

## Annales 2012-2021

Sujet 2012 :

**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).**

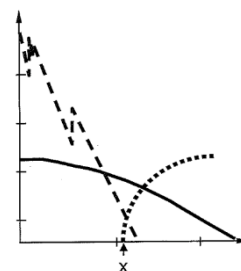
- A) La longueur d'onde des rayons X est inférieure à celle des REM visibles
- B) La fréquence des rayons X est supérieure à celle des REM visibles
- C) L'énergie des rayons X est supérieure à celle des REM visibles
- D) La vitesse de propagation dans le vide des rayons X est supérieure à celle des REM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



**QCM 5 : Dans un tube à RX, 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  $\varphi$
- 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 ?**

- 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 :  $M(64,29) = 63,92976$  et  $M(64,28) = 63,92796$ . 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 :  $M(177,71) = 176,9437$  et  $M(177,72) = 176,9432$ .**

- 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 :  ${}^{124}_{53}\text{I}$   $\mathcal{M}(124, 53) = 123,9062$  ;  $\mathcal{M}(124^*, 52) = 123,9031$  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

**Correction 2012 :**

**QCM 1 : ACD**

- A) Vrai
- B) Faux :  $A=127$ , on arrondit à l'entier supérieur
- C) Vrai : à l'état fondamental le nombre d'électron est égal au nombre de proton  $Z$
- D) Vrai :  $127-53=74$
- E) Faux

**QCM 2 : ABC**

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Vrai : énergie et fréquence sont proportionnelles
- D) Faux : les OEM se propagent toutes à la célérité de la lumière
- E) Faux

**QCM 3 : ACD**

- A) Vrai : correspond au comblement direct de la couche k par un électron libre
- B) Faux :
- C) Vrai : correspond au comblement de la couche K par un électron de la couche L, soit  $W_K - W_L = 1070 - 40 = 1030 \text{ eV}$
- D) Vrai : correspond au comblement de la couche L par un électron de la couche M, soit  $W_L - W_M = 40 - 10 = 30 \text{ eV}$
- E) Faux

**QCM 4 : B**

- A) Faux : l'axe des abscisses représente l'énergie  $h\nu$
- B) Vrai
- C) Faux : la courbe en trait plein correspond à la création de paire
- D) Faux : la valeur de l'abscisse X (fléchée) est de 1,022 MeV
- E) Faux

**QCM 5 : ACD**

- A) Vrai
- B) Faux : il faut changer la cible !
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 6 : C**

- A) Faux
- B) Faux
- C) Vrai : je vous mets la correction de 2012 mais entre temps j'ai l'impression que la méthode de résolution a bien changé (j'ai demandé aux profs j'attends la réponse). Cependant même en faisant la nouvelle méthode, la réponse la plus proche est toujours la C  
Le défaut de masse du noyau vaut :  
$$\Delta M = Zm_e + Zm_p + (A - Z)m_n - \mathcal{M}(A, Z) = 4 * 0,00055 + 4 * 1,00728 + 6 * 1,00866 - 10,01242$$
$$\Delta M = 0,0022 + 4,02912 + 6,05196 - 10,01242 = 10,08328 - 10,01242 = 0,07086 \text{ u}$$
L'énergie de liaison du noyau vaut donc  $E_L = 0,07086 * 931,5 < 0,07086 * 1000 = 70,86 \text{ MeV}$   
En tenant compte des approximations effectuées on retiendra que  $E_L = 66,0 \text{ MeV}$
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 7 : C**

- A) Faux :  $A' = A - 4 = 223 - 4 = 219$ ,  $Z' = Z - 2 = 88 - 2 = 86$   
 B) Faux :  $A'' = A' - 4 = 219 - 4 = 215$ ,  $Z'' = Z' - 2 = 86 - 2 = 84$   
 C) Vrai :  $A''' = A'' - 4 = 215 - 4 = 211$ ,  $Z''' = Z'' - 2 = 84 - 2 = 82$   
 D) Faux  
 E) Faux

**QCM 8 : BC**

- A) Faux : on a un gain de neutron (perte de proton) donc ça ne peut pas être un beta -  
 B) Vrai : perte de proton donc possibilité,  $M(\text{père}) - M(\text{fils}) = M(\text{Cu}) - M(\text{Ni}) = 0,0018 > 2m_e$  donc le seuil est atteint  
 C) Vrai : perte de proton donc CE toujours possible  
 D) Faux : changement d'atome donc pas de transformation isomérique  
 E) Faux

**QCM 9 : A**

- A) Vrai : gain de proton donc bêta -  
 B) Faux  
 C) Faux  
 D) Faux : si on calcule l'énergie disponible on trouve 0,5 MeV (en multipliant par 1000 donc encore moins pour la vraie valeur)  
 E) Faux

**QCM 10 : ABD**

- A) Vrai : on a émission d'un positon qui va s'annihiler et produire 2 photons de 511 keV chacun  
 B) Vrai : on calcule le défaut de masse :  ${}^{124}_{52}\text{Te}(123,9031) - {}^{124}_{52}\text{Te}(123,9027) = 0,0004$   
 $E = 0,0004 * 931,5 = 372,6 \text{ keV}$   
 C) Faux  
 D) Vrai : défaut de masse :  ${}^{124}_{53}\text{I} - {}^{124}_{52}\text{Te} - 2m_e = 123,9062 - 123,9031 - 0,0011 = 0,002$   
 $E = 0,002 * 931,5 = 1,86 \text{ MeV}$   
 E) Faux

**QCM 11 : BC**

- A) Faux : pas administrée donc on compte les périodes physiques donc ici 2 périodes physique donc on divise 2 fois par 2 donc 80 MBq  
 B) Vrai :  $\frac{1}{T_{eff}} = \frac{(T_{Bio} + T_{phy})}{(T_{Bio} * T_{phy})} = \frac{4+6}{4*6} = \frac{10}{24}$  donc  $T_{eff} = \frac{24}{10} = 2,4 \text{ heures}$  donc ici on a 5 périodes on divise 5 fois par 2 donc 10 MBq  
 C) Vrai : pas administrée donc on compte les périodes physiques donc ici 5 périodes physique donc on divise 5 fois par 2 donc 10 MBq  
 D) Faux : pas administrée donc on compte les périodes physiques donc ici 5 périodes physique donc on divise 5 fois par 2 donc 10 MBq  
 E) Faux

**QCM 12 : C**

- A) Faux : le becquerel (Bq) est le nb de noyaux radioactifs qui se désintègrent/s  
 B) Faux : le sievert (Sv) est une unité de dose équivalente  
 C) Vrai  
 D) Faux : la dose repère d'irradiation moyenne naturelle en France est 2,4 mSv  
 E) Faux

