057$ uma
- D. $\Delta M = 0,068$ uma
- E. autre valeur.

18. Question

Lors de la réalisation d'un examen de tomographie à émission de positons, le Fluor ${}^{18}_9\text{F}$ se transforme en Oxygène ${}^{18}_8\text{O}$ par désintégration β^+ .

On donne la masse de l'atome de Fluor, exprimée ici en MeV/c^2 : $M(\text{F}) = 1,6767513 \cdot 10^4 \text{ MeV}/c^2$, ainsi que celle de l'Oxygène $M(\text{O}) = 1,6765856 \cdot 10^4 \text{ MeV}/c^2$. On rappelle que la masse de l'électron est égale à $0,511 \text{ MeV}/c^2$.

Indiquer la proposition exacte

- A. l'énergie cinétique maximale du positon est égale à $0,635 \text{ MeV}$
- B. l'énergie cinétique maximale du positon est égale à $0,124 \text{ MeV}$
- C. le spectre énergétique des positons émis est un spectre de raies.
- D. après cette désintégration radioactive, il ne sera pas possible de détecter des photons de $0,511 \text{ MeV}$
- E. aucune des propositions précédentes n'est exacte.

19. Question

Le rhénium se désintègre en osmium par capture électronique et émission β^+ . L'émission β^+ s'arrête à un état métastable de l'osmium.

Combien y a-t-il de type de photons émis ?

- A. aucune de ces valeurs
- B. 3
- C. 2
- D. 1
- E. 4

11. Question

A propos de l'énergie L de liaison moyenne par nucléon :

Indiquez la proposition exacte :

- A. la valeur de L est de l'ordre de 8 keV pour les noyaux les plus stables.
- B. la courbe représentative de L en fonction du nombre de masse A présente un maximum pour des valeurs de A proches de 60.
- C. les noyaux les plus lourds peuvent donner lieu à des réactions de fusion qui libèrent de l'énergie.
- D. l'énergie L est égale à l'énergie minimale à fournir au noyau pour obtenir sa désintégration en protons et en neutrons.
- E. aucune des propositions n'est exacte.

12. Question

Pour un noyau, l'un des mécanismes primaires mis en jeu lors de la transition d'un état excité à un état plus stable peut être :

Indiquez la proposition exacte :

- A. une réaction de conversion interne
- B. une émission d'un électron Auger
- C. une émission de photons X de fluorescence
- D. un phénomène de capture électronique
- E. aucune de ces propositions n'est exacte

14. Question

L'oxygène 15 ($^{15}_8\text{O}$) se transforme en azote 15 ($^{15}_7\text{N}$) par transformation isobarique.

On donne :

La masse atomique de l'oxygène 15 : 15,003 uma

La masse atomique de l'azote 15 : 15,000 uma

L'énergie de liaison d'un électron de la couche K de l'oxygène 15 : 0,5 keV

On pourra utiliser l'approximation suivante : $1 \text{ uma} = 931 \text{ MeV} / c^2$

Indiquer la proposition exacte :

- A. une réaction de capture électronique K est possible pour cette transformation isobarique et l'énergie du neutrino émis lors de cette capture est égale à 1,771 MeV
- B. une réaction bêta moins (β^-) est possible pour cette transformation isobarique et l'énergie maximale de la particule (β^-) émise est égale à 2,793 MeV
- C. une réaction bêta plus (β^+) est possible pour cette transformation isobarique et l'énergie maximale de la particule (β^+) émise est égale à 3,815 MeV
- D. après cette transformation isobarique il sera possible de détecter des photons de 0,511 MeV
- E. aucune de ces propositions n'est exacte.

17. Question

Dans un atome, quelle est l'énergie de liaison d'un électron de la couche K, sachant que l'énergie de liaison d'un électron sur la couche M du même atome est égale à 18 keV ?
(On négligera la constante d'écran)

Cocher la réponse la plus proche du résultat exact :

- A. 2 keV
- B. 6 keV
- C. 13.6 keV
- D. 54 keV
- E. 162 keV

15. Question

Les particules β émises lors de la désintégration de noyaux radioactifs identiques en un même radioélément final :

Indiquer la proposition exacte :

- A. ont toutes la même énergie.
- B. ont toutes, dans un même milieu, la même longueur moyenne de trajectoire.
- C. ont toutes, une énergie équivalente à la perte de masse apparue au cours de la réaction.
- D. ont une distribution énergétique sous forme d'un spectre de raies.
- E. aucune de ces propositions n'est exacte.

