

### 2011

**QCM 1 : Dans la matière, les atomes de carbone se répartissent entre le  $^{12}\text{C}$  pour 98% et le  $^{13}\text{C}$  pour 2%. Identifiez les affirmations justes.**

- A)  $^{12}\text{C}$  et  $^{13}\text{C}$  sont des isotopes
- B) L'abondance isotopique du carbone-12 est 98%
- C) La masse d'un atome de carbone-12 est égale à 12 u
- D) La masse d'une mole de carbone-12 est égale à 12 g
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

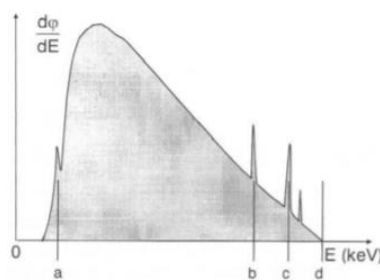
**QCM 2 : Une onde électromagnétique monochromatique :**

- A) Se propage dans le vide à une vitesse qui dépend de sa longueur d'onde
- B) Est composée de photons d'énergie  $E = h\nu$
- C) Est composée de photons d'énergie  $E = \frac{hc}{\lambda}$
- D) Est composée de photons d'énergie  $E = \frac{1240}{\lambda}$  si  $E$  en eV et  $\lambda$  en nanomètres
- E) Est ionisante quelle que soit son énergie

**QCM 3 : Pour un faisceau de photons donné, la couche de demi-atténuation (CDA) des tissus osseux est égale à 1 cm et celle des tissus mous à 3 cm (les tissus mous sont considérés comme équivalents à de l'eau). Données :  $\ln 2 = 0,693$ .**

- A) Une atténuation identique du faisceau de photons est obtenue lors de la traversée de 1 cm de tissu osseux et de 3 cm de tissus mous
- B) Le coefficient linéique d'atténuation du tissu osseux est égal à  $0,69 \text{ cm}^{-1}$
- C) Le coefficient linéique d'atténuation des tissus mous est égal à  $0,23 \text{ cm}^{-1}$
- D) L'atténuation par effet photo-électrique est plus probable lorsque le faisceau traverse l'os que lorsqu'il traverse les tissus mous
- E) L'atténuation est considérée comme totale lorsque ce faisceau traverse une épaisseur de 3 cm d'os

**QCM 4 : Soit la cible d'un tube à rayons X fonctionnant sous une haute tension de 120 kV composée de  $^{91}\text{Pa}$ . Les énergies des électrons du  $^{91}\text{Pa}$ , dans le modèle de Bohr, sont en keV :  $W_K = -112$  ;  $W_L = -20$  ;  $W_M = -5$ . Quelle est la combinaison des valeurs possibles (en keV) des points a, b, c et d repérés sur le spectre des rayons X correspondant ci-dessous ?**



- A) a = 10 ; b = 83 ; c = 107 ; d = 120
- B) a = 15 ; b = 90 ; c = 92 ; d = 100
- C) a = 10 ; b = 100 ; c = 107 ; d = 120
- D) a = 15 ; b = 92 ; c = 107 ; d = 120
- E) a = 10 ; b = 90 ; c = 100 ; d = 112

**QCM 5 : Un tube à rayons X à anode  $^{75}\text{Re}$  fonctionne sous trois régimes :**

- (1) Tension  $U=100 \text{ kV}$  et courant anodique  $i= 10 \text{ mA}$ ,
- (2) Tension  $U=100 \text{ kV}$  et courant anodique  $i= 20 \text{ mA}$ ,
- (3) Tension  $U=124 \text{ kV}$  et courant anodique  $i= 20 \text{ mA}$ .

- A) Le rendement et la puissance rayonnée en régime (2) sont doublés par rapport au régime (1)
- B) La puissance rayonnée en régime (2) est le double de celle en régime (1)
- C) La longueur d'onde maximale des photons X issus du régime (3) est égale à 10 nm
- D) L'énergie maximale des photons X est inchangée dans les trois régimes
- E) Par rapport au régime (1), les raies caractéristiques sont identiques en régime (2) et différentes en régime (3)

**QCM 6 :** Le radon-222 est le résultat d'une transformation  $\alpha$  à partir d'un noyau X ou d'une transformation  $\beta$  moins à partir d'un noyau Y. Les noyaux X et Y sont :

- A)  $X = {}^{218}_{86}\text{Rn}$
- B)  $X = {}^{226}_{90}\text{Th}$
- C)  $X = {}^{226}_{92}\text{U}$
- D)  $Y = {}^{222}_{87}\text{Fr}$
- E)  $Y = {}^{222}_{89}\text{Ac}$

**QCM 7 :** Le gallium-68  ${}^{68}_{31}\text{Ga}$  se transforme en  ${}^{68}_{30}\text{Zn}$ . On donne leurs masses atomiques en u :  $\mathcal{M}(68,31) = 67,9280$  ;  $\mathcal{M}(68,30) = 67,9248$ . On donne les énergies de leurs électrons dans le modèle de Bohr, en keV :  $W_K(68,31) = -10$  ;  $W_L(68,31) = -1,3$  ;  $W_M(68,31) = -0,1$  pour le  ${}^{68}_{31}\text{Ga}$  et  $W_K(68,30) = -9$  ;  $W_L(68,30) = -1$  ;  $W_M(68,30) = -0,08$  pour le  ${}^{68}_{30}\text{Zn}$ . Cette transformation peut entraîner :

- A) une émission  $\beta$  moins
- B) une émission  $\beta$  plus
- C) une capture électronique
- D) une émission d'un photon de 8 keV
- E) une émission d'un photon de 8,7 keV

**QCM 8 :** Pour un examen de médecine nucléaire, on prépare un mélange de 160 MBq de  ${}^{99m}\text{Tc}$  de période radioactive  $T_1 = 6$  heures et de 360 MBq de  ${}^{123}\text{I}$  de période radioactive  $T_2 = 12$  heures. Quelle est, en MBq, l'activité totale de ce mélange 24 heures après sa préparation ?

- A) 10
- B) 32
- C) 90
- D) 100
- E) 130

**QCM 9 :** Soit les transformations successives suivantes :  ${}^{111}_{49}\text{In} + {}^0_{-1}e \rightarrow {}^{111}_{48}\text{Cd} + {}^0_0\nu \rightarrow {}^{111}_{48}\text{Cd} + \gamma$ . On donne les masses atomiques en u :  $\mathcal{M}(111,49) = 110,9057$  et  $\mathcal{M}(111,48) = 110,9042$  ainsi que l'énergie du  $\gamma$ ,  $h\nu = 470$  keV.

- A) La première transformation est une conversion interne
- B) La première transformation est une transformation isobarique
- C) La deuxième transformation est une transformation isomérique
- D) La masse atomique du  ${}^{111}_{48}\text{Cd}$  issu de la première transformation est 110,9037
- E) Le spectre électromagnétique de ces transformations est un spectre de raies

**QCM 10 :** Le  ${}^{90}_{39}\text{Y}$  se transforme en  ${}^{90}_{40}\text{Zr}$ . Les masses atomiques (en u) correspondantes sont :  $\mathcal{M}(90,39) = 89,9079$  et  $\mathcal{M}(90,40) = 89,9047$ .

- A) Une émission  $\beta$  moins est possible
- B) Une émission  $\beta$  plus est possible
- C) Une capture électronique est possible
- D) L'énergie maximale de la particule émise est égale à 32 MeV
- E) La transformation est à l'origine d'un spectre continu

**QCM 11 :** On veut estimer les effets de l'irradiation d'un sujet qui a inhalé du gaz radon-222 émetteur  $\alpha$  dont le facteur  $W_R$  est égal à 20. La dose absorbée par les poumons du patient est égale à 5 mGy. On estime que seuls les poumons ont été exposés à cette irradiation et leur sensibilité est  $W_T = 0,12$ .

- A) La dose équivalente correspondante est égale à 100 mSv
- B) La dose équivalente correspondante est égale à 100 mGy
- C) La dose efficace correspondante est égale à 12 mSv
- D) La dose efficace correspondante est égale à 0,6 mGy
- E) Cette irradiation doit faire craindre des effets déterministes

**QCM 1 : L'iode naturel stable ( $Z=53$ ) a une masse atomique égale à 126,90447 g.**

- A) La masse d'un atome d'iode naturel est égale à 126,90447 u
- B) Il s'agit de l'iode-126 (nombre de masse  $A=126$ )
- C) Cet atome d'iode naturel dans son état fondamental possède 53 électrons
- D) Le noyau de cet atome est composé de 74 neutrons
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

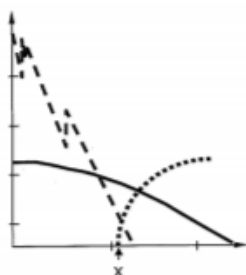
**QCM 2 : On compare les rayons X et les rayonnements électromagnétiques du domaine du visible (REM visibles).**

- A) La longueur d'onde des rayons X est inférieure à celle des REM visibles
- B) La fréquence des rayons X est supérieure à celle des REM visibles
- C) L'énergie des rayons X est supérieure à celle des REM visibles
- D) La vitesse de propagation dans le vide des rayons X est supérieure à celle des REM visibles
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 3 : Les énergies de liaison des électrons de l'atome de sodium ( $Z=11$ ) sont, en eV et dans le modèle de Bohr :  $W_K = -1070$ ,  $W_L = -40$  et  $W_M = -10$ . Après ionisation de cet atome par expulsion d'un électron de la couche K, on peut observer :**

- A) un photon de fluorescence de 1070 eV
- B) un électron Auger d'énergie cinétique de 1070 eV
- C) un photon de fluorescence de 1030 eV
- D) un photon de fluorescence de 30 eV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 4 : La figure ci-dessous représente les probabilités des différents mécanismes d'interaction des rayonnements électromagnétiques dans du plomb.**