**Sujet 2013 :**

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

- A) L'énergie des RE 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 RE ultra-violets est inférieure à celle des rayons X
- D) L'énergie des ondes radio est supérieure à celle des RE 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

### Correction 2013 :

**QCM 1 : AC**

**QCM 2 : B**

- A) Faux  
B) Vrai : l'électron doit faire le chemin inverse (passer de la couche L à la couche K) et expulser un électron de la couche L. Donc  $WK - WL = 188 - 7,3 = 180,7 - WL = 173,4 \text{ eV}$   
C) Faux  
D) Faux  
E) Faux

**QCM 3 : E**

- A) Faux : il n'y a pas de substance dans le tube  
B) Faux : la cathode est chauffée par un courant électrique  
C) Faux : la cathode émet des électrons vers l'anode  
D) Faux : on utilise une anode tournante pour mieux répartir la chaleur  
E) Faux

**QCM 4 : BC**

- A) Faux : dépend uniquement du changement de la cible  
B) Vrai  
C) Vrai  
D) Faux : le rendement ne dépend pas du milliampérage  
E) Faux

**QCM 5 : E**

$A=10, Z=5, N=5$

$\Delta M = Z m_p + Z m_e + N m_n - m(\text{Bore}) = 5 \times 1,00728 + 5 \times 0,00055 + 5 \times 1,00866 - 10,01294$

$\Delta M = 10,0728/2 + 0,0055/2 + 10,0866/2 - 10,01294$

$\Delta M = 5,0364 + 0,00275 + 5,0433 - 10,01294$

$\Delta M = 0,06951 \text{ u}$

$E = 0,06951 \times 931,6 = 64,7 \text{ MeV}$  ( $0,06951 \times 1000 = 69 \diamond$  donc valeur inférieure = 64)

L'ancien prof comptait les électrons dans la formule mais ce n'est plus le cas dans tous les cas c'est toujours le résultat assez proche

**QCM 6 : ABC**

- A) Vrai :  $\Delta M = M_{\text{père}} - M_{\text{fils}} - M_{\alpha} = 6 \times 10^{-3} \text{ u}$
- B) Vrai :  $E = \Delta M \cdot 931,5 = 5,589 \text{ MeV}$
- C) Vrai : cours
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 7 : C**

- A) Faux : perte de proton
- B) Faux :  $M(\text{père}) - M(\text{fils}) < 2 \text{ me}$  donc réaction  $\beta^+$  impossible
- C) Vrai : perte de proton
- D) Faux : il y a un changement d'élément
- E) Faux

**QCM 8 : A**

- A) Vrai :  $\Delta M = M(\text{carbone}) - M(\text{azote})$   
 $M(\text{carbone}) = \Delta M + M(\text{azote})$   
 $\Delta M = 9,771/931,5 = 0,0105 \text{ u}$   
 $M(\text{carbone}) = 0,01 + 15,0001 = 15,0106 \text{ u}$
- B) Faux
- C) Faux
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 9 : A**

- A) Vrai : pour le radioisotope A, on a 4 périodes radioactive donc l'activité est divisée 4 fois par 2, soit 10 MBq ! Pour le radioisotope B, on a 2 périodes radioactives donc l'activité est divisée 2 fois par 2, soit 90 MBq ! La somme des deux est donc de 100 MBq !
- B) Faux
- C) Faux
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 10 : ABCD**

**Annales 2014**

**QCM 1 : Donnez-la ou les propositions justes :**

- A) Une particule  $\alpha$  n'est pas autre chose que le noyau de l'isotope de l'hélium 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 : Donnez-la ou les propositions justes :**

- 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 :

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 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 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 C (15,6), suite à une émission bêta moins d'énergie maximale de 9,771 MeV, se désintègre en azote N (15,7). Quelle est la masse réelle de l'atome de carbone C (15,6) exprimée en u ? On donne la masse atomique de l'azote N (15,7) égale à : 15,0001 u.

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

**QCM 8 :** Donnez-la ou les propositions justes. 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 u ; Te (123,52) = 122,9046 u. Et les énergies de liaison des électrons :  $W_K(123,53) = 33 \text{ keV}$   $W_K(123,52) = 31 \text{ keV}$   $W_L(123,52) = 4 \text{ keV}$   
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 18FDG. Sachant que le fluor 18 a une période physique  $T = 110 \text{ min}$ , quelle sera l'activité du fluor au moment de l'examen réalisé 2h après ?

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

**QCM 10 :** Donnez-la ou les propositions justes :

- 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

**Correction 2014**

**QCM 1 : BC**

- A) Faux : He(4,2)
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Faux : le neutron est instable
- E) Faux

**QCM 2 : C**

- A) Faux : Les photons X présentent un maximum d'ionisation en début de parcours dans la matière
- B) Faux : les photons ont un caractère d'interaction probabiliste
- C) Vrai
- D) Faux : il n'existe une application médicale des protons (prothérapie)
- E) Faux

**QCM 3 : A**

$$E = W_L - W_M = \frac{-13,6}{2^2} - \frac{-13,6}{3^2} = -13,6 \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right) = 1,9 \text{ eV}$$
$$\lambda = \frac{1240}{E} \approx \frac{1240}{2} \approx 620 \text{ nm}$$

**QCM 4 : ABCD**

**QCM 5 : A(B)CD**

- A) Vrai
- B) Vrai/Faux : alors avant on en avait 3 (on comptait le modèle mixte) mais aujourd'hui le prof n'en parle plus
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 6 : B**

- A) Faux
- B) Vrai : Soit on résout de façon habituelle mais ici même pas besoin de calculer : on calcule à partir des valeurs données l'E/A en divisant par 10 (car le bore a 10 nucléons). On sait que l'énergie maximale est de 8,5 MeV donc seule les réponses A et B sont plausibles. Mais la réponse A est beaucoup trop faible.
- C) Faux
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 7 : E** QCM de réflexion habituel en biophysie, la masse de l'atome père est toujours supérieure à celle de l'atome fils donc seule la réponse E est possible

**QCM 8 : BCD**

- A) Faux : CE et Gamma ont des spectres de raies
- B) Vrai
- C) Vrai : émission du photons gamma
- D) Vrai : photon de fluorescence d'un électron de la couche L→K du Te
- E) Faux

**QCM 9 : C**

- A) Faux
- B) Faux
- C) Vrai : on compte plus d'une période donc on divise l'activité par 2, on obtient 150 MBq et on prend la valeur plus basse et supérieure à 2 périodes (75 MBq)
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 10 : ABCD**

## Annales 2015

**QCM12** : 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  $2 \cdot 10^{-22}$  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 13** : Soit l'atome d'azote ( $Z = 7$ ). Dans le modèle de Bohr, les énergies de ses électrons (en eV) sont  $= -400$  et  $WL = -10$ . 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 14** : 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

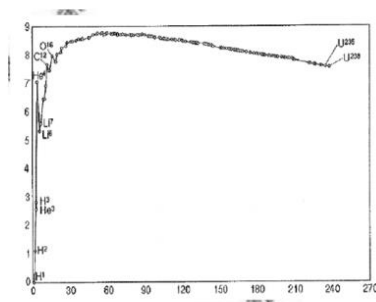
**QCM 15** : Quelle est l'énergie de liaison (en MeV) des nucléons du noyau de carbone  $^{12}_6\text{C}$  ? On donne (en u) les masses : de l'atome d'hydrogène = 1,00783 ; du proton = 1,00728 ; du neutron = 1,00866 et de l'électron = 0,00055.