16. Question

La longueur d'onde, en nanomètres, associée à un photon dont l'énergie est égale à l'équivalent énergétique de la masse de 2 électrons au repos est :

Cocher la réponse la plus proche du résultat exact

- A. 0,6
- B. 1,2
- C. $1,2 \cdot 10^{-3}$
- D. $0,6 \cdot 10^{-3}$
- E. $1,2 \cdot 10^3$

17. Question

L'effet Auger :

Cocher la proposition vraie :

- A. correspond à l'émission d'un photon par un atome
- B. correspond à l'émission d'un photon par un noyau
- C. est un mécanisme possible d'émission d'énergie par un atome
- D. est un mécanisme possible d'émission d'énergie par un noyau
- E. Aucune de ces propositions n'est exacte

14. Question

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

- A. l'équivalent énergétique de la masse de 2 électrons est de 1,02 MeV
- B. l'annihilation d'un ensemble de paires électron-positon ayant pour masse totale $10 m_e$ (m_e étant la masse de l'électron) libère 10 photons de 0,511 MeV
- C. l'annihilation d'une paire électron-positon libère une énergie de 931,5 MeV
- D. l'instabilité d'un noyau par excès de proton a pour conséquence l'émission d'un proton.
- E. aucune de ces propositions n'est exacte.

15. Question

Cocher la proposition vraie :

La réaction de fusion de 2 noyaux de Deutérium ${}^2_1\text{H}$ produit un noyau d'Hélium He (ou particule α) emportant l'énergie libérée de 150 keV. On appelle $M(\text{H})$ la masse du noyau de Deutérium et $M(\text{He})$ la masse de la particule α .

La masse m de Deutérium dont la fusion libère une énergie de 1500 keV est égale à :

- A. $2 M(\text{H})$
- B. $20 M(\text{H})$
- C. $2 M(\text{H}) - M(\text{He})$
- D. $20 M(\text{H}) - 10 M(\text{He})$
- E. autre réponse.

ANNEXE

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

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 $1/\sqrt{e} = 0,6$		

2015

Formulaire non fourni en 2015

Question 22. L'astate 211 (At 211) est un émetteur de particules alpha dont l'utilisation est envisagée en médecine pour effectuer une radiothérapie vectorisée. Il est produit par bombardement du Bismuth 209 ($Z_{Bi} = 83$) par des noyaux d'Hélium. La transition alpha de l'Astate 211 (42 %) aboutit à l'état excité ($E = 660 \pm 10$ keV) d'un noyau fils, lui-même radioactif, subissant finalement une transition par capture électronique vers le Plomb 207. Dans 58 % des cas, l'astate 211 se désintègre vers le Polonium 211 ($Z_{Po} = 84$). Le spectre électromagnétique associé à cette dernière transition ne montre aucun rayonnement pour l'énergie 511 keV.

Parmi les propositions suivantes, la ou lesquelles sont exactes ?

- A – La production d'un noyau d'astate 211 s'accompagne de l'émission de deux neutrons,
- B – la transition alpha de l'astate 211 aboutit à l'état excité du Bismuth 208,
- C – Le numéro atomique du Plomb est 82,
- D – La transition vers le Polonium 211 est une capture électronique,
- E – Aucune des propositions n'est exacte.

Question 23. On considère la réaction de fusion nucléaire suivante : ${}^4_2\text{He} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^6_3\text{Li}$

On donne :

Masse du noyau de Li = 6,0135 u, énergie de liaison par nucléon pour la particule alpha : 7,07 MeV, énergie de liaison nucléaire du deutérium : 2,225 MeV, masse {proton + neutron} = 2,016 u, où u désigne l'unité de masse atomique prise à 931,5 MeV.

Pour les calculs, on prendra : $0,0345 \times 931,5 = 32,136$.

Parmi les propositions suivantes, la ou lesquelles sont exactes ?