- A) L'axe des abscisses représente  $Z$
- B) L'axe des ordonnées est celui des coefficients d'atténuation massique
- C) La courbe en trait plein correspond à l'effet photo-électrique
- D) La valeur de l'abscisse X (fléchée) est 511 keV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 5 : Dans un tube à rayons X, l'augmentation de la haute tension provoque l'augmentation :**

- A) de l'énergie maximale des rayons X produits par freinage
- B) de l'énergie des photons X caractéristiques
- C) du flux énergétique rayonné  $\phi$
- D) du rendement du tube
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 6 : Quelle est, en MeV, la valeur de l'énergie de liaison des nucléons du noyau de béryllium-10  $^{10}_4\text{Be}$ , sachant que la masse de l'atome de béryllium-10 est égale à 10,01242 u ?**

**Données :** En u :  $m(\text{hydrogène}) = 1,00783$  ;  $m(\text{proton}) = 1,00728$  ;  $m(\text{neutron}) = 1,00866$  ;  $m(\text{électron}) = 0,00055$

- A) 0,7
- B) 1,2
- C) 66,0
- D) 100,8
- E) 194,2

**QCM 7 : Le radium-223  $^{223}_{88}\text{Ra}$  se transforme par trois émissions alpha successives :  $^{223}_{88}\text{Ra} \rightarrow X \rightarrow Y \rightarrow Z$ . Les noyaux formés sont :**

- A)  $X = ^{222}_{86}\text{Rn}$
- B)  $Y = ^{219}_{84}\text{Po}$
- C)  $Z = ^{211}_{82}\text{Pb}$
- D)  $Z = ^{217}_{82}\text{Pb}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 8 : Le cuivre-64 se transforme directement en nickel-64 stable. On donne leurs masses atomiques en u :  $\mathcal{M}(64,29) = 63,92976$  et  $\mathcal{M}(64,28) = 63,92796$ . Cette transformation peut entraîner :**

- A) Une émission  $\beta$  moins
- B) Une émission  $\beta$  plus
- C) Une capture électronique
- D) Une conversion interne
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 9 : Le  $^{177}_{71}\text{Lu}$  se transforme en  $^{177}_{72}\text{Hf}$ . Les masses atomiques correspondantes en u sont :  $\mathcal{M}(177,71) = 176,9437$  et  $\mathcal{M}(177,72) = 176,9432$ .**

- A) Une émission  $\beta$  moins est possible
- B) Une émission  $\beta$  plus est possible
- C) Une capture électronique est possible
- D) L'énergie maximale de la particule émise est égale à 5 MeV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 10 : L'iode-124 se transforme de la façon suivante :  $^{124}_{53}\text{I} \rightarrow ^{124*}_{52}\text{Te} + \beta^- \rightarrow ^{124}_{52}\text{Te} + \gamma$ . On donne les masses des atomes en u :  $\mathcal{M}(124,53) = 123,9062$  ;  $\mathcal{M}(124^*,52) = 123,9031$  et  $\mathcal{M}(124,52) = 123,9027$ . On peut observer :**

- A) un photon de 511,0 keV
- B) un photon de 372,6 keV
- C) un positon d'énergie maximale égale à 2,88 MeV
- D) un positon d'énergie maximale égale à 1,86 MeV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 11 : On souhaite utiliser chez un patient une molécule marquée au Technétium-99m de période radioactive égale à 6 heures. La molécule marquée a par ailleurs une période biologique dans l'organisme égale à 4 heures. L'activité de cette molécule à  $t = 0$  est égale à 320 MBq**

- A) Si la molécule marquée n'est pas administrée au patient et reste stockée dans son flacon, l'activité du flacon à  $t = 12$  heures est égale à 160 MBq
- B) Si la molécule marquée est administrée au patient à  $t = 0$ , l'activité dans l'organisme du patient à  $t = 12$  heures est égale à 10 MBq
- C) Si la molécule marquée n'est pas administrée au patient et reste stockée dans son flacon, l'activité du flacon à  $t = 30$  heures est égale à 10 MBq
- D) Si la molécule marquée est administrée au patient à  $t = 0$ , l'activité dans l'organisme du patient à  $t = 30$  heures est égale à 1 MBq
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 12 : A propos des unités en radioprotection, indiquez la(les) proposition(s) exacte(s) :**

- A) Le becquerel (Bq) est une unité de dose déposée
- B) Le gray (Gy) est une unité de dose équivalente
- C) Le sievert (Sv) est une unité de dose efficace
- D) La dose repère d'irradiation moyenne naturelle en France est 2,4 Sv
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 1 : Concernant les rayonnements électromagnétiques (REM), indiquez la(les) proposition(s) exacte(s) :**

- A) L'énergie des REM visibles est inférieure à celle des ultra-violets
- B) L'énergie des rayons X est toujours supérieure à celle des rayons gamma
- C) L'énergie des REM ultra-violets est inférieure à celle des rayons X
- D) L'énergie des ondes radio est supérieure à celle des REM visibles
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 2 : Soit un atome de bore (10,5). Les énergies de ses électrons sont sur la couche K :  $W_K = -188$  eV et sur la couche L :  $W_L = -7,3$  eV. Il subit une excitation avec passage d'un électron de la couche K à la couche L. Il se désexcite par émission d'un électron Auger de la couche L. Quelle est en eV l'énergie cinétique de cet électron ?**

- A) 180,7
- B) 173,4
- C) 188,0
- D) 734
- E) 347

**QCM 3 : Soit un tube à rayons X, indiquez la(les) proposition(s) exacte(s) :**

- A) Il est rempli d'une substance gazeuse phosphorescente
- B) L'anode est chauffée par un courant électrique
- C) L'anode émet des électrons vers la cathode
- D) On utilise une cathode tournante pour mieux répartir la chaleur
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 4 : Quelles sont les modifications du spectre des rayons X émis par un tube à rayons X lorsque l'on augmente le milliampérage ?**

- A) L'énergie des raies caractéristiques augmente
- B) Le flux énergétique augmente
- C) L'énergie maximale des rayons X ne change pas
- D) Le rendement du tube diminue
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 5 : Quelle est en MeV la valeur entière la plus proche de l'énergie de liaison du noyau de l'atome de bore (10,5) ? On donne la masse de l'atome de bore : 10,01294 u ; la masse de l'atome d'hydrogène = 1,00783 u ; la masse du proton = 1,00728 u ; la masse du neutron = 1,00866 u ; la masse de l'électron = 0,00055 u**

- A) 30
- B) 85
- C) 92
- D) 16
- E) 64

**QCM 6 : Le radon (222,86) se désintègre en polonium (218,84) avec une émission d'une particule  $\alpha$ . On donne les valeurs suivantes : Masse atomique du radon = 222,0176 u ; Masse atomique du polonium = 218,009 u ; Masse atomique de l'hélium = 4,0026 u.**

- A) La variation de masse calculée au cours de cette réaction est de  $6 \times 10^{-3}$  u
- B) L'énergie disponible est de 5,6 MeV
- C) La particule  $\alpha$  emporte environ 98 % de l'énergie disponible
- D) Le polonium et la particule  $\alpha$  se partagent à part égale l'énergie disponible
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 7 : Concernant la transformation du thallium (201,81) en mercure (201,80), on donne les valeurs suivantes : Masse de l'atome de thallium (201,81) = 200,97079 u ; Masse de l'atome de mercure (201,80) = 200,97028 u ; Énergie de liaison d'un électron de la couche K du thallium (201,81) = - 85 keV**

- A) C'est une transformation  $\beta^-$
- B) C'est une transformation  $\beta^+$
- C) C'est une capture électronique
- D) C'est une conversion interne CI
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 8 :** Sachant que le carbone (15,6) se désintègre en azote (15,7) avec une émission  $\beta^-$  d'énergie maximum égale à 9,771 MeV. Quelle est en u, la masse de l'atome de carbone (15,6) sachant que la masse atomique de l'azote (15,7) est de 15,0001 u ?

- A) 15,0106
- B) 14,3152
- C) 14,9797
- D) 15,0000
- E) 14,6357

**QCM 9 :** Quelle est au bout de 24 heures la radioactivité en MBq d'un mélange constitué par 160 MBq d'un radioisotope A de période 6h et de 360 MBq d'un radioisotope B de période 12h ?

- A) 100
- B) 1000
- C) 520
- D) 10
- E) 260

**QCM 10 :** Concernant la radioprotection, indiquez la(les) proposition(s) exacte(s) :

- A) En dessous de 100 mSv il n'y a pas d'effets démontrés au niveau d'un embryon humain
- B) L'exposition naturelle moyenne par habitant en France est de 2,4 mSv
- C) L'exposition d'origine artificielle moyenne annuelle par habitant en France est de 0,9 mSv
- D) La dose annuelle limite pour les personnes du public est de 1 mSv
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 1 : Indiquez la(les) proposition(s) exacte(s) :**

- A) Une particule  $\alpha$  n'est pas autre chose que le noyau de l'isotope de l'hélium  $\text{He}(3,2)$
- B) Un négaton est un électron qui provient du noyau d'un atome instable
- C) La distinction entre photons X et  $\gamma$  se fait en fonction de leur origine et non de leur énergie
- D) Le proton et le neutron sont des particules stables à l'intérieur et à l'extérieur des noyaux
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 2 : Indiquez la(les) proposition(s) exacte(s) :**

- A) Les photons X présentent un maximum d'ionisation en fin de parcours dans la matière
- B) Les photons ont un caractère d'interaction obligatoire
- C) Les neutrons rapides déposent indirectement leur énergie dans un milieu par l'intermédiaire des protons de recul
- D) Il n'existe aucune application médicale des protons
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 3 : Quelle est en nanomètres, la longueur d'onde du photon de désexcitation d'un atome d'hydrogène lors de son passage de la couche M à la couche L ?**

On rappelle que pour l'hydrogène :  $W_K = -13,6 \text{ eV}$ .