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

**QCM 16** : Soit les éléments successifs suivants :  $^{207}_{81}\text{Tl}$ ,  $^{207}_{82}\text{Pb}$ ,  $^{207}_{83}\text{Bi}$ ,  $^{207}_{84}\text{Po}$  et  $^{207}_{85}\text{At}$ . 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 17** :

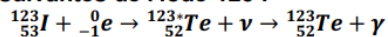


- A) Le graphe ci-dessus représente l'énergie de liaison par nucléon de chaque noyau en fonction du nombre de nucléons
- B) Les pics de la partie gauche du graphe ci-dessus correspondent à des noyaux particulièrement instables
- C) Les noyaux situés sur le graphe ci-dessus autour de l'abscisse 60 sont 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 18** : 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 19** : 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 20** : 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 21** : 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 22** : 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

### Correction 2015

**QCM12** : ABCD

- A) Vrai :  $121,76/\text{nombre d'Avogadro} = 2 \cdot 10^{-22} \text{ g}$
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Vrai :  $A-Z = 122-51 = 71$  neutrons
- E) Faux

**QCM 13** : C

- A) Faux
- B) Faux
- C) Vrai : réarrangement par passage d'un électron de la couche L vers la couche K, l'émission du photon entraîne l'expulsion d'un électron de la couche L
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 14 : E**

- A) Faux : produit des rayons X d'énergie maximum quatre fois supérieurs (on regarde la haute tension)
- B) Faux : cf. A
- C) Faux : a un rendement 4 fois supérieur
- D) Faux : produit des rayons X qui auront une probabilité moins importante d'interagir par effet photo-électrique avec la matière traversée
- E) Vrai

**QCM 15 : E**

- A) Faux
- B) Faux
- C) Faux
- D) Faux
- E) Vrai :  $Z \times M(1,1) + N \times mn - M \text{ carbone} = 6 \times 1,00783 + 6 \times 1,00866 - 12 = 12,09894 - 12 = 0,09894 \text{ u}$   
 $E = \Delta M \cdot 931,5 = 0,09894 \times 931,5 = 92,16$

**QCM 16 : BC**

- A) Faux
- B) Vrai : il va y avoir perte d'un proton donc le noyau père a un proton de plus  ${}^{207}_{83}\text{Bi}$
- C) Vrai : la particule alpha va enlever 4 nucléons et 2 protons donc  ${}^{211}_{84}\text{Po}$
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 17 : A**

- A) Vrai
- B) Faux : particulièrement stables
- C) Faux : pareil
- D) Faux : de l'ordre de 8 MeV
- E) Faux

**QCM 18 : D**

- A) Faux
- B) Faux
- C) Faux
- D) Vrai : elle détecte les photons de 511 keV émis par le béta +
- E) Faux

**QCM 19 : B**

- A) Faux : la CE et le photon gamma ont des spectres de raies
- B) Vrai : énergie du gamma
- C) Faux : seul le  ${}^{123}_{52}\text{Te}$  se réarrange
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 20 : B**

- A) Faux
- B) Vrai : La molécule est injectée 1h50 après soit 110 min : l'équivalent d'une période Trad.

L'activité injectée au patient est donc  $A_1 = \frac{A(0)}{2} = \frac{640}{2} = 320 \text{ MBq}$ .

Pour calculer l'activité présente dans le patient 3h20 = 200 min après l'injection on calcule la période effective  $T_{eff}$  :

$$\frac{1}{T_{eff}} = \frac{1}{T_{bio}} + \frac{1}{T_{rad}} = \frac{1}{110} + \frac{1}{1100} = \frac{11}{1100} = \frac{1}{100} \Leftrightarrow T_{eff} = 100 \text{ min.}$$

$$3\text{h}20 = 200 \text{ min} = 2 T_{eff}. \text{ Donc } A_2 = \frac{A_1}{2^2} = \frac{320}{4} = 80 \text{ MBq.}$$

- C) Faux
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 21 : D**

- A) Faux
- B) Faux
- C) Faux
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 22 : ABC**

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Faux : l'IRM est non ionisant
- E) Faux

## Annales 2016 :

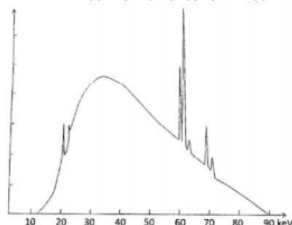
**QCM 11 :** Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) concernant le potassium-39 ( $^{39}_{19}K$ ), sachant que sa masse atomique est égale à 39,0983 u ?

- 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 12 :** 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 13 :** 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) ?

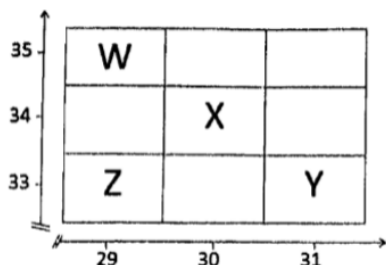


- A) L'axe des ordonnées correspond aux valeurs des coefficients d'atténuation linéique
- B) Le tube fonctionne sous une haute tension de 90 kV
- C) La composante continue du spectre correspond à l'émission X caractéristique du tungstène
- D) La composante de raies correspond à l'émission X caractéristique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

**QCM 14 :** On retrouve dans la nature trois formes différentes de potassium.  $^{39}_{19}K$  (92,7%), le  $^{41}_{19}K$  (7,2%) et le  $^{40}_{19}K$  (0,1%). Le  $^{40}_{19}K$  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)  $^{39}_{19}K$ ,  $^{41}_{19}K$  et  $^{40}_{19}K$  sont des isomères
- B)  $^{39}_{19}K$ ,  $^{41}_{19}K$  et  $^{40}_{19}K$  sont des isobares
- C) Les pourcentages donnés correspondent à leur abondance isomérique respective
- D) La présence dans la nature du  $^{39}_{19}K$  et  $^{41}_{19}K$  du s'explique par la période du  $^{40}_{19}K$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 15 :** On considère trois éléments : le cuivre, le zinc et le gallium. Leurs valeurs de Z sont respectivement : cuivre Z = 29 ( $_{29}Cu$ ) ; zinc Z = 30 ( $_{30}Zn$ ) et gallium Z = 31 ( $_{31}Ga$ ). Quelle(s) est (sont) la (les) bonne(s) réponse(s) pour compléter l'échantillon de la table des nuclides ci-dessous ?