- A – l'énergie de liaison associée aux deux noyaux d'hélium et de deutérium est comprise dans l'intervalle [16,65 à 16,95 MeV],
- B – l'énergie de liaison du noyau de Lithium est comprise dans l'intervalle [36,125 à 37,515 MeV],
- C – l'énergie libérée par une réaction de fusion menant au Lithium est comprise dans l'intervalle [15,1 à 16,2 MeV],
- D – les noyaux lourds sont d'autant plus stables qu'ils contiennent un nombre élevé de protons.
- E – Aucune des propositions n'est exacte.

Formulaire non fourni en 2014

Question 31. L'iode comprend de nombreux isotopes radioactifs, parmi lesquels figure l'iode 125, utilisé en médecine et en biologie. L' ^{125}I suit une transition isobarique vers le tellure stable.

Le spectre photonique associé à cette transition est un spectre de raies dont les principales ont pour énergie : 35,5 keV, 27,2 keV et 31,1 keV.

Le spectre électronique est également un spectre de raies.

Parmi les propositions suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) exactes ?

- A - la transition de l'iode 125 vers le tellure résulte d'une transition beta + vers un niveau excité du tellure.
- B - la transition de l'iode 125 vers le tellure résulte d'une capture électronique vers un niveau excité du tellure.
- C - la transition de l'iode 125 vers le tellure résulte d'une transition beta + vers le niveau fondamental du tellure.
- D - la transition de l'iode 125 vers le tellure résulte d'une transition beta - vers le niveau fondamental du tellure.
- E - aucune des propositions précédentes n'est exacte.

Question 29. Le fluor 18 ($^{18}_9\text{F}$) est un radionucléide fréquemment utilisé en médecine nucléaire chez l'homme, notamment pour la détection des tumeurs, après radiomarquage d'une molécule de glucose (^{18}FDG ou $^{18}\text{fluoro-désoxy-glucose}$). La transition du $^{18}_9\text{F}$ mène directement à l'état fondamental d'un noyau stable.

Lors de l'étude de cette transition, on observe un spectre particulaire continu dont l'énergie maximale est de 630 keV et un spectre photonique de raie, de grande intensité, d'énergie 511 keV. L'énergie de liaison électronique pourra être estimée selon le modèle de Bohr.

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

A : La production du fluor 18 peut se faire selon la réaction nucléaire suivante :

$^{18}_8\text{O} + n \rightarrow ^{18}_9\text{F} + p$, où p et n désignent respectivement le proton et le neutron,

B : Le fluor subit une transition par capture électronique suivie d'une émission de fluorescence X de 511 keV,

C : L'équivalent énergétique du défaut de masse atomique (ΔMc^2) de la transition est d'environ 1,65 MeV,

D : Le ralentissement des particules résultant de la transition du ^{18}FDG dans le corps du patient, que l'on considèrera comme équivalent à de l'eau, se fait principalement par rayonnement de freinage,

E : Aucune des propositions n'est exacte.

Exercice 12 - Le technétium ^{99m}Tc ($Z = 43$) présente une énergie d'excitation d'environ 143 keV au-dessus du niveau fondamental. Ce niveau fondamental est celui d'un noyau radioactif subissant à son tour une transition lente vers le rubidium 99 ($Z = 44$). Le ^{99m}Tc émet dans 90 % des cas des photons gamma dont le spectre comprend trois raies à : 3 keV (raie 1, intensité : 99%), 140 keV (raie 2, intensité : 99%) et 143 keV (raie 3, intensité : 1 %). On prendra comme énergies de liaison électronique du technétium et du rubidium: $W_K = 20$ keV, $W_L = 3$ keV et $W_M = 1$ keV. Pour les calculs, on prendra l'approximation : $1287 \times 1,66 = 2000$. Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A : On peut observer un électron émis avec une énergie cinétique de 137 keV,
- B : On peut observer une particule β^+ d'énergie cinétique maximale 140 keV,
- C : La désexcitation gamma du ^{99m}Tc se fait en moins de 10^{-12} s,
- D : On peut observer un électron Auger d'énergie cinétique 16 keV,
- E : Pour une source d'activité 1 MBq de ^{99m}Tc , le flux énergétique gamma est compris entre $1,9 \cdot 10^{-4}$ et $2,1 \cdot 10^{-4}$ W.