- A) 652
- B) 72
- C) 1022
- D) 511
- E) 13

**QCM 4 : Sachant que les énergies en keV pour les électrons du tungstène ( $Z=74$ ) sont respectivement :**

couche	K	L1	L2	L3	M1	M2	M3
Wi (keV)	- 69,5	- 12,1	- 11,5	- 10,2	- 2,8	- 2,6	- 2,3

Après ionisation d'un électron de la couche K, quels sont les photons de fluorescence qu'il sera possible d'observer ?

- A) 58
- B) 59,3
- C) 66,9
- D) 67,2
- E) 62

**QCM 5 : Donnez la ou les propositions justes :**

- A) Les noyaux les plus stables ont Z pair, N pair et A pair
- B) Il existe deux modèles nucléaires pour expliquer la structure des noyaux
- C) Le modèle nucléaire en couche est analogue à celui des atomes
- D) Le « modèle en couche » permet d'expliquer le comportement particulier de certains noyaux comme l'hélium  $\text{He}(4,2)$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 6 : Quelle est en MeV la valeur la plus proche de l'énergie de liaison du noyau de bore  $\text{B}(10,5)$  ?**

On donne en u les masses suivantes : Atome de bore = 10,01294 ; Atome d'hydrogène = 1,00783 ; Masse du proton = 1,00728 ; Masse de l'électron = 0,00055

- A) 0,7
- B) 65
- C) 625
- D) 90
- E) 250

**QCM 7 : Sachant que le carbone  $\text{C}(15,6)$ , suite à une émission  $\beta$  moins d'énergie maximale de 9,771 MeV, se désintègre en azote  $\text{N}(15,7)$ . Quelle est la masse réelle de l'atome de carbone  $\text{C}(15,6)$  exprimée en u ?**

On donne la masse atomique de l'azote  $\text{N}(15,7)$  égale à : 15,0001 u.

- A) 15
- B) 14,1920
- C) 13,9910
- D) 14,9815
- E) 15,0106

**QCM 8 :** Par capture électronique l'iode  $I(123,53)$  se transforme en tellure  $Te(123,52)$  avec émission d'un photon  $\gamma$  de 159 keV. On donne les masses atomiques :  $I(123,53) = 122,9056 \text{ u}$  ;  $Te(123,52) = 122,9046 \text{ u}$ . Et les énergies de liaison des électrons :  $WK(123,53) = 33 \text{ keV}$  ;  $WK(123,52) = 31 \text{ keV}$  ;  $WL(123,52) = 4 \text{ keV}$ . Le spectre que l'on pourra observer présente les caractéristiques suivantes :

- A) Spectre continu
- B) Spectre de raies
- C) Spectre avec une raie à 159 keV
- D) Spectre avec une raie à 27 keV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 9 :** On injecte à un patient 300 MBq de  $^{18}F$ FDG. Sachant que le fluor 18 a une période physique  $T = 110$  minutes, quelle sera l'activité du fluor 18 au moment de l'examen réalisé 2 heures après l'injection ?

- A) 300
- B) 30
- C) 141
- D) 180
- E) 600

**QCM 10 :** Indiquez la(les) proposition(s) exacte(s) :

- A) L'énergie absorbée par les tissus peut s'exprimer en joules/kilogramme
- B) L'énergie absorbée par les tissus peut s'exprimer en grays (Gy)
- C) La dose équivalente H est une dose absorbée pondérée par le facteur « dangerosité » du rayonnement
- D) La dose efficace E a pour unité le sievert (Sv)
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses



**QCM 1 :** L'atome d'antimoine ( $Z = 51$ ) a une masse atomique de 121,76 g.

- A) La masse d'un atome d'antimoine est égale à  $2.10^{-22}$  g
- B) La masse d'un atome d'antimoine est égale à 121,76 u
- C) La masse d'une mole d'atomes d'antimoine est égale à 121,76 g
- D) Le noyau de l'atome d'antimoine est composé de 71 neutrons
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 2 :** Soit l'atome d'azote ( $Z = 7$ ). Dans le modèle de Bohr, les énergies de ses électrons (en eV) sont  $W_K = -400$  et  $W_L = -10$ . Il subit une excitation avec passage d'un électron K à la couche L. Il se désexcite par émission d'un électron Auger. Quelle est, en eV, l'énergie cinétique de cet électron Auger ?

- A) 400
- B) 390
- C) 380
- D) 370
- E) 360

**QCM 3 :** Un tube à rayons X à anode de tungstène fonctionne sous deux régimes.

Le régime 1 :  $U = 30$  kV et courant anodique  $i = 40$  mA ;

Le régime 2 :  $U = 120$  kV et courant anodique  $i = 20$  mA.

Par rapport au régime 1, le régime 2 :

- A) Produit des rayons X d'énergie maximum deux fois inférieure
- B) Produit des rayons X caractéristiques d'énergie 4 fois supérieure
- C) A un rendement 4 fois inférieur
- D) Produit des rayons X qui auront une probabilité plus importante d'interagir par effet photo-électrique avec la matière traversée
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

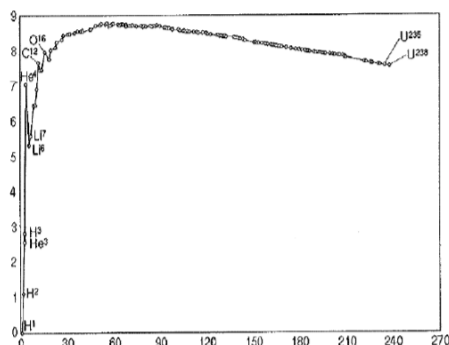
**QCM 4 :** Quelle est l'énergie de liaison (en MeV) des nucléons du noyau de carbone  $^{12}_6\text{C}$  ? On donne (en u) les masses de l'atome d'hydrogène = 1,00783 ; du proton = 1,00728 ; du neutron = 1,00866 et de l'électron = 0,00055.

- A) 0,09
- B) 8,91
- C) 12,10
- D) 71,37
- E) 92,16

**QCM 5 :** Soit les éléments successifs suivants :  $^{81}_{81}\text{Tl}$ ,  $^{82}_{82}\text{Pb}$ ,  $^{83}_{83}\text{Bi}$ ,  $^{85}_{85}\text{At}$ . Le  $^{207}_{82}\text{Pb}$  peut être issu soit d'une transformation  $\alpha$ , soit d'une capture électronique. Ses noyaux pères pour ces deux transformations peuvent être le :

- A)  $^{207}_{81}\text{Tl}$
- B)  $^{207}_{83}\text{Bi}$
- C)  $^{211}_{84}\text{Po}$
- D)  $^{211}_{85}\text{At}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 6 :**

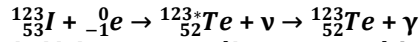


- A) Le graphe ci-dessus représente l'énergie de liaison par nucléon de chaque noyau en fonction du nombre de nucléons
- B) Les pics de la partie gauche du graphe ci-dessus correspondent à des noyaux particulièrement instables
- C) Les noyaux situés sur le graphe ci-dessus autour de l'abscisse 60 sont particulièrement instables
- D) Les noyaux d'uranium-235 et d'uranium-238 repérés sur la droite du graphe ci-dessus ont une énergie de liaison totale de leur noyau de l'ordre de 8 keV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 7 :** Dans les examens de tomographie par émission de positons au 18F-fluorodéoxyglucose, la caméra à positons détecte :

- A) Des  $\beta^+$  émis par le fluor-18
- B) Des  $\beta^-$  émis par le fluor-18
- C) Des rayons X émis par freinage
- D) Des photons de 511 keV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 8 :** Soient les transformations suivantes de l'iode-123 :



Le gamma produit a une énergie de 159 keV. Le spectre électromagnétique de ces réactions présente :

- A) Une composante continue
- B) Une raie à 159 keV
- C) Une raie correspondant à un photon de fluorescence lié au réarrangement de l'atome  ${}_{53}^{123}\text{I}$
- D) Une raie correspondant à un photon de fluorescence lié au réarrangement de l'atome  ${}_{52}^{123}\text{Te}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 9 :** On reçoit une solution d'une molécule marquée au fluor-18 de 650 MBq à  $t = 0$ . Elle est injectée à un patient 1h50 minutes après. Sachant que la période radioactive physique du fluor-18 est de 110 minutes et que la période biologique de la molécule marquée en question est de 18h20 minutes, quelle est (en MBq) l'activité présente dans le patient 3h20 minutes après l'injection ?

- A) 74
- B) 80
- C) 90
- D) 100
- E) 110

**QCM 10 :** Un sujet se présente pour une suspicion de surexposition à la suite d'un incident de manipulation d'une source radioactive  $\alpha$ . L'analyse des conditions de l'incident donne un chiffre de 80 milli-sieverts. Ce chiffre peut représenter :

- A) L'activité de la source radioactive
- B) La valeur du transfert d'énergie linéaire (TEL) du rayonnement reçu par le sujet
- C) La dose déposée par le rayonnement dans l'organisme du sujet
- D) La dose efficace reçue par le sujet
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

**QCM 11 :** Parmi les examens d'imagerie suivants, quels sont ceux qui utilisent des rayonnements ionisants ?

- A) Un examen radiologique du thorax aux rayons X
- B) Une tomographie par émission de positons
- C) Une scintigraphie osseuse utilisant un émetteur gamma
- D) Une IRM
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

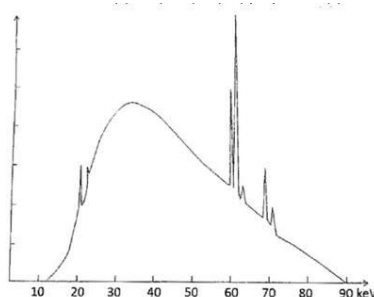
**QCM 1 :** Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) concernant le potassium-39 ( $^{39}\text{K}$ ), sachant que sa masse atomique est égale à 39,0983 u ?