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

**QCM 16** : Le cuivre-64 se transforme en nickel-64 :  ${}^{64}_{29}\text{Cu} \rightarrow {}^{64}_{28}\text{Ni}$ . Les masses atomiques correspondantes sont  $M(64, 29) = 28,9818 \text{ u}$  et  $M(64, 28) = 28,9765 \text{ u}$ . 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 17** : 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 18** : 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 19** : 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 20** : 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 21** : 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 22** : 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 11 : ABCD**

**QCM 12 : ACD**

- A) Vrai
- B) Faux : 5 cm de plomb laissent passer 50 % du flux de photons
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 13 : BD**

- A) Faux
- B) Vrai
- C) Faux
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 14 : E**

- A) Faux : ils ne sont pas tous dans le même niveau d'énergie
- B) Faux : isotopes
- C) Faux : isotopique
- D) Faux : s'explique par le fait qu'ils soient stables
- E) Vrai

**QCM 15 : E**

- A) Faux : A=64
- B) Faux : élément Zn
- C) Faux : A=64
- D) Faux : A= 62 et élément cuivre
- E) Vrai

**QCM 16 : BD**

- A) Faux
- B) Vrai :  $M_{\text{père}} - M_{\text{fils}} = 0,0053 > 0,0011 (=2m_e)$
- C) Faux
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 17 : ABD**

- A) Vrai : béta – a un spectre continu (première partie)
- B) Vrai
- C) Faux
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 18 : ABD**

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Faux : non ionisant
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 19 : B**

- A) Faux
- B) Vrai : l'activité du  ${}^{68}_{31}\text{Ga}$  disparaît car il y'a plus de 10 périodes, on ne compte que celle du  ${}^{67}_{31}\text{Ga}$ , il n'y en a qu'une donc l'activité est divisé par 2
- C) Faux
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 20 : A**

- A) Vrai
- B) Faux
- C) Faux
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 21 : AB**

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Faux
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 22 : CD**

- A) Faux : le béta – change l'élément
- B) Faux : il est stable
- C) Vrai : Pour faire l'objet d'un phénomène de RMN il faut que I soit non nul, il ne faut donc pas que Z et N soit pairs
- D) Vrai : Pour faire l'objet d'un phénomène de RMN il faut que I soit non nul, il ne faut donc pas que Z et N soit pairs
- E) Faux

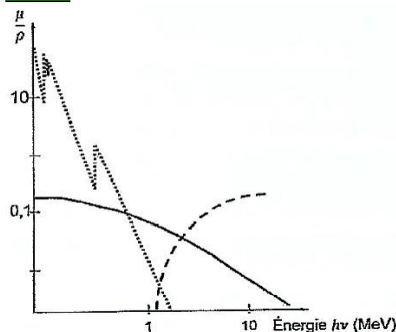
## Annales 2017

**QCM 11 :** Les énergies des électrons de l'atome de chlore ( $Z=17$ ) sont (dans le modèle de Bohr) :  
 $W_K = -2800 \text{ eV}$  ;  $W_L = -200 \text{ eV}$  et  $W_M = -10 \text{ eV}$ .

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 12 :** 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 13 :** 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 14 :** 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  $^{109}_{47}\text{Ag}$  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 15 :** L'actinium-225 est radioactif et se transforme selon la réaction suivante :



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

$M(^{225}_{89}) = 225,0232$  ;  $M(^{221}_{87}) = 221,0142$  et  $M(^4_2) = 4,0026$ .

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 17 :** 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 18 :** 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 19 :** 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 20 :** 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 21 :** 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

### Correction 2017

**QCM 11 : AB**

**QCM 12 : AB**

**QCM 13 : E**

- A) Faux
- B) Faux
- C) Faux
- D) Faux

E) Vrai :  $\lambda = \frac{1240}{124 \times 10^3} = \frac{124 \times 10^1}{124 \times 10^3} = 1 \times 10^1 \times 10^{-3} = 1 \times 10^{-2}$

QCM 14 : 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 14 : E**

- A) Faux : 47 protons et  $107-47 = 60$  neutrons
- B) Faux : ils sont des isotopes
- C) Faux : le Nickel 60 est le noyau le plus stable
- D) Faux : la plus grande énergie de liaison par nucléons est celle du Nickel 60 à 8,5 MeV
- E) Vrai

**QCM 15 : D**

- A) Faux : l'énergie d'une particule alpha est comprise entre 4 et 10 MeV
- B) Faux
- C) Faux
- D) Vrai :  $\Delta M = 225,0232 - 221,0142 - 4,0026 = 0,0064$
- E =  $0,0064 \times 931,5 = 5,96$
- E) Faux

**QCM 17 : CD**

- A) Faux : ce sont les mêmes atomes mais dans des états d'énergie différent
- B) Faux
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 18 : E**

- A) Faux : la différence de masse des atomes père et fils et de la masse de 2 électrons
- B) Faux : spectre continu d'origine nucléaire
- C) Faux : un proton deviant un neutron
- D) Faux : il y a bien un seuil oui mais il correspond à la masse de 2 électrons
- E) Vrai

**QCM 19 : D**

A) Faux

B) Faux

C) Faux

D) Vrai : avant la séparation le période qui s'applique est celle du père (67h), il y'en a 4 donc activité divisé 4 fois par 2,  $A = 240 \text{ MBq}$ , puis le technétium diminue selon sa propre période (6h) il y'en a 3 donc l'activité est divisé 3 fois par 2, 30 MBq

E) Faux

**QCM 20 : ABD**

**QCM 21 : D**

### Annales 2018

**QCM 12** : 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  $2 \cdot 10^{-6} \text{ g}$

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 13** : Les énergies des électrons de l'atome de bore ( $Z=5$ ) sont (dans le modèle de Bohr) :  $W_K = -190 \text{ eV}$  et  $W_L = -10 \text{ eV}$ . 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

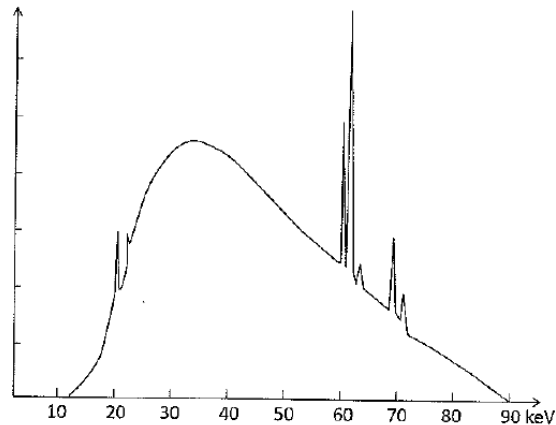
B. Un photon de fluorescence de 180 eV

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 14** : 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 15** : 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 16** : Soit l'atome de bore  $^{10}_5\text{B}$  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 17** : 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 18** : 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) HORS PROGRAMME Un examen diagnostique de type tomодensitométrie produit une exposition de l'ordre de 100 à 500 mSv HORS PROGRAMME
- D) La dose repère de l'irradiation naturelle est égale à 100 mSv
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