Exercice 16 - Le ^{60}Co ($Z = 27$) est un radionucléide utilisé en radiothérapie externe. La transition aboutit au ^{60}Ni ($Z = 28$) qui est un noyau stable. Le spectre électromagnétique montre 7 raies photoniques distinctes de désexcitation nucléaire, dont deux ont une intensité voisine, proche de 99%, et une énergie égale à 1,17 MeV et 1,33 MeV respectivement. L'énergie de liaison d'un électron K du ^{60}Ni sera prise égale à 8 keV. L'énergie de la transition est de 2,823 MeV. Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A : Il s'agit de transitions β^- vers des états excités du nickel,
- B : Le noyau du nickel comporte au moins quatre niveaux d'excitation,
- C : On peut observer des électrons de conversion interne d'énergie comprise entre 1150 et 1180 keV,
- D : L'énergie maximale du spectre électronique majoritaire est comprise entre 310 et 330 keV,
- E : Aucune des propositions précédentes n'est exacte.

2009

Exercice 9 - Le radium 226 ($^{226}_{88}\text{Ra}$) donne un nucléide stable, le plomb 206 ($^{206}_{82}\text{Pb}$), par une succession de transitions alpha et β^- . Certains des noyaux fils issus de ces transitions sont dans un état excité.

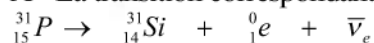
Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (sont) vraie(s) ?

- A - la succession de transitions est composée de 4 émissions α et 6 émissions β^- ,
- B - la succession de transitions est composée de 6 émissions α et 6 émissions β^- ,
- C - la succession de transitions est composée de 5 émissions α et 4 émissions β^- ,
- D - le spectre photonique observé lors de la succession de transitions est exclusivement un spectre de raies, si l'on exclut les éventuels rayonnements de freinage secondaires aux interactions des β^- ,
- E - le spectre particulaire de la succession de transitions est exclusivement un spectre de raies.

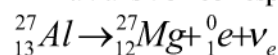
Exercice 14 - En 1934, Irène et Frédéric Joliot-Curie font l'expérience de bombarder une feuille d'aluminium ($^{27}_{13}\text{Al}$) avec des particules alpha émises par du polonium. Ils sont alors capables de détecter une émission de neutrons en provenance de la cible d'aluminium. L'exposition au polonium est poursuivie un certain temps, puis la source de particules alpha est retirée. Ils constatent que l'émission de neutrons a cessé mais observent alors une émission particulière d'électrons positifs (β^+).

On donne la différence des masses atomiques entre les atomes père et fils de la transition β^+ , à l'état fondamental : $\Delta M = 0,00457 \text{ u}$. Le pouvoir de ralentissement linéique de l'eau pour les électrons, tant négatifs que positifs, est de $0,25 \text{ keV} \cdot \mu\text{m}^{-1}$. Pour les calculs on considérera : $931,5 \times 4,57 = 4257$. Parmi les propositions suivantes, laquelle (ou lesquelles) est (sont) vraie(s) ?

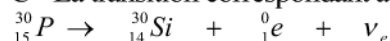
A - La transition correspondant à l'émission des positons peut s'écrire :



B - La transition correspondant à l'émission des positons peut s'écrire :



C - La transition correspondant à l'émission des positons peut s'écrire :



D - L'énergie maximale des particules β^+ est d'environ 3,2 MeV,

E - Le parcours maximal des β^+ dans l'eau est compris entre 12,8 et 13,2 mm.

Exercice 15 - On considère la transition du $^{57}_{27}\text{Co}$ vers le $^{57}_{26}\text{Fe}$.

La différence des masses atomiques entre les atomes père et fils à l'état fondamental vaut : $\Delta M = 0,000896 \text{ u}$. On observe un spectre électromagnétique de raies avec 3 pics à 136 keV, 122 keV et 14 keV. Les énergies de liaison des électrons du fer sont :

$W_K = 7,10 \text{ keV}$, $W_L = 0,7 \text{ keV}$ et $W_M = 0,06 \text{ keV}$. Pour les calculs on donne : $896 \times 931,5 = 834624$.