- A) Son nombre de masse est égal à 39
- B) Son nombre de nucléons est égal à 39
- C) La masse d'une mole d'atomes est égale à 39,0983 g
- D) La masse d'un atome est égale à 39,0983 u
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 2 :** Pour se protéger d'un flux de photons de 511 keV, on dispose de plomb dont la couche de demi-atténuation (CDA) est de 0,4 cm et de béton dont la CDA est de 5 cm. Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?

- A) Le coefficient d'atténuation linéique du plomb est supérieur à celui du béton
- B) 5 cm de plomb laissent passer 12% du flux de photons
- C) 5 cm de béton laissent passer 50% du flux de photons
- D) L'association de 0,4 cm de plomb et de 5 cm de béton laisse passer 25% du flux de photons
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 3 :** Un tube à rayons X composé d'une cathode en tungstène et d'une anode en molybdène produit le spectre ci-dessous. Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?



- A) L'axe des ordonnées correspond aux valeurs des coefficients d'atténuation linéique
- B) Le tube fonctionne sous une haute tension de 90 kV
- C) La composante continue du spectre correspond à l'émission X caractéristique du tungstène
- D) La composante de raies correspond à l'émission X caractéristique du molybdène
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 4 :** On retrouve dans la nature trois formes différentes de potassium.  $^{39}_{19}\text{K}$  (92,7%), le  $^{41}_{19}\text{K}$  (7,2%) et le  $^{40}_{19}\text{K}$  (0,1%). Le  $^{40}_{19}\text{K}$  est radioactif avec une période de 1,2 milliards d'années. Les autres sont stables. Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?

- A)  $^{39}_{19}\text{K}$ ,  $^{41}_{19}\text{K}$  et  $^{40}_{19}\text{K}$  sont des isomères
- B)  $^{39}_{19}\text{K}$ ,  $^{41}_{19}\text{K}$  et  $^{40}_{19}\text{K}$  sont des isobares
- C) Les pourcentages donnés correspondent à leur abondance isomérique respective
- D) La présence dans la nature du  $^{39}_{19}\text{K}$  et du  $^{41}_{19}\text{K}$  s'explique par la période du  $^{40}_{19}\text{K}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 5 :** On considère trois éléments : le cuivre, le zinc et le gallium. Leurs valeurs de Z sont respectivement : cuivre Z = 29 ( $_{29}\text{Cu}$ ) ; zinc Z = 30 ( $_{30}\text{Zn}$ ) et gallium Z = 31 ( $_{31}\text{Ga}$ ). Quelle(s) est (sont) la (les) bonne(s) réponse(s) pour compléter l'échantillon de la table des nuclides ci-dessous ?

35	W		
34		X	
33	Z		Y
	29	30	31

- A) W =  $^{63}_{29}\text{Cu}$
- B) X =  $^{64}_{30}\text{Cu}$
- C) Y =  $^{62}_{31}\text{Ga}$
- D) Z =  $^{64}_{29}\text{Zn}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 6 :** Le cuivre-64 se transforme en nickel-64 :  ${}^{63}_{29}\text{Cu} \rightarrow {}^{64}_{28}\text{Ni}$ . Les masses atomiques correspondantes sont  $\mathcal{M}(64, 29) = 28,9818 \text{ u}$  et  $\mathcal{M}(64, 28) = 28,9765 \text{ u}$ . On rappelle la masse de l'électron  $m_e = 0,00055 \text{ u}$ . Quelle(s) est (sont) la (les) transformation(s) possible(s) :

- A) Une transformation  $\beta^-$
- B) Une transformation  $\beta^+$
- C) Une conversion interne
- D) Une capture électronique
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 7 :** Soit la transformation suivante :  ${}^{137}_{55}\text{Cs} \rightarrow {}^{137*}_{56}\text{Ba} \rightarrow {}^{137}_{56}\text{Ba}$ . Le  ${}^{137*}_{56}\text{Ba}$  correspond à un noyau excité de baryum qui se transforme en baryum stable ( ${}^{137}_{56}\text{Ba}$ ) par conversion interne. Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) concernant le spectre électronique issu de la transformation stable ?

- A) Il comporte une composante continue
- B) Il comporte une ou plusieurs raies correspondant aux électrons de conversion interne
- C) Il comporte une ou plusieurs raies correspondant aux  $\beta^-$
- D) Il comporte une ou plusieurs raies correspondant à des électrons Auger
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 8 :** Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?

- A) Les rayonnements électromagnétiques X d'énergie moyenne de 100 keV sont ionisants
- B) Les rayonnements électromagnétiques  $\gamma$  d'énergie de 100 keV sont ionisants
- C) Les rayonnements électromagnétiques radio-fréquence d'énergie de 100  $\mu\text{eV}$  sont ionisants
- D) Les rayonnements alpha d'énergie de 1 MeV sont ionisants
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 9 :** On reçoit au temps  $t = 0$  une solution radioactive composée d'un mélange de 864 MBq de  ${}^{68}_{31}\text{Ga}$  de période physique égale à 1 heure et de 432 MBq de  ${}^{67}_{31}\text{Ga}$  de période physique égale à 3 jours. Quelle activité, en MBq, persiste après 3 jours ?

- A) 108
- B) 216
- C) 323
- D) 432
- E) 648

**QCM 10 :** L'iode-125 est radioactif et a une période physique de 60 jours. Lorsqu'il est administré à un sujet, sa période biologique est de 120 jours. Quelle est, en jours, la valeur de sa période effective ?

- A) 40
- B) 60
- C) 80
- D) 120
- E) 720

**QCM 11 :** La dose repère de 2,4 milli-sievert (mSv) représente :

- A) Une dose efficace
- B) La valeur de l'irradiation moyenne naturelle en France
- C) La limite des faibles doses
- D) La dose maximale autorisée pour l'exposition des patients
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

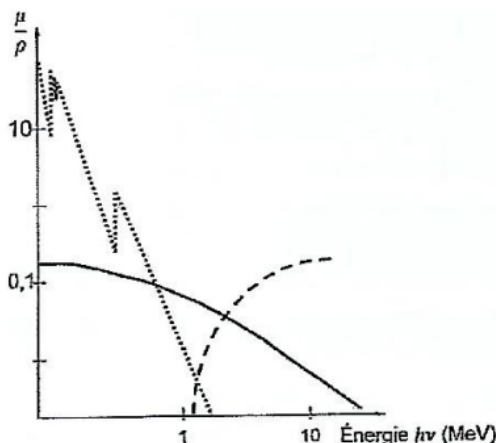
**QCM 12 :** Soit les 2 isotopes suivants du phosphore :  ${}^{31}_{15}\text{P}$  et  ${}^{32}_{15}\text{P}$ . Le  ${}^{32}_{15}\text{P}$  se transforme par émission  $\beta^-$ . Le  ${}^{31}_{15}\text{P}$  est stable. Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exactes ?

- A) Le  ${}^{32}_{15}\text{P}$  se transforme en  ${}^{31}_{15}\text{P}$
- B) Le  ${}^{31}_{15}\text{P}$  se transforme en  ${}^{31}_{14}\text{Si}$
- C) Le  ${}^{32}_{15}\text{P}$  peut faire l'objet d'un phénomène de résonance magnétique nucléaire
- D) Le  ${}^{31}_{15}\text{P}$  peut faire l'objet d'un phénomène de résonance magnétique nucléaire
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

**QCM 1 :** Les énergies des électrons de l'atome de chlore ( $Z=17$ ) sont (dans le modèle de Bohr) :  $W_K = -2800$  eV ;  $W_L = -200$  eV et  $W_M = -10$  eV. Après une ionisation par expulsion d'un électron K d'un atome de chlore, on peut observer :

- A) Un photon de fluorescence de 2800 eV
- B) Un photon de fluorescence de 2600 eV
- C) Un photon de fluorescence de 2400 eV
- D) Un électron Auger d'énergie cinétique égale à 2800 eV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 2 :** Soit le schéma des coefficients massiques d'atténuation des photons avec la matière d'une cible.



Pour un faisceau de photons mono-énergétiques de 100 keV, quelle(s) est (sont) la (les) interaction(s) possible(s) dans cette cible ?

- A) Un effet photoélectrique
- B) Un effet Compton
- C) Un rayonnement de freinage
- D) Une création de paire ou matérialisation
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 3 :** Un tube à rayon X fonctionne sous une tension de 124 kV. Quelle est, en nanomètres, la longueur d'onde minimale des photons X émis par ce tube ?

- A) 124
- B) 10
- C) 1
- D)  $1 \cdot 10^{-1}$
- E)  $1 \cdot 10^{-2}$

**QCM 4 :** Soit l'atome d'argent  $^{107}_{47}\text{Ag}$  de masse égale à 106,9050 u. On donne les masses en u de l'électron : 0,0005 ; du proton : 1,0072 ; du neutron : 1,0086 et de l'atome d'hydrogène : 1,0077. Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?

- A) Le noyau de  $^{107}_{47}\text{Ag}$  est constitué de 47 neutrons
- B) Le noyau de  $^{107}_{47}\text{Ag}$  et le noyau de  $^{108}_{47}\text{Ag}$  sont des isobares
- C) Le noyau de  $^{107}_{47}\text{Ag}$  est plus stable que celui de  $^{60}_{28}\text{Ni}$  car il possède plus de neutrons qui réduisent les forces de répulsion
- D) L'énergie de liaison par nucléon du noyau de  $^{107}_{47}\text{Ag}$  est égale à 9,7 MeV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 5 :** L'actinium-225 est radioactif et se transforme selon la réaction suivante :  $^{225}_{89}\text{Ac} \rightarrow ^{221}_{87}\text{Fr} + ^4_2\alpha$ .

On donne les masses des atomes en unité de masse atomique :

$\mathcal{M}(225,89) = 225,0232$  ;  $\mathcal{M}(221,87) = 221,0142$  et  $\mathcal{M}(4,2) = 4,0026$ .

Quelle est, en MeV, l'énergie de la particule alpha émise ?