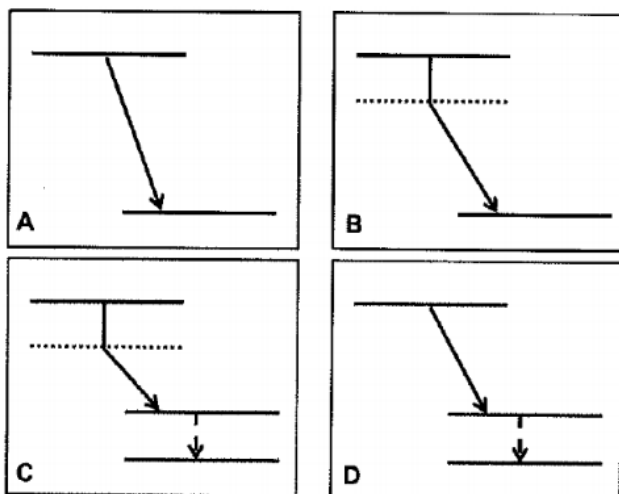
**QCM 19** : Lors de l'accident de Tchernobyl, on sait que les pompiers qui sont intervenus pour maîtriser l'incendie ont été exposés à une dose efficace d'irradiation supérieure à 1000 mSv. Les populations voisines ont été exposées à des doses variables et en particulier à de l'iode-131. Quelle(s) est (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 20** : 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 21** : 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 22** : 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 :  $M(173,71) = 172,9389 \text{ u}$  ;  $M(173,70) = 172,9382 \text{ u}$  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 23** : 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 rayons  $\gamma$  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  $M(131,53) = 130,9060 \text{ u}$  et  $1 \text{ u} = 931 \text{ MeV}$ .

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

**QCM 24** : Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) concernant la proton thérapie ?

- 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.

Correction 2018

**QCM 12 : BCD**

- A) Faux : ça ne peut pas être  $10^{-6}$  g
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 13 : BD**

- A) Faux
- B) Vrai : passage d'un électron de la couche L à la couche K
- C) Faux
- D) Vrai : comblement direct de la couche k et émission d'un électron de la couche L
- E) Faux

**QCM 14 : AB**

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Faux : pas d'effet compton dans les rayons X
- D) Faux : la composante de raie est liée à de photon de fluorescence

**QCM 15 : E**

- A) Faux : Yb Z=70 et A=175
- B) Faux : Lu Z=71 A=176
- C) Faux
- D) Faux : Hf Z=72 A=177
- E) Vrai

**QCM 16 : B**

- A) Faux
- B) Vrai : tout simple : le bore a un nombre de nucléons de 10, donc pour E/A on divise son E par 10. CDE serait au-dessus du maximum de 8,5 MeV/A et A beaucoup trop faible donc c'est une élimination
- C) Faux
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 17 : D**

- A) Faux
- B) Faux
- C) Faux
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 18 : A**

**QCM 19 : BC**

- A) Faux
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 20 : B**

- A) Faux : pour bêta -
- B) Vrai
- C) Faux
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 21 : D**

- A) Faux
- B) Faux
- C) Faux
- D) Vrai : on est face à une bêta – suivi d'une réaction isomérique
- E) Faux

**QCM 22 : B**

- A) Faux
- B) Vrai : défaut de masse \* 931,5 – E (K de Lu) – E(M Yb) = 589keV
- C) Faux
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 23 : C**

- A) Faux
- B) Faux
- C) Vrai : masse iode – 0,606/931,5 – 0,325/931,5 = 130,9050 u (en vrai la A, B, et E ne sont pas possibles car la masse trouvée doit être inférieure à la masse initiale)
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 24 : BCD**

- A) Faux
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

Annales 2019

**QCM 11** : 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 12** : Un rayonnement électromagnétique mono-énergétique a un coefficient massique d'atténuation dans le plomb égal à 0,063 cm<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup>. Quelle est, en centimètre(s), la couche de demi-atténuation de plomb correspondante ? On donne la masse volumique du plomb = 11 g.cm<sup>-3</sup> et Ln2 = 0,693

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

**QCM 13** : 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

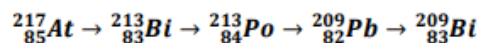
**QCM 14** : Un tube à rayons X est constitué d'une anode en tungstène (Z=74) et fonctionne sous une haute tension de 90 kV. Les énergies de liaison des électrons du tungstène sont (en keV et dans le modèle de Bohr) : W<sub>K</sub> = 69, W<sub>L</sub> = 11, W<sub>M</sub> = 2 et W<sub>N</sub> = 0,5. Quelle(s) 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 15** : 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 16** : 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 19** : 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 réponses A, B, C et D sont fausses

**QCM 20** : 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 réponses A, B, C et D sont fausses

**QCM 21** : L'Azote 13 ( $^{13}_7\text{N}$ ) se transforme en Carbone 13 ( $^{13}_6\text{C}$ ). Leurs masses atomiques respectives sont  $M(13,7) = 13,0057$  u et  $M(13,6) = 13,0033$  u. Concernant cette désintégration radioactive et ses conséquences, quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ? On donne  $1u = 931$  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 réponses A, B, C et D sont fausses

**QCM 22** : 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 23** : Concernant l'utilisation du radiotracer  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  - biphosphonate en imagerie médicale, quelle(s) est(sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?

- A) Le biphosphonate est le vecteur de ce radiotracer
- 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 radiotracer permet de visualiser le tissu thyroïdien
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

**QCM 24** : Suite à la catastrophe de Tchernobyl, on a trouvé dans le parc du Mercantour une zone contaminée par un radioélément produisant une activité de  $100$  kBq/m<sup>2</sup> et dont la période radioactive est de 2000 heures. Quel est le nombre approximatif de noyaux radioactifs par m<sup>2</sup> qui produit cette radioactivité de  $100$  kBq/m<sup>2</sup> ?