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

A - Il peut s'agir d'une transition β^+ ,

B - L'émission d'électrons de conversion interne d'environ 129 keV est énergétiquement possible,

C - On peut observer des électrons Auger d'environ 6,3 keV,

D - On peut observer un spectre continu de rayons X de fluorescence entre 0 et 7,10 keV,

E - La probabilité de survenue d'une transition β^+ augmente avec le numéro atomique du noyau instable.

Exercice 20 - On observe un échantillon biologique assimilable à de l'eau et contenant une molécule radiomarquée. On constate que le parcours des particules émises est d'environ 40 μm et que la densité d'ionisations augmente brutalement en fin de parcours. L'analyse spectrométrique de cette substance radioactive montre que les particules sont toutes émises avec une énergie voisine de 6 MeV. Parmi les propositions suivantes la (ou lesquelles) est (sont) vraie(s) :

- A – il s'agit d'une émission β^+ suivie d'un phénomène d'annihilation,
- B – il s'agit d'une capture électronique avec émission de neutrinos de 6 MeV,
- C – il s'agit d'une transition alpha d'énergie Q_α supérieure à 6 MeV,
- D – il s'agit d'une transition β^- suivie d'une désexcitation nucléaire par conversion interne d'électrons de 6 MeV,
- E – le transfert linéique d'énergie est d'environ 150 keV/ μm .

Exercice 21 – Le fluor 18 ($^{18}_9\text{F}$) est fréquemment utilisé pour la détection des tumeurs par tomographie d'émission de positons, après une substitution radiochimique à un hydroxyle sur un des atomes de carbone du glucose, pour aboutir au 18 fluoro-desoxyglucose (^{18}FDG). La désintégration du $^{18}_9\text{F}$ aboutit à l'oxygène. Le $^{18}_9\text{F}$ a une période de 1,8 heures et émet des positons d'énergie maximale 630 keV. Une activité de 800 MBq de ^{18}FDG est préparée à 7 h 00 et est effectivement injectée au patient à 10h36.

Parmi les propositions suivantes la (ou lesquelles) est (sont) vraie(s) :

- A – les caméras à positons détectent directement les particules β^+ émises par le $^{18}_9\text{F}$,
- B – l'émission de neutrinos accompagnant la transition β^+ est utilisée pour localiser le lieu de la désintégration,
- C – l'activité injectée au patient est d'environ 200 MBq,
- D – 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 MeV/ c^2 ,
- E – deux photons de 511 keV peuvent se matérialiser en une paire électron / positon.

Annales Classées Supplémentaires

UPC
2023 Session 2

Question 1. Quelle(s) est (ou sont) la (ou les) transformation(s) radioactive(s) possibles survenant au cours de la désintégration du cuivre (64 ; 29) en zinc (64 ; 30) ?

- A. désintégration alpha
- B. désintégration bêta-moins
- C. désintégration bêta-plus
- D. fission
- E. capture électronique

Question 2. Quelle sera l'énergie maximale de la particule émise lors de cette désintégration ? (Une seule proposition exacte).

On donne :

$${}^{64}\text{Cu} = 63,9297642 \text{ uma}$$

$${}^{64}\text{Zn} = 63,9291422 \text{ uma}$$

- A. < 100 keV
- B. 100 - 499 keV
- C. 500 - 999 keV
- D. 1000 - 1499 keV
- E. > 1500 keV

Question 3. On détecte l'émission d'un rayonnement suite au réarrangement d'un électron de la couche M vers la couche K du zinc (64 ; 30).

Dans quel intervalle sera la longueur d'onde du rayonnement émis ? On considèrera la constante d'écran b comme nulle. (Une seule proposition exacte).

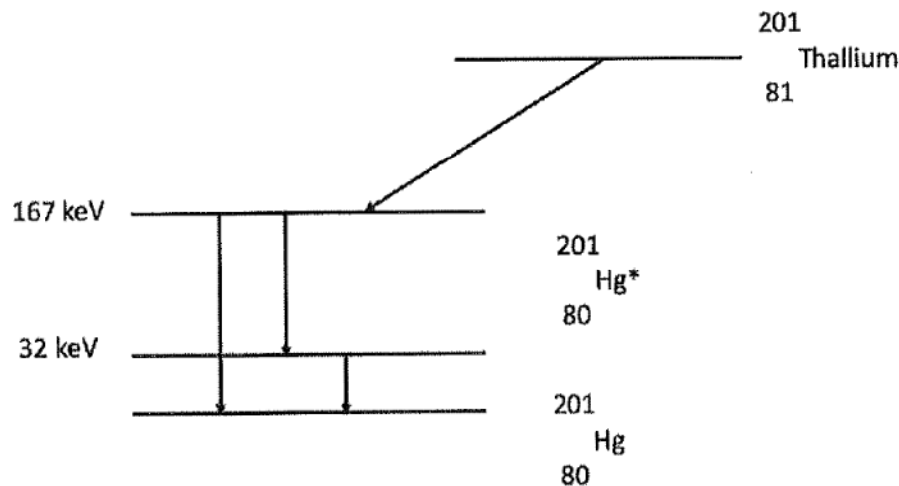
- A. < 11 nm
- B. 11 - 13 nm
- C. 13 - 15 nm
- D. 15 - 17 nm
- E. > 17 nm

Question 5. Parmi les propositions suivantes concernant la masse d'un noyau, laquelle (ou lesquelles) est (sont) exacte(s) ?

- A. Elle est égale à la somme de la masse des nucléons
- B. Elle diminue lorsque l'atome est ionisé
- C. Elle s'exprime en Joules/m²
- D. Elle diminue après une transformation alpha
- E. Elle augmente après une transformation isomérique

2022 Session 2

Le $^{201}\text{Thallium}$ est un analogue radioactif du potassium utilisé pour analyser la perfusion cardiaque en scintigraphie, qui se désintègre en mercure (^{201}Hg) en émettant des rayonnements. Vous trouverez ci-dessous son schéma de désintégration radioactive.



QCM 1. De quelle(s) classe(s) de transformation radioactive s'agit-il ?

- A. Transformation isobarique
- B. Transformation isomérique
- C. Émission alpha
- D. Fission nucléaire
- E. Fusion nucléaire

QCM 2. Quel(s) type(s) de transformation radioactive permettrait(ent) de transformer le Thallium (201; 81) en Mercure (201; 80) ?

- A. Émission alpha
- B. Émission beta-plus
- C. Émission beta-moins
- D. Capture électronique
- E. Émission delta

QCS 3. On donne la masse du noyau de $^{201}\text{Thallium}$ = 200,970794 uma et la masse du noyau de ^{201}Hg : 200,970277. Quelle est la seule transformation radio-active possible ?

- A. Émission alpha
- B. Émission beta-plus
- C. Émission beta-moins
- D. Capture électronique
- E. Émission delta

QCS 4. Dans quel intervalle est la longueur d'onde du rayonnement X provenant du réarrangement d'un électron de la couche L vers la couche électronique K de l'atome ^{201}Hg ? On donne le niveau énergétique de la couche K de l'atome de $^{201}\text{Hg} = 83 \text{ keV}$.

- A. $< 0,01 \text{ nm}$
- B. $0,01 \text{ à } 0,1 \text{ nm}$
- C. $0,1 \text{ nm à } 1 \text{ nm}$
- D. $1 \text{ à } 10 \text{ nm}$
- E. $> 10 \text{ nm}$

QCM 5. Quel(s) autre(s) type(s) de particule(s) ou de rayonnement(s) pourront être détecté(s) dans les cellules captant le ^{201}Tl ?

- A. Rayonnements de fluorescence
- B. Électrons Auger
- C. Rayonnements Compton
- D. Positons
- E. Particules alpha

QCM 6. Quel(s) type(s) de particule(s) ou de rayonnement(s) pourront être détecté(s) si vous placez des cristaux de détection des rayonnements à 1 mètre du patient ?

- A. Rayonnements Gamma à 167 keV
- B. Rayonnements Gamma à 511 keV
- C. Électrons Auger
- D. Rayonnements Compton
- E. Rayonnements X à 62 keV

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 1

Parmi les propositions suivantes, laquelle est exacte?

- A. ces atomes d'iode sont des isomères
- B. ces atomes d'iode sont des isotopes
- C. ces atomes d'iode sont des isotones
- D. ces atomes d'iode sont des isobares
- E. ces atomes d'iode sont des isotopes

Question 3

L'iode 124 est un émetteur de positons qui se transforme en tellure 124 stable.