- A) 3,8
- B) 4,0
- C) 4,7
- D) 5,9
- E) 6,4

**QCM 6 : A quelle famille radioactive naturelle le Polonium 218 ( $^{218}_{84}\text{Po}$ ) appartient-il ?**

- A) A la famille de l'Uranium 235 ( $^{235}_{92}\text{U}$ )
- B) A la famille de l'Uranium 238 ( $^{238}_{92}\text{U}$ )
- C) A la famille du Neptunium 237 ( $^{237}_{93}\text{U}$ )
- D) A la famille du Thorium 232 ( $^{232}_{90}\text{U}$ )
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 7 : Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?**

- A) Deux nucléides isomères ont le même nombre de protons mais un nombre de neutrons différents
- B) Les isomères dans un état métastable sont caractérisés par une période radioactive plus courte que les isomères dans un état excité
- C) Pour un nucléide donné : l'isomère à l'état fondamental a une masse inférieure à celle de l'isomère excité
- D) Lors de la transformation isomérique d'un nucléide excité, l'excès d'énergie est libéré soit par l'émission d'un photon gamma, soit par un phénomène de conversion interne
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 8 : Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) vraie(s) concernant la désintégration  $\beta^+$  ?**

- A) L'énergie disponible de la désintégration  $\beta^+$  est égale à la différence de masse des atomes père et fils
- B) Elle donne un spectre de raie d'origine nucléaire
- C) Lors de cette désintégration, un neutron se transforme en proton
- D) La désintégration  $\beta^+$  est possible seulement si l'énergie rendue disponible par la désintégration est supérieure au seuil énergétique donné par l'énergie de liaison d'un électron de la couche K avec le noyau
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 9 : Soit un générateur molybdène-technétium. A l'instant  $t=0$ , l'activité du  $^{99m}_{43}\text{Tc}$ , élément fils, est en équilibre avec celle du  $^{99}_{42}\text{Mo}$ , élément père, et est égale à 3840 MBq. Au bout de 268 heures, on effectue la séparation du père et du fils (élution du générateur). Sachant que la période radioactive du  $^{99}_{42}\text{Mo}$  est de 67h et que la période radioactive du  $^{99m}_{43}\text{Tc}$  est 6h, quelle est la radioactivité en MBq du  $^{99m}_{43}\text{Tc}$  18 heures après cette séparation ? On considère qu'à l'équilibre, l'activité du fils est égale à celle du père.**

- A) 480
- B) 240
- C) 220
- D) 30
- E) 0

**QCM 10 : Quel(s) est (sont) le (les) facteur(s) qui intervien(nen)t dans le calcul de la dose efficace ?**

- A) La dose absorbée
- B) Un facteur lié au transfert d'énergie linéique du rayonnement
- C) La période radioactive du rayonnement
- D) Un facteur lié à la radiosensibilité des tissus concernés
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 11 : Concernant la répartition de l'exposition moyenne de la population aux radiations ionisantes en France, quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) juste(s) :**

- A) L'irradiation naturelle représente 1 mSv
- B) L'irradiation industrielle et celle liée aux retombées des essais nucléaires représentent 15% de l'exposition totale
- C) L'irradiation médicale représente 5 % de l'exposition totale
- D) Le radon-222 participe de manière importante à l'irradiation d'origine tellurique
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

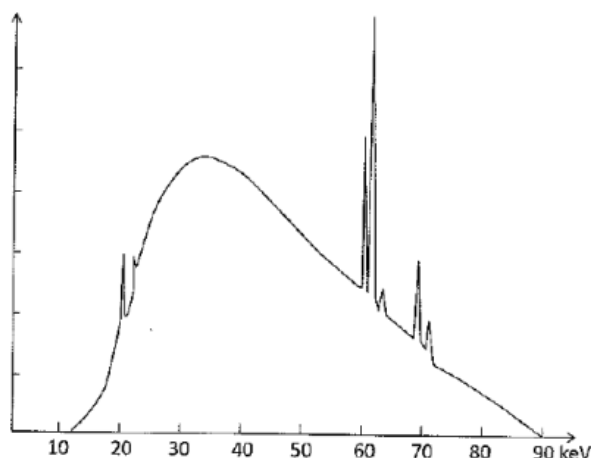
**QCM 1 : L'atome d'Yttrium ( $Z=39$ ) a une masse atomique égale à 88,905 g. Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?**

- A) La masse d'un atome d'Yttrium est égale à  $2 \cdot 10^{-6}$  g
- B) La masse d'un atome d'Yttrium est égale à 88,905 u
- C) La masse d'une mole d'atome d'Yttrium est égale à 88,905 g
- D) Le noyau d'Yttrium est composé de 50 neutrons
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 2 : Les énergies des électrons de l'atome de bore ( $Z=5$ ) sont (dans le modèle de Bohr) :  $W_K = -190$  eV et  $W_L = -10$  eV. Après une ionisation par expulsion d'un électron K d'un atome de bore, quel(s) est (sont) le (les) phénomène(s) que l'on peut observer ?**

- A) Un photon de fluorescence de 200 eV
- B) Un photon de fluorescence de 180 eV
- C) Un électron Auger d'énergie cinétique égale à 190 eV
- D) Un électron Auger d'énergie cinétique égale à 180 eV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 3 : Soit le spectre de rayons X ci-dessous.**



**Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?**

- A) Le tube qui l'a produit fonctionne sous une haute tension de 90 kV
- B) Si l'on augmente l'intensité du courant de chauffage, ce spectre reste inchangé
- C) La composante continue du spectre est liée à l'effet Compton au niveau de la cible
- D) La composante de raie est liée à l'émission d'électrons Auger
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 4 : Soit un échantillon incomplet de la table des nuclides.**

$^{176}_{70}\text{Yb}$	$^{177}_{71}\text{Lu}$	
X	Y	Z
		$^{176}_{72}\text{Hf}$

**Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) pour compléter les cases X, Y et Z ?**

- A)  $X = ^{175}_{69}\text{Yb}$
- B)  $Y = ^{176}_{71}\text{Yb}$
- C)  $Y = ^{176}_{72}\text{Lu}$
- D)  $Z = ^{178}_{72}\text{Hf}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 5 :** Soit l'atome de bore  $^{10}_5B$  dont la masse est égale à 10,01294 u. Quelle est l'énergie de liaison (en MeV) du noyau de bore ? On donne (en u) les masses de l'atome d'hydrogène = 1,00783 ; du proton = 1,00728 ; du neutron = 1,00866 ; de l'électron = 0,00055

- A) 0,07
- B) 64,75
- C) 92,62
- D) 253,76
- E) 621,87

**QCM 6 :** Pour un faisceau de photons mono énergétique de 100 keV, les couches de demi-atténuation sont égales à 4 cm pour l'eau et à 1,6 cm pour le verre. Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?

- A) Pour avoir une atténuation identique de ce faisceau de photons, il faut un écran d'une épaisseur d'eau quatre fois supérieure à celle d'un écran de verre
- B) Un écran d'une épaisseur de 2 cm d'eau laisse passer 50% du faisceau de photons
- C) Un écran d'une épaisseur de 16 cm d'eau laisse passer 25% du faisceau de photons
- D) Un écran d'une épaisseur de 16 cm de verre laisse passer moins d'un photon sur mille
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 7 :** Concernant l'exposition aux radiations ionisantes en France, quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?

- A) Le radon-222 participe de manière importante à l'irradiation naturelle d'origine tellurique
- B) L'exposition d'origine médicale représente 5% de l'exposition totale de la population
- C) Un examen diagnostique de type tomographie par ordinateur produit une exposition de l'ordre de 100 à 500 mSv
- D) La dose repère de l'irradiation naturelle est égale à 100 mSv
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

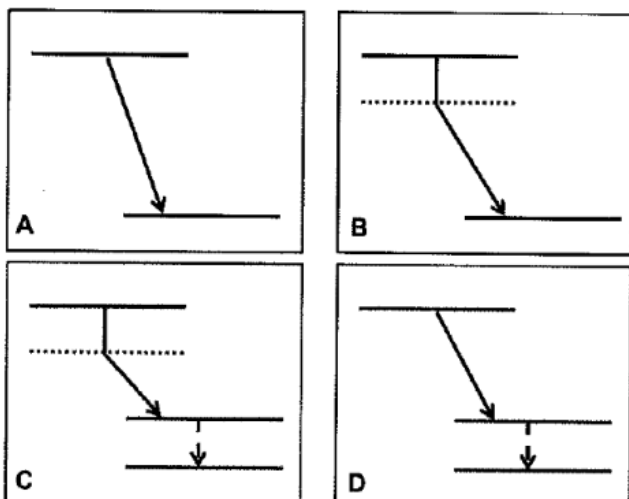
**QCM 8 :** Lors de l'accident de Tchernobyl, on sait que les pompiers qui sont intervenus pour maîtriser l'incendie ont été exposés à une dose efficace d'irradiation supérieure à 1000 mSv. Les populations voisines ont été exposées à des doses variables et en particulier à de l'iode-131. Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) concernant les suites de l'accident ?

- A) La conséquence essentielle pour les pompiers a été la survenue de nombreux cancers
- B) Certains pompiers ont présenté un syndrome aigu d'irradiation qui correspond à un effet déterministe
- C) Dans les régions voisines, on a constaté une augmentation du nombre de cancers de la thyroïde chez les enfants
- D) Il n'y a pas eu d'effet stochastique démontré
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 9 :** Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) concernant l'anti-neutrino?

- A) Son existence a été initialement proposée pour expliquer le spectre en énergie continu de l'émission  $\beta^+$
- B) Sa charge est nulle
- C) Sa masse est égale à celle de l'électron
- D) Il est extrêmement peu pénétrant
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 10 :** Soit un nucléide père  $^A_ZX$  qui, après transformation radioactive, donne  $^{Am}_{Z+1}Y$ . Quel est schéma de désintégration complet depuis le noyau père jusqu'au noyau fils stable ?



- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses



**QCM 11 :** Soit la transformation suivante :  ${}^{173}_{71}\text{Lu} + {}^0_{-1}e \rightarrow {}^{173}_{70}\text{Yb} + \nu$ . Quelle est l'énergie (en keV) du photon X émis si l'électron initial provient de la couche K de l'atome du  ${}^{173}_{71}\text{Lu}$  et que, par la suite, un électron de la couche M vient combler la place laissée vacante sur la couche K ? On donne :  $\mathcal{M}(173,71) = 172,9389 \text{ u}$  ;  $\mathcal{M}(173,70) = 172,9382 \text{ u}$  et les énergies de liaison des électrons :  $E_K({}^{173}_{71}\text{Lu}) = 63 \text{ keV}$  ;  $E_K({}^{173}_{70}\text{Yb}) = 61 \text{ keV}$  ;  $E_M({}^{173}_{71}\text{Lu})$  et  $E_M({}^{173}_{70}\text{Yb}) = 2 \text{ keV}$ .

- A) 652
- B) 589
- C) 591
- D) 61
- E) 59

**QCM 12 :** Sachant que l'iode  ${}^{131}_{53}\text{I}$  se transforme en Xénon métastable  ${}^{131m}_{54}\text{Xe}$  par émission  $\beta^-$  d'énergie maximale  $E = 606 \text{ keV}$ , puis émet secondairement un rayon  $\gamma$  de  $E = 325 \text{ keV}$  pour aboutir à l'élément fils stable  ${}^{131}_{54}\text{Xe}$ , quelle est la masse de l'atome de Xénon stable  ${}^{131}_{54}\text{Xe}$  exprimée en u ? On donne  $\mathcal{M}(131,53) = 130,9060 \text{ u}$  et  $1 \text{ u} = 931 \text{ MeV}$ .

- A) 130,9075
- B) 130,9065
- C) 130,9050
- D) 130,9034
- E) 130,9087

**QCM 13 :** Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) concernant la protonthérapie ?

- A) Un accélérateur linéaire permet la production du faisceau de proton
- B) La trajectoire du proton dans les tissus irradiés est rectiligne
- C) L'énergie cinétique du proton se dépose très majoritairement à la fin de son parcours dans le tissu : il s'agit du pic de Bragg
- D) Comparativement à la radiothérapie par photons X, la proton thérapie permet d'augmenter la dose délivrée à la tumeur tout en minimisant la dose délivrée aux tissus sains environnants
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 1 : Quelle(s) est (sont) la (les) réponse(s) exacte(s) à propos de la relation entre la masse et l'énergie ?**

- A) La masse est une forme d'énergie
- B) L'accélération relativiste transforme une partie de la masse en vitesse
- C) Une unité de masse atomique correspond à une énergie de 931 eV
- D) L'équivalent énergétique de la masse de l'électron est 511 keV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 2 : Un rayonnement électromagnétique mono-énergétique a un coefficient massique d'atténuation dans le plomb égal à  $0,063 \text{ cm}^2.\text{g}^{-1}$ . Quelle est, en centimètre(s), la couche de demi-atténuation de plomb correspondante ? On donne la masse volumique du plomb =  $11 \text{ g.cm}^{-3}$  et  $\ln(2) = 0,693$**

- A) 0,5
- B) 0,9
- C) 1
- D) 11
- E) 121

**QCM 3 : Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) concernant les interactions qui se produisent à l'anode d'un tube à rayons X ? Ce sont des interactions :**

- A) D'un flux de photons avec les atomes de l'anode
- B) Par effet photo-électrique
- C) Par freinage des photons incidents par les noyaux
- D) Par création de paires
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

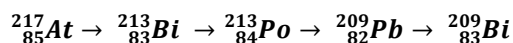
**QCM 4 : Un tube à rayons X est constitué d'une anode en Tungstène ( $Z = 74$ ) et fonctionne sous une haute tension de 90 kV. Les énergies de liaison des électrons du Tungstène sont (en keV et dans le modèle de Bohr) :  $W_K = 69$ ,  $W_L = 11$ ,  $W_M = 2$  et  $W_N = 0,5$ . Quelle(s) est (sont), en keV, la (les) valeur(s) de la (des) raie(s) X caractéristique(s) ci-dessous qui est (sont) théoriquement observable(s) ?**

- A) 55
- B) 58
- C) 60
- D) 65
- E) 69

**QCM 5 : Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) concernant les cassures simple brin de l'ADN provoquées par les rayonnements ionisants ?**

- A) Elles peuvent se faire par un effet direct des rayonnements
- B) Elles peuvent se faire par un effet indirect via des radicaux libres ou des espèces réactives de l'oxygène
- C) Elles ne peuvent pas être réparées
- D) Elles sont spécifiques des rayonnements ionisants
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 6 : Soit les désintégrations en chaîne de l'Astate  $^{217}_{85}\text{At}$  en Bismuth  $^{209}_{83}\text{Bi}$  :**



**Quelle(s) est (sont) la (les) transformation(s) par émission alpha ?**

- A)  $^{217}_{85}\text{At} \rightarrow ^{213}_{83}\text{Bi}$
- B)  $^{213}_{83}\text{Bi} \rightarrow ^{213}_{84}\text{Po}$
- C)  $^{213}_{84}\text{Po} \rightarrow ^{209}_{82}\text{Pb}$
- D)  $^{209}_{82}\text{Pb} \rightarrow ^{209}_{83}\text{Bi}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 7 : Concernant l'expérience de Rutherford, quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?**

- A) Une source émet un faisceau d'électrons en direction d'une feuille d'or
- B) Une couronne de détecteurs est placée autour de la feuille d'or
- C) Mr Rutherford a observé que la majorité des électrons rebondissent sur la feuille d'or
- D) Suite à cette expérience, Mr Rutherford a proposé un modèle dit « planétaire » pour la structure de l'atome
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 8 : Concernant la technique de curiethérapie, quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?**

- A) Elle utilise des sources radioactives non scellées, injectées par voie intraveineuse
- B) Elle permet une irradiation localisée de la tumeur
- C) L'Iridium 192, un émetteur de rayons gamma, est utilisé pour la curiethérapie
- D) L'Iode 131, un émetteur de rayons X, est utilisé pour la curiethérapie
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 9 : L'Azote-13 ( $^{13}_7\text{N}$ ) se transforme en Carbone-13 ( $^{13}_6\text{C}$ ). Leurs masses atomiques respectives sont  $M(^{13}_7\text{N}) = 13,0057 \text{ u}$  et  $M(^{13}_6\text{C}) = 13,0033 \text{ u}$ . Concernant cette désintégration radioactive et ses conséquences, quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ? On donne  $1 \text{ u} = 931 \text{ MeV}$ .**

- A) Cette désintégration peut être une émission  $\beta^+$
- B) Cette désintégration peut être une capture électronique
- C) On peut observer une émission de photons de 511 keV
- D) On peut observer des photons de fluorescence du  $^{13}_6\text{C}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 10 : On reçoit, au temps  $t=0$ , un générateur Rubidium-81 ( $^{81}\text{Rb}$ ) – Krypton-81m ( $^{81\text{m}}\text{Kr}$ ) à l'équilibre avec une activité de 900 MBq de  $^{81}\text{Rb}$ . Au bout de 6 heures, on effectue la séparation du  $^{81}\text{Rb}$  et du  $^{81\text{m}}\text{Kr}$  (élution du générateur). Quelle est l'activité (en MBq) de  $^{81\text{m}}\text{Kr}$  obtenue lors de cette élution, sachant que la période radioactive du  $^{81}\text{Rb}$  (élément père) est de 4,58 heures et celle du  $^{81\text{m}}\text{Kr}$  (élément fils) est de 13 secondes ?**

- A) 13
- B) 222
- C) 363
- D) 546
- E) 879

**QCM 11 : Concernant l'utilisation du radiotraceur  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  - biphosphonate en imagerie médicale, quelle(s) est(sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?**

- A) Le biphosphonate est le vecteur de ce radiotraceur
- B) Le  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  émet un photon gamma par transformation isomérique
- C) Les photons gamma sont détectables à l'extérieur du corps humain par une caméra
- D) L'image obtenue après injection de ce radiotraceur permet de visualiser le tissu thyroïdien
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 12 : Suite à la catastrophe de Tchernobyl, on a trouvé dans le parc du Mercantour une zone contaminée par un radioélément produisant une activité de  $100 \text{ kBq/m}^2$  et dont la période radioactive est de 2000 heures. Quel est le nombre approximatif de noyaux radioactifs par  $\text{m}^2$  qui produit cette radioactivité de  $100 \text{ kBq/m}^2$  ?**

- A) 104
- B) 3,106
- C) 3,107
- D) 3,108
- E) 1012

**QCM 1 : Concernant l'histoire de la découverte du noyau atomique et des électrons, quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?**

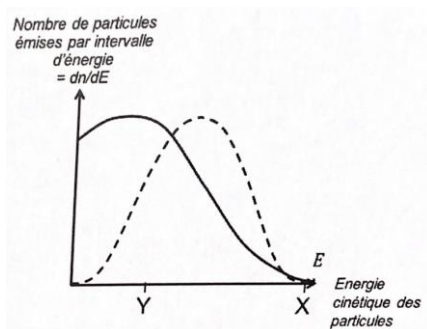
- A) Aristote fait l'hypothèse que la matière est composée de particules élémentaires indivisibles qu'il nomme atome
- B) Thomson découvre l'existence de l'électron
- C) Dalton fait l'hypothèse que les électrons sont répartis dans l'atome tels des inclusions de charge négative dans une « soupe » de charge positive
- D) Dans le modèle de Rutherford, les électrons ne peuvent circuler que sur des orbites quantifiées d'énergie
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 2 : Quelle est approximativement l'énergie de liaison par nucléon (en MeV) du nucléide  ${}^6_3\text{X}$  dont la masse du noyau est de 6,028 u ?**

**Données :** masse du neutron isolé ( $m_n$ ) = 1,009 u ; masse du proton isolé ( $m_p$ ) = 1,007 u ;  $1\text{u} = 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$  ;  $1\text{u} = 931 \text{ MeV}$ .