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

### Correction 2019

**QCM 11** : AD

- A) Vrai
- B) Faux : énergie en masse
- C) Faux :  $931,5$  MeV/c<sup>2</sup>
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 12 : C**

- A) Faux
- B) Faux
- C) Vrai
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 13 : E**

- A) Faux
- B) Faux
- C) Faux
- D) Faux
- E) Vrai

**QCM 14 : BE**

- A) Faux
- B) Vrai : passage d'un électron de la couche M à la couche K
- C) Faux
- D) Faux
- E) Vrai : comblement direct de la couche K

**QCM 15 : AB**

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Faux
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 16 : AC**

- A) Vrai
- B) Faux
- C) Vrai
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 19 : BD**

**QCM 20 : BC**

- A) Faux
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Faux : bêta -
- E) Faux

**QCM 21 : ABCD**

- A) Vrai : défaut de masse  $> 2m_e$
- B) Vrai
- C) Vrai : annihilation de bêta +
- D) Vrai : si CE
- E) Faux

**QCM 22 : C**

- A) Faux
- B) Faux
- C) Vrai
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 23 : ABC**

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Faux : os lors d'une fracture
- E) Faux

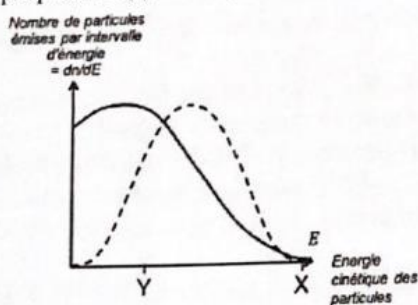
**QCM 24 : E**

**Annales 2020 :**

- QCM 11** Concernant l'historique 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 repartis 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 10** Quelle est approximativement l'énergie de liaison par nucléon (en MeV) du nucléide  ${}^6_3\text{X}$  dont la masse du noyau est de  $6,028 \text{ u}$  ?  
 On donne: masse du neutron isolé ( $m_n$ ) =  $1,009 \text{ u}$ ; masse du proton isolé ( $m_p$ ) =  $1,007 \text{ u}$ ;  $1 \text{ u} = 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ;  $1 \text{ u} = 931 \text{ MeV}$ .
- A. 30,3                      B. 19,8                      C. 18,62                      D. 9,1                      E. 3,1

- QCM 11** 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 12** Soit un nucléide X se transformant en un nucléide  ${}^m\text{Y}$  par capture électronique K, puis subissant une excitation par émission gamma pour aboutir à l'élément fils stable Y. Lors de ces 2 transformations successives, que peut-on observer ?  
 On donne :  $M(X) = 11,0114 \text{ u}$  ;  $M({}^m\text{Y}) = 11,0095 \text{ u}$  ;  $M(Y) = 11,0093 \text{ u}$  ;  $1 \text{ u} = 931 \text{ MeV}$ .  
 Les énergies de liaison des électrons sont :  $E_K(X) = 490 \text{ eV}$  ;  $E_L(X) = 65 \text{ eV}$  ;  $E_K({}^m\text{Y}) = 340 \text{ eV}$  ;  $E_L({}^m\text{Y}) = 38 \text{ eV}$  ;  $E_K(Y) = 340 \text{ eV}$  ;  $E_L(Y) = 38 \text{ eV}$ .

- A. Un rayonnement électromagnétique de  $180,2 \text{ eV}$ .
- B. Un rayonnement électromagnétique de  $425 \text{ eV}$ .
- C. Un électron avec une énergie cinétique de  $264 \text{ eV}$ .
- D. Un électron avec une énergie cinétique de  $302 \text{ eV}$ .
- E. ABCD fausses.

- QCM 13** Pour un examen de médecine nucléaire, on mélange une source radioactive A de  $160 \text{ MBq}$  et de période radioactive  $T_A = 6 \text{ heures}$  avec une source radioactive B de  $360 \text{ MBq}$  et de période radioactive  $T_B = 12 \text{ heures}$ . Quelle est, en  $\text{MBq}$ , l'activité totale de ce mélange 24 heures après sa préparation ?
- A. 10                      B. 32                      C. 90                      D. 100                      E. 130

**QCM 14** 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.

F. ABCD fausses

**QCM 15** L'iode naturel stable ( $Z = 53$ ) a une masse atomique égale à  $126,904 \text{ g}$ . 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  $126,904 \text{ u}$ .

C. La masse d'une mole d'atome d'iode naturel est égale à  $126,904 \text{ g}$ .

D. Le noyau de cet atome est composé de 74 neutrons.

E. ABCD fausses

**QCM 16** Les énergies des électrons de l'atome de carbone ( $Z = 6$ ) sont égales, dans le modèle de Bohr, à  $-284 \text{ eV}$  pour la couche K et  $-18 \text{ eV}$  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  $18 \text{ eV}$ .

B. Un photon de fluorescence de  $266 \text{ eV}$ .

C. Un photon de fluorescence de  $284 \text{ eV}$ .

D. Un électron Auger d'énergie cinétique égale à  $248 \text{ eV}$ .

E. Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 17** 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  $1,022 \text{ MeV}$ .

E. Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 18** Un spectre de rayons X associe une composante continue et des raies **parce que** les rayons X sont produits à la fois par freinage et par collision 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 19** Le bore-12 ( $^{12}_5\text{B}$ ) est radioactif et se transforme en carbone-12 stable ( $^{12}_6\text{C}$ ). 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. 12,0

**QCM 22** 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. ABCD fausses

**QCM 23** 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 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. ABCD fausses

**QCM 24** Pour effectuer une scintigraphie thyroïdienne, on injecte à un patient  $2,8 \text{ MBq}$  d'iode-123 (période radioactive  $T = 13 \text{ h}$ ). Quel est le nombre d'atomes d'iode-123 injectés ? On donne  $\ln 2 = 0,7$ .

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

## Correction 2020 :

### QCM 9 : B

Petite partie histoire que le prof aime bien

- A) Faux : pas du tout Aristote était le tenant de la théorie des 4 éléments
- B) Vrai : c'est le premier à découvrir les composants de l'atome, il met en évidence la présence des électrons
- C) Faux : Pour Dalton l'atome se limite à une sphère dure et pleine de matière
- D) Faux : pour Rutherford les électrons sont répartis dans un nuage électronique autour du noyau et c'est le modèle actuel de Bohr qui met en évidence les orbites quantifiées d'énergie
- E) Faux

### QCM 10 : D

Tombé 65653 de fois au tut et en DM..

Ici il ne donnait pas la masse de l'électron normalement vous vous en souvenez c'est 0,0005 ou alors vous preniez la masse de l'atome d'hydrogène ça fait 1,00783 c'est des trucs à force de l'utiliser vous vous en souvenez.