On donne :

Masse atomique de l'iode 124 = 123,9062099 u.m.a.

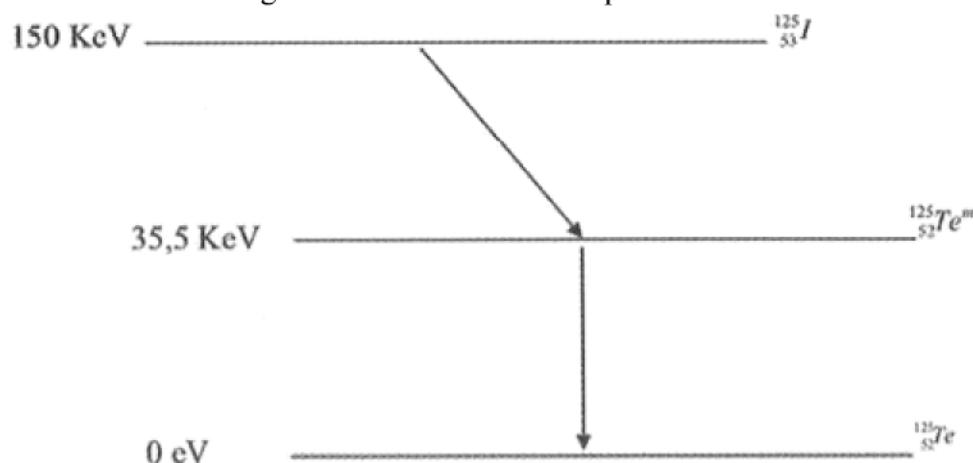
Masse atomique du tellure 124 = 123,9028170 u.m.a.

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

- A. le numéro atomique du tellure 124 est 55
- B. l'énergie libérée lors de la transformation radioactive de l'iode 124 en tellure 124 est supérieure à 1,02 MeV
- C. la transformation radioactive de l'iode 124 en tellure 124 s'accompagne d'une émission de neutrinos
- D. la transformation radioactive de l'iode 124 en tellure 124 s'accompagne d'une émission de photons gamma en coïncidence
- E. l'iode 124 peut également se transformer en tellure 124 par capture électronique

Question 4

Le schéma de désintégration de l'iode 125 est représenté ci-dessous.

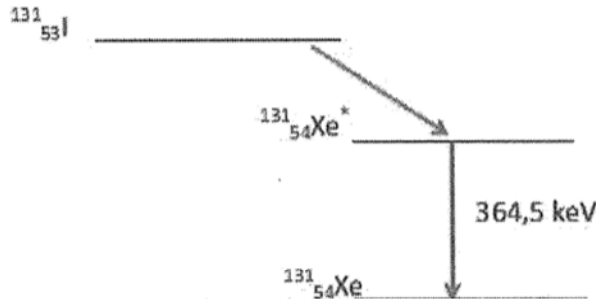


Quel(s) type(s) de transformation(s) radioactive(s) est (ou sont) représenté(s) sur ce schéma (une ou plusieurs réponses exactes) :

- A. transformation isomérique
- B. transformation β^-
- C. transformation β^+
- D. capture électronique
- E. émission α

Question 5

L'iode 131 se transforme en xénon 131 selon le schéma de désintégration suivant :



Parmi les rayonnements suivants, **lequel (ou lesquels)** est (ou sont) émis lors de la transformation de l'iode 131 en xénon 131 stable?

- A. électrons
- B. positons
- C. particules α
- D. photons gamma
- E. antineutrinos

Question 6

Quelle est l'énergie cinétique maximale des particules émises lors de la transformation de l'iode 131 en xénon métastable ($^{131}_{54}\text{Xe}^*$) ? **(une seule réponse exacte):**

On donne :

Masse atomique de l'iode 131 = 130,9061246 u.m.a.

Masse atomique du xénon 131 stable = 130,9050824 u.m.a.

- A. $\approx 364,5$ keV
- B. $\approx 511,0$ keV
- C. $\approx 566,7$ keV
- D. $\approx 606,3$ keV
- E. $\approx 970,8$ keV