- A) 30,3
- B) 19,8
- C) 18,62
- D) 9,1
- E) 3,1

**QCM 3 : Concernant ce schéma issu du cours sur les transformations isobariques  $\beta^-$ , quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?**



- A) Il représente des spectres électromagnétiques
- B) La valeur Y correspond à l'énergie moyenne des particules émises
- C) La courbe en pointillée correspond au spectre théorique des particules émises
- D) La différence entre la courbe en continue et celle en pointillée est expliquée par les forces coulombiennes
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 4 : Soit un nucléide X se transformant en un nucléide  ${}^m\text{Y}$  par capture électronique K, puis subissant une désexcitation par émission gamma pour aboutir à l'élément fils stable Y. Lors de ces 2 transformations successives, que peut-on observer ?**

**Données :**  $M(\text{X}) = 11,0114\text{u}$  ;  $M({}^m\text{Y}) = 11,0095\text{u}$  ;  $M(\text{Y}) = 11,0093\text{u}$  ;  $1\text{u} = 931 \text{ MeV}$

**Les énergies de liaison des électrons sont :**  $E_K(\text{X}) = 490 \text{ eV}$  ;  $E_L(\text{X}) = 65 \text{ eV}$  ;  $E_K({}^m\text{Y}) = 340 \text{ eV}$  ;  $E_L({}^m\text{Y}) = 38 \text{ eV}$  ;  $E_K(\text{Y}) = 340 \text{ eV}$  ;  $E_L(\text{Y}) = 38 \text{ eV}$

- A) Un rayonnement électromagnétique de 186,2 keV
- B) Un rayonnement électromagnétique de 425 eV
- C) Un électron avec une énergie cinétique de 264 eV
- D) Un électron avec une énergie cinétique de 302 eV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 5 : Pour un examen de médecine nucléaire, on mélange une source radioactive A de 160 MBq et de période radioactive  $T_A = 6$  heures avec une source radioactive B de 360 MBq et de période radioactive  $T_B = 12$  heures. Quelle est, en MBq, l'activité totale de ce mélange 24 heures après sa préparation ?**

- A) 10
- B) 32
- C) 90
- D) 100
- E) 130

**QCM 6 : Concernant le principe de fractionnement dans le temps de l'irradiation d'une tumeur, quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?**

- A) La dose totale délivrée est égale à la dose délivrée par séance multipliée par le nombre de séances que divise l'intervalle de temps  $t$  entre 2 séances
- B) Cette irradiation fractionnée repose sur le principe qu'entre 2 séances d'irradiation, les cellules tumorales restaurent leurs lésions d'ADN plus rapidement que les cellules saines
- C) Entre 2 séances d'irradiation, la diminution du volume tumoral permet sa meilleure oxygénation, ce qui majore l'effet biologique des radiations ionisantes de la séance d'irradiation suivante
- D) La restauration cellulaire et la repopulation tissulaire entre chaque séance d'irradiation permet de diminuer la dose délivrée à la tumeur pour sa destruction totale
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 7 : L'iode naturelle stable ( $Z = 53$ ) a une masse atomique égale à 126,904 g. Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?**

- A) Il s'agit de l'iode-126 (nombre de masse  $A = 126$ )
- B) La masse d'un atome d'iode naturel est égale à 126,904 u
- C) La masse d'une mole d'atome d'iode naturel est égale à 126,904 g
- D) Le noyau de cet atome est composé de 74 neutrons
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 8 : Les énergies des électrons de l'atome de carbone ( $Z = 6$ ) sont égales, dans le modèle de Bohr, à -284 eV pour la couche K et -18 eV pour la couche L. Quelle(s) est (sont) l'(les) émission(s) que l'on peut observer après une ionisation par expulsion d'un électron de la couche K de cet atome ?**

- A) Un photon de fluorescence de 18 eV
- B) Un photon de fluorescence de 266 eV
- C) Un photon de fluorescence de 284 eV
- D) Un électron Auger d'énergie cinétique égale à 248 eV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 9 : Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) concernant l'effet photo-électrique ?**

- A) Il s'agit de l'un des mécanismes d'interaction des électrons avec la matière
- B) Lors de cette interaction, une partie de l'énergie est diffusée
- C) Il produit un photon qui emporte une partie de l'énergie
- D) Cet effet n'est possible que lorsque l'énergie incidente est supérieure ou égale à 1,022 MeV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 10 :**

**Un spectre de rayons X associe une composante continue est des raies  
PARCE QUE**

**Les rayons X sont produits à la fois par freinage et par collisions des électrons dans la matière**

- A) Les deux assertions sont vraies et ont une relation de cause à effet
- B) Les deux assertions sont vraies et n'ont pas une relation de cause à effet
- C) La première assertion est vraie, mais la deuxième est fausse
- D) La première assertion est fausse, mais la deuxième est vraie
- E) Les deux assertions sont fausses

**QCM 11 : Le bore-12 ( $^{12}_5B$ ) est radioactif et se transforme en carbone-12 stable ( $^{12}_6C$ ). Quelle est la masse d'un atome de bore-12 en unité de masse atomique ?**

- A) 11,037
- B) 11,728
- C) 11,980
- D) 12,000
- E) 12,014

**QCM 12 : Lors de l'irradiation d'une cellule, quelle(s) est (sont) la (les) conséquence(s) possible(s) ?**

- A) Mort cellulaire immédiate
- B) Réparation *ad integrum*
- C) Mutation
- D) Mort différée
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 13 : Un sujet est exposé à une dose de 2 milliSieverts de rayonnement radioactif au cours d'une année. Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) concernant cette dose reçue ?**

- A) Il s'agit de la mesure de la dose absorbée de rayonnement quantifiant l'énergie déposée
- B) C'est une dose supérieure au seuil des faibles doses
- C) C'est une dose supérieure à la radio-exposition moyenne en France
- D) C'est une dose pouvant provoquer des effets déterministes
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 14 : Pour effectuer une scintigraphie thyroïdienne, on injecte à un patient 2,8 MBq d'iode-123 (période radioactive  $T = 13\text{h}$ ). Quel est le nombre d'atomes d'iode-123 injectés ?**

**Données :  $\ln(2) = 0,7$**

- A)  $179 \cdot 10^3$
- B)  $215 \cdot 10^3$
- C)  $52 \cdot 10^6$
- D)  $1872 \cdot 10^8$
- E)  $6429 \cdot 10^{12}$

**QCM 1 : Le lutétium ( $Z = 71$ ) a une masse atomique de 174,96 g. Quelle(s) est (sont) la (les) réponse(s) exacte(s) à son propos ?**

- A) Il s'agit du lutétium-174 (nombre de masse  $A = 174$ )
- B) La masse d'un atome du lutétium est égale à 174,96 g
- C) La masse d'une mole d'atomes de lutétium est égale à 174,96 unités de masse atomique
- D) Le noyau du lutétium contient 174 neutrons
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 2 : Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) à propos d'une onde électromagnétique monochromatique ?**

- A) Elle se propage dans le vide à une vitesse indépendante de sa longueur d'onde
- B) Elle est composée de photons d'énergie notée  $E = h\nu$
- C) Elle est composée de photons d'énergie notée  $E = \frac{hc}{\lambda}$
- D) Elle est composée de photons d'énergie notée  $E = \frac{1240}{\lambda}$  si  $E$  est exprimée en eV et  $\lambda$  en nanomètres
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 3 : La couche de demi-atténuation (CDA) des photons de 511 keV est égale à 0,4 cm pour le plomb et à 5 cm pour le béton. Quelle(s) est (sont) l'(les) épaisseur(s) de plomb et/ou de béton permettant de ne laisser passer que 6,25% d'un flux de tels photons ?**

- A) 1,6 cm de plomb
- B) 4 cm de plomb
- C) La superposition de 0,4 cm de plomb et de 5 cm de béton
- D) 10 cm de béton
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 4 : Un atome fait l'objet d'un effet photo-électrique. Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?**

- A) Il s'agit de l'effet de l'interaction d'un électron avec la matière
- B) Il y a un transfert total de l'énergie du rayonnement incident à la matière
- C) Un électron est expulsé de l'atome
- D) L'atome subit ensuite un ou des réarrangements électroniques
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 5 : Un tube à rayons X est constitué d'une anode en tungstène ( $Z = 74$ ) et fonctionne sous une haute tension de 100 kV. Les énergies de liaison des électrons du tungstène sont (en keV et dans le modèle de Bohr) :  $W_K = 69$ ,  $W_L = 11$ ,  $W_M = 2$  et  $W_N = 0,5$ . Quelle(s) est (sont), en keV, la (les) valeur(s) de la (des) raie(s) X caractéristique(s) ci-dessous qui est (sont) théoriquement observable(s) ?**

- A) 9
- B) 12
- C) 45
- D) 58
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 6 : Le radon-222  $^{222}_{86}\text{Rn}$  est un gaz qui se transforme en polonium-218  $^{218}_{84}\text{Po}$  avec une période de 3,8 jours. Quelle(s) est (sont) la (les) réponse(s) exacte(s) à son propos ?**

- A) Il s'agit d'une transformation bêta plus
- B) Cette transformation produit une radiation non ionisante
- C) Le radon-222 induit un risque significatif d'irradiation externe
- D) Le radon-222 ne participe pas à l'irradiation naturelle du fait de sa période
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 7 : Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) à propos des effets déterministes et stochastiques des radiations ionisantes ?**

- A) Les effets déterministes ne peuvent s'observer qu'à partir d'une certaine dose reçue
- B) Les mutations pouvant conduire à un cancer sont des effets déterministes
- C) Les effets stochastiques sont liés aux effets cellulaires « tout ou rien » (mort cellulaire ou réparation *ad integrum*)
- D) Les phénomènes de brûlures radio-induites sont des effets stochastiques
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 8 :** Par bombardement d'une cible enrichie en oxygène-18, avec un faisceau de particules, on obtient du fluor-18. Le fluor-18 ( $M(^{18}_9F) = 18,00094 \text{ u}$ ) se désintègre en oxygène-18 ( $M(^{18}_8O) = 17,99916 \text{ u}$ ) par l'émission d'un positon. Quelle est, approximativement et en keV, l'énergie cinétique maximale du positon émis ?  
**Données :** 1u correspond à une énergie de 931 MeV/c<sup>2</sup>

- A) 1,66
- B) 635
- C) 1657
- D) 1823
- E) 1285

**QCM 9 :** Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?

- A) Deux nucléides isomères ont le même nombre de protons mais un nombre de neutrons différents
- B) Les isomères dans un état métastable sont caractérisés par une période radioactive plus courte que les isomères dans un état excité
- C) Pour un nucléide donné, l'isomère à l'état fondamental a une masse inférieure à celle de l'isomère excité
- D) Lors de la transformation isomérique du nucléide  $^A_ZX$ , l'excès d'énergie est libéré soit par l'émission d'un photon  $\gamma$ , soit par un phénomène de capture électronique
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 10 :** Concernant les particules composant les atomes, quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?