Après c'était un QCM qui ne méritait même pas de perdre le temps de faire le calcul car on se souvient que l'énergie de liaison par nucléons n'excède pas **8,5 MeV/nucléons**. **Donc le seul item possible était le D**

On commence par calculer le défaut de masse.

$$\Delta M = m_n \times (A-Z) + m_p \times (Z) + m_e \times (Z) - M(6,3) = 3 \times 1,009 + 3 \times 1,00783 \text{ (masse hydrogène)} - 6,028 = 3,027 + 3,0234 - 6,028 = 0,0224$$

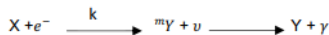
Maintenant on convertit en énergie :  $\Delta M \times 931 = 20,8544 \text{ MeV}$  ici c'est l'énergie du noyau en entier mais nous on veut l'énergie de liaison par nucléons donc on divise tout simplement par le nombre de A

$$20,8544 / 6 = 3,47 \text{ MeV/ nucléons}$$

### QCM 11 : BCD

- A) Faux, le spectre bêta moins peut être considéré comme électronique mais non comme électromagnétique
- B) Vrai, c'est dans le cours
- C) Vrai, le spectre réel est décalé vers la gauche
- D) Vrai, si le spectre réel est décalé vers la gauche c'est parce que les particules  $\beta^-$  de faible énergie sont attirées par le noyau qui est chargé positivement (et comme elles ont une énergie trop faible elles ne peuvent pas se libérer de son emprise)
- E) Faux

### QCM 12 : AC



- A) Vrai, cela correspond à l'énergie du gamma. Dans la radioactivité gamma, on sait que :  $E_\gamma = E_d \approx \Delta M \times 1000$   
Ici,  $\Delta M = M({}^m\text{Y}) - M(Y)$   
 $= 11,0095 - 11,0093 = 0,0002 \text{ u}$

$$E_\gamma = E_d \approx 0,0002 \times 1000 \approx 0,2 \text{ MeV} \approx 200 \text{ KeV}$$

Comme on a arrondi au-dessus pour calculer, la vraie valeur est légèrement inférieure à celle que l'on a trouvé donc 186,2 keV c'est juste ☺ (pas faute de l'avoir répété)

- B) Faux, on trouvait 425 eV en faisant  $E_K(X) - E_L(X)$  mais l'atome X ne se réarrange pas c'est l'atome FILS qui se réarrange
- C) Vrai, l'atome  ${}^m\text{Y}$  doit se réarranger car il y a une vacance électronique sur la couche K, un électron passe donc de la couche L à la couche K émettant un photon de fluorescence d'énergie  $E = E_K({}^m\text{Y}) - E_L({}^m\text{Y}) = 340 - 38 = 302 \text{ eV}$ . Ce photon peut aller percuter la couche L de  ${}^m\text{Y}$  provoquant ainsi l'expulsion d'un électron de Auger d'énergie cinétique  $E = E_K({}^m\text{Y}) - E_L({}^m\text{Y}) - E_L({}^m\text{Y}) 302 - 38 = 264 \text{ eV}$
- D) Faux, ce n'est pas un électron qui a été émis avec cette énergie mais un photon de fluorescence voir item C
- E) Faux

**QCM 13 : D**

En 24h:

- Il s'est écoulé 4T(a) donc il faut diviser l'activité de A quatre fois par 2 ce qui donne (ou faire  $160/2^4$ ):  
 $160/2 = 80$ ;  $80/2 = 40$ ;  $40/2 = 20$ ;  $20/2 = 10$ MBq
- Il s'est écoulé 2T(b) donc il faut diviser l'activité de B deux fois par deux ce qui donne :  $360/2 = 180$ ;  $180/2 = 90$  MBq

$90+10 = 100$ MBq → **réponse D**

**QCM 14 : C**

A) **Faux** : ici la formule décrite par le prof est dose délivrée x nombre de séance / intervalle t entre deux séances

Alors que la formule pour la Dose totale reçue : D (dose délivrée par séance) x N (nombre de séances)

B) **Faux** : Au contraire entre deux irradiations ce sont les cellules saines qui vont restaurer leur lésions ADN plus rapidement que les cellules cancéreuses. C'est écrit dans le cours

C) **Vrai** : entre deux séances la tumeur diminue de volume (mort des cellules oxygénées → la tumeur se rapproche du vaisseau et se réoxygène) ce qui augmente son oxygénation et permet d'augmenter la radiosensibilité du tissu pour la prochaine irradiation

D) **Faux** : au contraire la restauration cellulaire et repopulation entre chaque séance oblige à augmenter la dose délivrée à la tumeur pour sa destruction totale. Encore une fois dans le cours

E) **Faux**

**QCM 15 : BCD**

A) **Faux** : on arrondi la masse atomique à l'entier le plus proche donc ici A = 127

B) **Vrai**

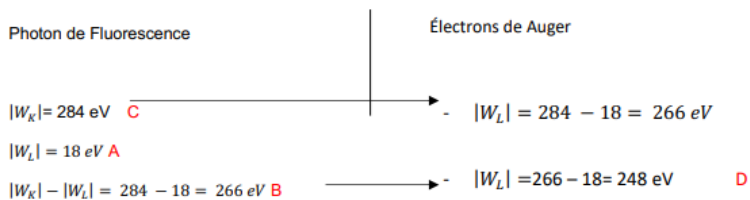
C) **Vrai**

D) **Vrai** : pour trouver le nombre de neutrons  $A-Z = 127-53 = 74$

E) **Faux**

**QCM 16 : ABCD**

Après une ionisation sur la couche K de l'atome de carbone, voici ce qu'on pouvait avoir : (ici le prof ne donne que les énergies des couches K et L donc on s'en fout des autres)



- A) **Vrai**, cela correspond à l'émission d'un photon de fluorescence provoquée par l'arrivée d'un électron libre sur L
- B) **Vrai**, cela correspond au photon de fluorescence émis par la transition électronique entre L et K
- C) **Vrai**, cela correspond à l'émission d'un photon de fluorescence provoquée par l'arrivée d'un électron libre sur K
- D) **Vrai**, cela correspond à l'électron de Auger expulsé de la couche L par le photon de fluorescence de l'item B
- E) **Faux**

**QCM 17 : E**

- A) Faux, il s'agit de l'un des mécanismes d'interaction des PHOTONS avec la matière
- B) Faux, dans l'effet photo-électrique, le photon incident transmet toute son énergie à l'électron, il n'y a pas d'énergie diffusée
- C) Faux, voir B
- D) Faux, il n'y a pas de seuil pour l'effet photo-électrique
- E) Vrai

**QCM 18 : A**

Le spectre des rayons X a bien une composante continue et de raies due à l'interaction des électrons du tube à RX par freinage et par collision avec la matière

**QCM 19 : E**

Alors ici le prof exigeait que vous connaissiez la masse de l'atome de carbone-12 et vous la connaissez parce que c'est à la base de la définition de la constante d'avogadro

"La constante d'Avogadro :  $N = 6,02 \cdot 10^{23}$  a été choisi de telle sorte qu'1 mole de carbone-12 est une masse de 12g" -> donc masse d'un atome de carbone 12u

On sait que l'atome de bore se désintègre donc cet atome a forcément une masse plus grande que le carbone-12 car il est moins stable.

Seul item possible était le E

**QCM 22 : ABCD**

**QCM 23 : E**

- A) Faux, il s'agit d'une dose efficace
- B) Faux, le seuil des faibles doses est environ égal à 100 mSv
- C) Faux, la radio-exposition moyenne en France est de 3,3 mSv
- D) Faux, pour provoquer des effets déterministes, il aurait fallu que la dose soit supérieure à 100 mSv
- E) Vrai

**QCM 24 : D**

$T=13h= 13 \times 3600 \text{ s} = 46\ 800 \text{ s}$  (il ne fallait pas oublier de mettre la période en secondes)

$$N = \frac{A}{\lambda} = \frac{AT}{\ln(2)} = \frac{2,8 \times 10^6 \times 468 \times 10^2}{0,7} = \frac{28 \times 468}{7} \times \frac{10^5 \times 10^2}{10^{-1}}$$

Soit vous aviez le temps de tout calculer et au final on a :  $N = 1\ 872 \times 10^8$  noyaux

Soit vous faisiez l'ordre de grandeur ce qui donne :  $N = \dots \times 10^8$  noyaux → réponse D

**Annales 2021 :**

**QCM 11 : Le lutétium (Z=71) a une masse atomique 174,96g, indiquez-la(les) proposition(s) exacte(s) :**

- A) Il s'agit du lutétium-174 (nombre de masse A=174)
- B) La masse d'un atome de 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 12 : Indiquez-la(les) proposition(s) exacte(s) à propos d'une onde électromagnétique :**

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

**QCM 13 :** La 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 pas 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 14 :** Un atome fait l'objet d'un effet photo-électrique. Indiquez-la(les) proposition(s) exacte(s) :

- A) Il s'agit 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 15 :** Un tube à rayon 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) 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 16 :** 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. Indiquez-la(les) proposition(s) exacte(s) :

- 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-22 ne participe pas à l'irradiation naturelle du fait de sa période
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 17 :** Indiquez-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 19 :** Par bombardement d'une cible enrichie en oxygène 18 avec un faisceau de particules on obtient le fluor 18. Le fluor 18 ( $M^{18}_9\text{F} = 18,00094 \text{ u}$ ), se désintègre en oxygène 18 ( $M^{18}_8\text{O} = 17,99916 \text{ u}$ ) par l'émission d'un positon. Quelle est approximativement et en keV, l'énergie cinétique maximale d'un positon émis ? On donne  $1 \text{ u} = 931 \text{ MeV}/c^2$

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

**QCM 20 :** Indiquez-la(les) proposition(s) exacte(s) :

- A) 2 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  ${}^A_Z\text{X}$ , 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 20 : Indiquez-la(les) proposition(s) exacte(s) :**

- A) 2 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  ${}^A_Z X$ , 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 21 : Concernant les particules composant les atomes, indiquez-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 22 : Concernant l'électron Auger, indiquez-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 23 : Concernant la radiothérapie stéréotaxique robotisée, indiquez-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 (>3cm)
- 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 24 : 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

**Correction 2021 :**

**QCM 11 : E**

- A) Faux : Luthérium 175, on arrondit à l'entier supérieur
- B) Faux : 174,96 u pour un atome
- C) Faux : 174,96 g pour une mole
- D) Faux : 175 nucléons, 71 protons et 104 neutrons
- E) Vrai

**QCM 12 : ABCD**

- A) Vrai : TOUJOURS LA MEME VITESSE (on dit merci pour mon QCM au tut hihi)
- B) Vrai : formule
- C) Vrai : formule
- D) Vrai : formule de Duane et Hunt
- E) Faux

**QCM 13 : A**

- A) Vrai : 6,25 % = 4 CDA
- B) Faux : 4 cm de plomb égal 10 CDA
- C) Faux : 0,4 cm de plomb et 5 cm de béton égal 2 CDA
- D) Faux : 10 cm de béton égal 2 CDA
- E) Faux

**QCM 14 : BCD**

- A) Faux : interaction des photons avec la matière
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 15 : AD**

- A) Vrai : passage d'un électron de la couche M vers la couche L
- B) Faux
- C) Faux
- D) Vrai : passage d'un électron de la couche L vers la couche
- E) Faux

**QCM 16 : E**

- A) Faux : c'est une transformation alpha car on perd 4 nucléons et 2 protons
- B) Faux : la particule alpha est directement ionisante
- C) Faux : la particule alpha est inoffensive en irradiation externe mais très dangereuse en inter cf. ma fiche récap sur les effets biomédicaux
- D) Faux
- E) Vrai

**QCM 17 : A**

- A) Vrai
- B) Faux : Stochastiques
- C) Faux : Déterministes
- D) Faux : Déterministes
- E) Faux

**QCM 18 : E**

- A) Faux : orientation dans le sens parallèle ou antiparallèle
- B) Faux : débute lors de l'application d'un tournant B1
- C) Faux : débute à l'arrêt du champ tournant B1
- D) Faux : il n'y a pas de phase 4
- E) Vrai

**QCM 19 : B**

- A) Faux
- B) Vrai : c'est une réaction bêta + donc :  $\Delta M = \text{Masse fluor} - \text{masse oxygène} - \text{masse de 2 électrons} = 18,00094 - 17,99916 - 0,00055 * 2 = 0,00068 \text{ u}$   
 $E = 0,00069 * 931,5 = 0,633 \text{ MeV}$  donc environ 635 keV
- C) Faux
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 20 : C**

- A) Faux : des isomères sont les mêmes atomes mais ont des niveaux d'énergies différents, ici c'est la définition isotopes
- B) Faux : c'est l'inverse
- C) Vrai
- D) Faux : gamma ou conversion interne
- E) Faux

**QCM 21 : AB**

- A) Vrai : +1eV
- B) Vrai : 1,009 u pour le neutron et 1,007 u pour le proton
- C) Faux : il se désintègre en 10 min
- D) Faux : 1/2000 u
- E) Faux

**QCM 22 : E**

- A) Faux
- B) Faux
- C) Faux
- D) Faux
- E) Vrai

**QCM 23 : A**

- A) Vrai
- B) Faux : petits volumes <3cm
- C) Faux : très adaptée pour les lésions cérébrales
- D) Faux : ça c'est pour les faisceaux convergents sous différents angles
- E) Faux

**QCM 24 : B**

- A) Faux
- B) Vrai : il y'a 4 périodes pour le  $^{99m}\text{TC}$  et 12 pour le  $^{18}\text{FDG}$ , donc on ne compte pas l'activité du  $^{18}\text{FDG}$  (plus de 10 périodes). Donc  $160 / 2 = 80 / 2 = 40 / 2 = 20 / 2 = 10 \text{ MBq}$
- C) Faux
- D) Faux
- E) Vrai