- A) Le proton est une particule chargée
- B) Le neutron a une masse légèrement supérieure à celle du proton
- C) Le neutron est stable en dehors du noyau
- D) L'électron a une masse égale à 1 unité de masse atomique
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 11 :** Concernant l'électron Auger, quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?

- A) Après un parcours dans le tissu, il subit une annihilation avec un autre électron du milieu
- B) L'émission d'un électron Auger concerne uniquement les électrons les plus proches du noyau
- C) Le spectre énergétique de l'électron Auger est continu
- D) L'électron Auger est émis après l'absorption d'un photon par le noyau de l'atome
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 12 :** Concernant la radiothérapie stéréotaxique robotisée, quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?

- A) C'est une technique d'irradiation de haute précision
- B) C'est une technique adaptée pour les lésions de grand volume (> 3 cm)
- C) C'est une technique non adaptée pour le traitement des lésions cérébrales
- D) L'irradiation se fait avec 4 à 6 orientations différentes d'un faisceau parallèle
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 13 :** Pour un examen de médecine nucléaire, on prépare un mélange de 160 MBq de  $^{99m}\text{Tc}$  de période radioactive  $T_1 = 6$  heures et de 100 MBq de  $^{18}\text{F}$  de période radioactive  $T_2 = 2$  heures. Quelle est, en MBq, l'activité totale de ce mélange 24 heures après sa préparation ?

- A) 0
- B) 10
- C) 20
- D) 21
- E) 40



**QCM 1 : Le sodium stable ( ${}_{11}\text{Na}$ ) a une masse atomique de 22,989 g. Quelle(s) est (sont) la (les) réponse(s) exacte(s) ?**

- A) Le noyau de ce sodium est composé de 22 nucléons
- B) Le nombre de masse de cet élément est 22
- C) Le noyau de ce sodium contient 11 protons
- D) Une mole d'atomes de sodium stable a une masse de 22,989 g
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 2 : Quelle est l'énergie (en eV) des électrons de la couche L (modèle de Bohr) de l'oxygène ( $Z = 8$ ) sachant que la constante d'écran correspondante est égale à 6 ?**

- A) - 6,8
- B) - 13,6
- C) - 27,2
- D) - 0,50
- E) - 54,4

**QCM 3 :**

**La masse d'un noyau constitué est inférieure à la somme des masses de ses nucléons  
PARCE QUE  
Le défaut de masse correspond à l'énergie de liaison des nucléons entre eux**

- A) Les deux assertions sont vraies et ont une relation de cause à effet
- B) Les deux assertions sont vraies et n'ont pas une relation de cause à effet
- C) La première assertion est vraie, mais la deuxième est fausse
- D) La première assertion est fausse, mais la deuxième est vraie
- E) Les deux assertions sont fausses

**QCM 4 : Les énergies des électrons de l'atome de carbone ( $Z = 6$ ) sont (dans le modèle de Bohr) :  $W_K = -280$  eV et  $W_L = -10$  eV. Après une ionisation par expulsion d'un électron K d'un atome de carbone, quel(s) est (sont) le (les) phénomène(s) que l'on peut observer ?**

- A) Un photon de fluorescence de 280 eV
- B) Un photon de fluorescence de 250 eV
- C) Un photon X de freinage
- D) Un électron Auger
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 5 : Quelle(s) est (sont) la (les) réponse(s) juste(s) à propos de la production des rayons X ?**

- A) Ils sont produits par l'interaction au niveau de l'anode d'électrons accélérés par le tube
- B) Ils sont produits par un phénomène photo-électrique
- C) Le spectre des rayons X produits a une composante de raies
- D) Le spectre des rayons X produits a une composante continue
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 6 : Le radon-222 ( ${}^{222}_{86}\text{Rn}$ ) est le résultat d'une transformation  $\alpha$  à partir d'un noyau père X ou d'une transformation  $\beta$  moins à partir d'un noyau père Y. Quels sont les noyaux X et Y pères ?**

- A)  ${}^{226}_{86}\text{X}$  et  ${}^{222}_{85}\text{Y}$
- B)  ${}^{226}_{88}\text{X}$  et  ${}^{222}_{87}\text{Y}$
- C)  ${}^{224}_{88}\text{X}$  et  ${}^{223}_{85}\text{Y}$
- D)  ${}^{224}_{86}\text{X}$  et  ${}^{223}_{87}\text{Y}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 7 : Le gallium-68 ( ${}^{68}_{31}\text{Ga}$ ) se transforme en zinc-68 ( ${}^{68}_{30}\text{Zn}$ ). Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?**

*On donne leurs masses atomiques en u :  $\mathcal{M}(68,31) = 67,9280$  et  $\mathcal{M}(68,30) = 67,9248$ .*

*On donne l'équivalence masse-énergie correspondant à 1u : 930 MeV.*

*On donne les énergies de liaison de leurs électrons (en keV et dans le modèle de Bohr) :  $W_K(68,31) = 10$  ;  $W_L(68,31) = 1,3$  ;  $W_M(68,31) = 0,1$  pour le  ${}^{68}_{31}\text{Ga}$  et  $W_K(68,30) = 9$  ;  $W_L(68,30) = 1$  ;  $W_M(68,30) = 0,08$  pour le  ${}^{68}_{30}\text{Zn}$ .*

- A) Cette transformation peut entraîner une émission  $\beta$  plus
- B) Cette transformation peut entraîner une capture électronique
- C) Cette transformation peut entraîner une émission d'un photon de 8 keV
- D) Cette transformation peut entraîner une émission d'un photon de 8,7 keV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 8 :** Quelle est, approximativement et en Joules, l'énergie libérée par la fusion de deux atomes de deutérium en un atome d'Hélium ?

*On donne leurs masses atomiques en u :  $M(2,1) = 2,0141$  et  $M(4,2) = 4,0026$ .*

*On donne l'équivalence masse-énergie correspondant à 1u : 930 MeV.*

*On donne  $1\text{eV} = 1,6 \times 10^{-19}$  Joules.*

- A)  $38,1 \cdot 10^{-13}$
- B)  $25,6 \cdot 10^{-3}$
- C)  $12,7 \cdot 10^3$
- D)  $23,8 \cdot 10^6$
- E)  $1,36 \cdot 10^{26}$

**QCM 9 :** Dix-huit heures après l'élution d'un générateur de Molybdène-99, une fiole de  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  a une activité de 30 MBq. Quelle était, en MBq, son activité 6 heures après cette même élution ?

*On donne la période du  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  qui est de 6 heures.*

- A) 15
- B) 60
- C) 90
- D) 120
- E) 240

**QCM 10 :** Concernant l'utilisation médicale des biphosphonates marqués au  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ , quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?

- A) Le  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  est le vecteur du couple  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -biphosphonates
- B) Le  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  est un nucléide stable
- C) Le  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  émet des électrons détectables par imagerie gamma
- D) L'injection de  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -biphosphonates permet la réalisation d'une scintigraphie cardiaque
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 11 :** Quel(s) type(s) de rayonnement(s) ou de particule(s) peut (peuvent) être utilisé(s) pour la radiothérapie externe transcutanée ?

- A) Les photons X
- B) Les micro-ondes
- C) Les électrons
- D) Les protons
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 12 :** A propos des forces nucléaires, quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?

- A) L'interaction forte entre les nucléons s'exerce à grande distance (de l'ordre du micromètre)
- B) L'interaction faible entre nucléons n'a pas de rôle propre lors des transformations radioactives
- C) La force électrostatique, de type coulombien, est non spécifique au noyau
- D) La force électrostatique est une force attractive entre les nucléons
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 13 :** Un sujet a été exposé à une irradiation accidentelle. On veut donner une valeur de la dose reçue qui tienne compte de la dangerosité du rayonnement et de la sensibilité des tissus irradiés. Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) à propos de cette valeur ?

- A) On donne la dose équivalente
- B) On donne la dose efficace
- C) On l'exprime en grays
- D) On l'exprime en sieverts
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 14 :** Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) juste(s) à propos de la réparation des lésions radio-induites de l'ADN ?

- A) Aucune réparation n'est possible
- B) La réparation est plus facile en cas de rupture double brin que simple brin
- C) Il n'y a pas d'alternative au tout ou rien : soit la lésion est totalement réparée, soit il y a mort cellulaire
- D) A lésion égale, la réparation est plus difficile si elle est induite par des radiations ionisantes que par d'autres causes
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 15 : Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) juste(s) à propos du gaz radioactif Radon-222 ?**

- A) C'est un polluant d'origine industrielle
- B) Il intervient de façon mineure (<5% dans les régions les plus exposées) dans l'irradiation moyenne annuelle du public
- C) Il produit essentiellement une irradiation externe
- D) L'interposition d'écrans est un des moyens de s'en protéger
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses