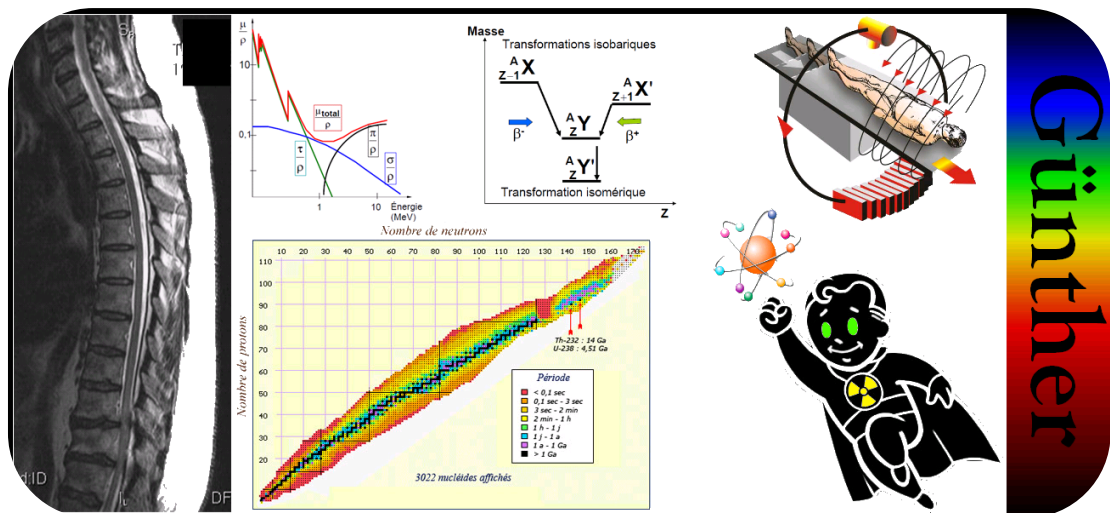


# ANNATUT'

## BIOPHYSIQUE ECUE 12

[Année 2021-2022]



Günther

- ⇒ Qcm issus des Tutorats, classés par chapitre
- ⇒ Correction détaillée

# SOMMAIRE

<b>1. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Particules, ondes et atomes .....</b>	<b>3</b>
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Particules, ondes et atomes .....	8
<b>2. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Interaction des rayonnements ionisants avec la matière.....</b>	<b>13</b>
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Interaction des rayonnements ionisants avec la matière.....	19
<b>3. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Rayons X.....</b>	<b>24</b>
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Rayons X.....	28
<b>4. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Noyau.....</b>	<b>31</b>
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Noyau.....	35
<b>5. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Transformations radioactivesNOK ....</b>	<b>39</b>
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Transformations radioactives NOK.....	44
<b>6. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Lois cinétiques .....</b>	<b>48</b>
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Lois cinétiques .....	51
<b>7. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Eléments de radiobiologie et de radioprotection.....</b>	<b>54</b>
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Eléments de radiobiologie et de radioprotection .	56
<b>8. Radiothérapie .....</b>	<b>58</b>
Correction : Radiothérapie .....	60

# 1. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Particules, ondes et atomes

2021 – 2022 (Pr. Darcourt)

**QCM 1 :** On considère une onde électromagnétique (OEM) de longueur d'onde  $\lambda = 310 \text{ nm}$

**Données :** constante de Planck  $h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ J.s}$ , célérité :  $3,00 \times 10^8 \text{ m/s}$ , donnez-la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Son énergie est de 4 eV
- B) Son énergie est de 4 J
- C) Son énergie est de  $2,5 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
- D) Son énergie est de  $4 \cdot 10^9 \text{ eV}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 2 :** A propos du cours sur ondes, particules et atomes, donnez-la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) L'énergie de liaison est l'énergie qu'il faut apporter pour intégrer un électron à l'édifice atomique
- B) Pour Louis De Broglie, les particules possédant une longueur d'onde ont une masse
- C) Une OEM gagne toujours son énergie par quantités discontinues
- D) Bohr émet son modèle en 1913, il est une conséquence indirecte de la dualité onde-particule
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 3 :** A propos du cours onde, particules et atomes, donnez-la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) L'électronvolt est l'énergie cinétique acquise par un électron avec une vitesse initiale sous une différence de potentiel de 1 volt
- B) Le positon est l'équivalent d'un proton hors du noyau
- C) La masse atomique se définit comme la masse d'une mole d'atome
- D) L'électron de la couche K est l'électron avec l'énergie d'orbitale la plus forte
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**Pour les QCM 4 et 5 :** Soit l'atome d'iode  $^{53}_{127}\text{I}$  de masse u.

**Données :** masse de l'électron : 0,00055 u ; du proton 1,0072 u ; du neutron 1,0086 u et de l'atome d'hydrogène 1,0077 u ; de l'atome d'iode 126,904 u

**QCM 4 :** Donnez-la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Le noyau d'iode est constitué de 74 neutrons
- B) Le noyau de  $^{53}_{127}\text{I}$  et de  $^{54}_{127}\text{Xe}$  sont des isotones
- C) Le noyau d'iode est composé de 53 électrons dans son état fondamental
- D) L'énergie de liaison des nucléons de l'iode est de 8,17 MeV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 5 :** Calculer, en uma, le défaut de masse de l'atome d'iode donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) 0,715
- B) 0,956
- C) 1,143
- D) 1,674
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 6 :** L'atome de fluor  $^{19}\text{F}$  a une masse molaire de 18,998 g, donnez-la (les) proposition(s) vraie(s) :

**Données :** Nombre d'Avogadro =  $6,02 \times 10^{23}$  (inspiré des annales)

- A) Le fluor a une masse atomique de 18,998 g
- B) Un atome de fluor a une masse de 18,998 uma
- C) Un atome de fluor a une masse d'environ  $3,2 \times 10^{23} \text{ g}$
- D) L'atome de fluor a 10 neutrons, 9 protons, et 9 électrons dans son état fondamental
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 7 : Calculez la longueur d'onde d'un électron d'un atome de magnésium ( $Z=25$ ) sur une couche électronique M, sachant qu'il a une énergie de 40 eV :**

**Données : Constante de Planck :  $6,62 \cdot 10^{-34}$  J/s ; célérité de la lumière :  $3,00 \cdot 10^8$  m/s**

- A) 51 nm
- B)  $0,47 \cdot 10^{-7}$  m
- C) 28 nm
- D) 47 nm
- E) 31 nm

**QCM 8 : Une onde électromagnétique monochromatique (inspiré des QCM des profs) :**

- A) Se déplace à une vitesse qui dépend de sa fréquence
- B) A une énergie, en joule, de  $1240/\lambda(\text{nm})$
- C) Elle ne gagne de l'énergie uniquement s'il s'agit d'un multiple de  $h\nu$
- D) Possède une masse exclusivement dynamique
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 9 : Le Bismuth ( $Z=83$ ) a une masse atomique de 208,98 g, donnez-la (les) proposition(s) vraie(s) (inspiré des annales) :**

**Données : Nombre d'Avogadro :  $6,02 \cdot 10^{23}$**

- A) Le noyau de bismuth a 126 neutrons
- B) Le noyau de bismuth a un nombre de masse de 208
- C) Un atome de Bismuth a une masse d'environ  $34,7 \times 10^{-26}$  kg
- D) Un atome de Bismuth a une masse de 208,98 g
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 10 : A propos de l'électron, donnez la (les) proposition(s) exacte(s) (inspiré des QCM des profs) :**

- A) Son équivalence masse énergie est de 0,511 keV/ $c^2$
- B) La masse de l'électron est de 1/200 u
- C) Son énergie est toujours négative
- D) On peut l'appeler rayonnement anodique
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 11 : Lymphocyte B (absent des raclettes) lance un électron de  $9,1 \cdot 10^{-31}$  kg à Comacidosse (meilleure tutrice) à une vitesse de  $2,89 \cdot 10^8$  m/s. Calculez la nouvelle masse de l'électron.**

- A)  $7,89 \cdot 10^{-31}$  kg
- B)  $8,1 \cdot 10^{-31}$  kg
- C)  $8,67 \cdot 10^{-31}$  kg
- D)  $9,09 \cdot 10^{-31}$  kg
- E)  $121,01 \cdot 10^{-31}$  kg

**QCM 12 : Le Bhorium ( $Z = 107$ ) a une masse atomique de 270,091 g, sachant que le nombre d'Avogadro est égal à  $6,02 \cdot 10^{23}$ , donnez-la (les) proposition(s) vraie(s) (inspiré des annales) :**

- A) Son nombre de masse est de 270
- B) La masse d'une mole d'atome est de 270,091 g
- C) La masse d'un atome est égale à  $39,913 \cdot 10^{23}$  g
- D) La masse d'un atome est égale à 270,091 u
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 13 : A propos de la relation masse-énergie donnez-la (les) proposition(s) vraie(s) :**

- A) La masse est une forme d'énergie
- B) Si la particule a une masse qui est relativiste, lorsque la vitesse est proche de la célérité, sa masse peut augmenter ou diminuer
- C) On calcule la nouvelle masse en divisant la masse de base par  $(1-v^2/c^2)$  (v étant la vitesse de la particule et c la célérité)
- D) L'équivalent énergétique du proton est de 939 keV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 14 : Un atome d'Indium ( $Z=49$ ) a une masse de 114,818 u, sachant que le nombre d'Avogadro est égal à  $6,02 \cdot 10^{23}$ , donnez-la (les) proposition(s) vraie(s) :**

- A) La masse d'une mole d'atome est de  $19,07 \cdot 10^{-23}$  g
- B) Son nombre de masse est de 115
- C) La masse d'un atome est égale à  $19,07 \cdot 10^{-23}$  g
- D) Ce noyau est composé de 65 neutrons
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 15 : Le Molybdène a une masse atomique de 95,95 u, sachant que le nombre d'Avogadro est égal à  $6,02 \cdot 10^{23}$ , indiquez la (les) proposition(s) exacte(s) :**

- A) Un atome de Mo a une masse 95,95 g
- B) Il a 95 nucléons
- C) Le numéro atomique est égal à 96
- D) Un atome de Mo a une masse d'environ  $16 \cdot 10^{-23}$  u
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 16 : Calculez l'énergie de liaison en eV d'un électron de la couche M d'un atome de germanium  $Z=32$  sachant que sa constante d'écran est de 25 :**

- A) 74
- B) 82,5
- C) 91,8
- D) -74
- E) -82,5

**QCM 17 : Classez les OEM dans l'ordre décroissant de longueur d'onde, donnez-la (les) proposition(s) exacte(s) :**

- A)  $RX < UV < \text{visible} < IR < \text{radio}$
- B)  $UV > \text{Visible} > \text{Ondes radio}$
- C) Rayons gamma > Rayons X > IR > UV
- D)  $RX > UV > IR > \text{ondes radio}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 18 : Donnez-la ou les proposition(s) exacte(s) à propos des ondes électromagnétiques :**

- A) Elle se propage dans le vide à une vitesse dépendante de l'énergie
- B) Elle est composée de photons d'énergie  $E=h\nu$
- C) Elle est composée de photons d'énergie  $E = 1240/\lambda$  dans le SI
- D) Les photons sont formés uniquement de quantités discontinues d'énergie
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 19 : Donnez-la ou les proposition(s) exacte(s) :**

- A) Le passage de l'état gazeux à solide est la sublimation
- B) La  $\text{FiO}_2$  est naturellement égale à 21 %
- C) Le coefficient de solubilité du  $\text{CO}_2$  est 200 fois plus élevé que celui de l' $\text{O}_2$
- D) Le module de Young concerne le rapport contrainte/déformation (plus il est élevé, moins le tissu est élastique)
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 20 : A propos de la physique de la matière, donnez-la (les) proposition(s) vraie(s) :**

- A) Le neutron se désintègre en dehors du noyau en un proton, un électron et un antineutrino avec un surplus d'énergie de 780 keV
- B) Le numéro atomique est égal à l'entier supérieur à la masse d'un atome en uma
- C) Un électron de la couche M est moins fortement lié qu'un électron de la couche L
- D) Une OEM possède une masse exclusivement dynamique pour Einstein
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 21 : A propos des états de la matière, donnez-la (les) proposition(s) vraie(s) :**

- A) L'os compact est l'os important sur le plan mécanique et a pour unité structurale l'ostéon
- B) Il a des propriétés mécaniques unisotropes c'est-à-dire qui dépendent de la direction
- C) Si la saturation artérielle en O<sub>2</sub> est de 91% elle est normale
- D) Le CO<sub>2</sub> a sa forme dissoute à 92 et dans sous forme de bicarbonates de 6%
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 22 : A propos de l'électron dans l'atome, indiquez la (les) proposition(s) vraie(s) (inspiré des QCM des profs) :**

- A) Son équivalence masse énergie est de 0,511 keV/c<sup>2</sup>
- B) La masse de l'électron est de 1/200 u
- C) Son énergie est toujours négative
- D) On peut l'appeler rayonnement anodique
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 23 : Un électron de  $9,1 \cdot 10^{-31}$  kg voyage à une vitesse de  $2,89 \cdot 10^8$  m/s. On décide de calculer la nouvelle masse de l'électron, indiquez la (les) proposition(s) vraie(s) :**

- A)  $7,89 \cdot 10^{-31}$  kg
- B)  $8,1 \cdot 10^{-31}$  kg
- C)  $8,67 \cdot 10^{-31}$  kg
- D)  $9,09 \cdot 10^{-31}$  kg
- E)  $34,54 \cdot 10^{-31}$  kg

**QCM 24 : Retrouvez la pression atmosphérique (en mmHg), quand la pression partielle en dioxygène (hPa) est de 426 et que la fraction molaire en dioxygène est de 60% :**

- A) 191,7
- B) 255,6
- C) 391,3
- D) 532,6
- E) 710

**QCM 25 : A propos des états de la matière, indiquez la (les) proposition(s) vraie(s) :**

- A) L'oxygène ne reste pas dans le plasma, il traverse la membrane du globule rouge et se fixe à l'hémoglobine, c'est le transfert plasmatique
- B) La contrainte longitudinale se caractérise par la compression qui s'exerce sur les os
- C) Le module d'élasticité de Young est plus élevé dans le sens longitudinal des travées que dans le sens transversal
- D) On respire mieux à Isola 2000 que dans le parc de Valrose
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 26 : Le Bohrium (Z=107) a une masse atomique de 270,091 g, sachant que le nombre d'Avogadro est égal à  $6,02 \cdot 10^{23}$ , indiquez la (les) proposition(s) exacte(s) (inspiré des annales) :**

- A) Son nombre de masse est de 270
- B) La masse d'une mole d'atome est de 270,091 g
- C) La masse d'un atome est égale à  $39,913 \cdot 10^{23}$  g
- D) La masse d'un atome est égale à 270,091 u
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 27 : A propos de l'électron, indiquez la (les) proposition(s) exacte(s) :**

- A) Sa masse est de l'ordre de 1 unité de masse atomique
- B) Un eV correspond à une énergie de l'ordre du Joule
- C) Sa masse correspond à un équivalent énergétique de l'ordre de 1eV
- D) Un faisceau d'électron accéléré est indirectement ionisant
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 28 : A propos des états de la matière, indiquez la (les) proposition(s) exacte(s) :**

- A) La diffusion à travers la membrane alvéolo-capillaire se fait selon la loi de Pascal
- B) La loi de Henry s'utilise pour calculer la pression partielle d'un gaz
- C) Le passage de l'état solide à l'état gazeux est la sublimation
- D) Seuls les gaz inertes sont purement dissous
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 29 : A propos de la relation masse-énergie indiquez la (les) proposition(s) exacte(s) (inspiré des annales) :**

- A) La masse est une forme d'énergie
- B) Si la particule a une masse qui est relativiste, lorsque la vitesse est proche de la célérité, sa masse peut augmenter ou diminuer
- C) On calcule la nouvelle masse en divisant la masse de base par  $(1-v^2/c^2)$  (v étant la vitesse de la particule et c la célérité)
- D) L'équivalent énergétique du proton est de 939 keV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 30 : Un atome d'Indium ( $Z=49$ ) a une masse de 114,818 u, sachant que le nombre d'Avogadro est égal à  $6,02 \cdot 10^{23}$ , indiquez la (les) proposition(s) exacte(s) (inspiré des annales) :**

- A) La masse d'une mole d'atome est de  $19,07 \cdot 10^{-23}$  g
- B) Son nombre de masse est de 115
- C) La masse d'un atome est égale à  $19,07 \cdot 10^{-23}$  g
- D) Ce noyau est composé de 65 neutrons
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 31 : A propos des états de la matière, indiquez la (les) proposition(s) exacte(s) :**

- A) En altitude, on a plus de difficultés à respirer car il y a une augmentation de la pression atmosphérique
- B) L'oxygène se fixe à l'hémoglobine après avoir traversé directement la membrane du globule blanc
- C) L'os compact est essentiellement nutritif où se fait le développement de la moelle hématopoïétique
- D) Les directions des travées osseuses de l'os spongieux correspondent aux forces de pression
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 32 : OscarD respire, le CO<sub>2</sub> passe dans le sang où il acquiert une certaine concentration. Sachant que le CO<sub>2</sub> a une solubilité 20 fois supérieure à celui de l'O<sub>2</sub>. Ce dernier a un coefficient de 0,0105 mmol/L/kPa. La pression qu'exerce le CO<sub>2</sub> est de 40 Pascal. Quelle est la concentration du CO<sub>2</sub> dans le sang ?**

- A) 0,21 mmol/L
- B) 0,42 mmol/L
- C) 8,4 mmol/L
- D) 10,2 mmol/L
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Particules, ondes et atomes****2021 – 2022 (Pr. Darcourt)****QCM 1 : A**Explication du calcul :En utilisant la formule de Duane et Hunt, (beaucoup plus simple dans ce cas)Donc :  $E = 1240 / \text{longueur d'onde en NANOMETRE}$  et résultat en ELECTRONVOLTAlors :  $E = 1240 / 310 = 4 \text{ eV}$  □ Réponse A juste et D fausse

Ensuite on convertit en Joule :

 $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$  Donc on multiplie par 4 et ça nous donne  $6,4 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ Donc BC faux également.

Attention on multiplie pour passer des eV à des Joules et on divise pour passer de joules à eV.

Ce QCM était pour vous montrer qu'il faut faire attention aux unités, aux différentes formules et aux conversions

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

**QCM 2 : C**A) Faux : l'énergie de liaison est l'énergie qu'il faut apporter pour arracher un électron à l'édifice atomiqueB) Faux : pour De Broglie les particules possédant une masse en mouvement ont une longueur d'ondeC) VraiD) Faux : conséquence directeE) Faux**QCM 3 : C**A) Faux : sans vitesse initiale, attention cette définition c'est du par cœurB) Faux : le positon n'est pas du tout un proton hors du noyau, c'est une particule de charge inverse à l'électron mais qui a la même masse que luiC) VraiD) Faux : il a l'énergie de liaison la plus forte mais l'énergie de l'orbitale la plus faible car négativeE) Faux**QCM 4 : A**A) Vrai :  $A - Z = 127 - 53 = 74$ B) Faux : ils sont isobares, le nombre de neutron est différentC) Faux : l'atome est composé de 53 électrons mais le noyau n'a pas d'électronD) Faux : si on avait demandé l'énergie de liaison par nucléons ça aurait été bon mais là on parle de l'énergie de liaison des nucléons donc  $E/A = 8,17 \cdot 127 = 1\,037 \text{ MeV}$ E) Faux**QCM 5 : C**A) FauxB) FauxC) Vrai : On parle du défaut de masse de l'atome et pas du noyau, donc cette fois ci on va utiliser la masse des électrons (faites bien attention à l'énoncé, vérifiez bien si on vous parle de noyau/ d'atome, d'énergie de liaison ou d'énergie de liaison par nucléons etc... les pièges sont vite arrivés). Donc :Défaut de masse = (masse des électrons + masse des protons + masse des neutrons) – masse de l'atome =  $(53 \cdot 0,00055 + 53 \cdot 1,0072 + 74 \cdot 1,0086) - 126,904 = 1,142 \text{ u}$ D) FauxE) Faux



**QCM 6 : ABD**

- A) Vrai : la masse atomique est la masse molaire atomique  
B) Vrai : la masse d'un atome en uma est la même valeur que la masse molaire atomique en g  
C) Faux :  $18,998 / 6,02 \times 10^{23} = 3,16 \times 10^{-23}$  g attention il faut le -  
D) Vrai  
E) Faux

**QCM 7 : E**

- A) Faux  
B) Faux  
C) Faux  
D) Faux  
E) Vrai : Tout d'abord l'énergie doit être en Joule donc  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$  donc  $40 \text{ eV} = 64 \cdot 10^{-19} \text{ J}$   
 $\lambda = hc/|E| = 6,62 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8 / 64 \cdot 10^{-19} = 0,31 \cdot 10^{-7} = 31 \text{ nm}$

**QCM 8 : CD**

- A) Faux : sa vitesse est toujours la même et est égale à la célérité de la lumière  
B) Faux : en eV pas en Joule  
C) Vrai  
D) Vrai  
E) Faux

**QCM 9 : AC**

- A) Vrai  
B) Faux : Il a 209 nucléons car on arrondit à l'entier le plus proche  
C) Vrai  
D) Faux : 208,98 u pas gramme  
E) Faux

**QCM 10 : AC**

- A) Vrai  
B) Faux : 1/2000 u par 200  
C) Vrai  
D) Faux : Non rayonnement cathodique  
E) Faux

**QCM 11 : E**

- A) Faux  
B) Faux  
C) Faux  
D) Faux  
E) Vrai : Aucun calcul à faire, toutes les autres valeurs sont plus faibles que la masse initiale, or elle est sensée devenir plus importante (me détestez pas svp c'est important les QCM de réflexion en biophy)

**QCM 12 : ABD**

- A) Vrai  
B) Vrai  
C) Faux :  $270,09 / 6,02 \cdot 10^{23} = 44,8 \cdot 10^{-23}$  g attention aux puissances  
D) Vrai  
E) Faux

**QCM 13 : A**

- A) Vrai  
B) Faux : elle ne peut qu'augmenter  
C) Faux : attention c'est racine carré de  $(1-v^2/c^2)$   
D) Faux : 939 MeV  
E) Faux

**QCM 14 : BC**

- A) Faux : 114,818 g
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Faux :  $115 - 49 = 66$
- E) Faux

**QCM 15 : E**

- A) Faux : un atome de Mo a une masse 95,95 u
- B) Faux : il a 96 nucléons ATTENTION ON ARRONDIT A L'ENTIER LE PLUS PROCHE
- C) Faux : le nombre de masse (A) est de 96, le numéro atomique de 42
- D) Faux : un atome de Mo a une masse d'environ 16. 10-23 Grammes
- E) Vrai

**QCM 16 : A**

- A) Vrai :  $13,6 \cdot (Z - \sigma)^2 / n^2 = 13,6 \cdot (32 - 25)^2 / 3^2 = 74$ , attention le résultat est positif
- B) Faux
- C) Faux
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 17 : A**

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

**QCM 18 : BD**

- A) Faux : indépendante
- B) Vrai
- C) Faux
- D) Vrai : les quantums d'énergies
- E) Faux

**QCM 19 : BD**

- A) Faux : c'est la condensation
- B) Vrai
- C) Faux : 20 fois
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 20 : ACD**

- A) Vrai
- B) Faux : l'entier le plus proche attention
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 21 : A**

- A) Vrai  
B) Faux : anisotropes (attention vraiment unisotrope ça ne veut rien dire), le reste de la phrase est juste  
C) Faux : ça c'est une situation de stage, si la sat en O2 est de 91% on met le patient sous oxygène, il faut qu'elle soit supérieure à 95%  
D) Faux : c'est l'inverse  
E) Faux

**QCM 22 : C**

- A) Faux : 511 keV/c<sup>2</sup> ou 0,511 MeV/c<sup>2</sup>  
B) Faux : 1/2000 u par 200  
C) Vrai : en dehors de l'atome non mais l'atome oui elle est toujours négative  
D) Faux : Non rayonnement cathodique  
E) Faux

**QCM 23 : E**

- A) Faux  
B) Faux  
C) Faux  
D) Faux  
E) Vrai : aucun calcul à faire, toutes les autres valeurs sont plus faibles que la masse initiale, or elle est sensée devenir plus importante (me détestez pas svp c'est important les QCM de réflexion en biophy). Ça arrive régulièrement que des calculs ne soit pas à faire réellement car une seule réponse est cohérente.

**QCM 24 : D**

- A) Faux  
B) Faux  
C) Faux  
D) Vrai :  $P(\text{atm}) = P_i/F_i = 426/0,6 = 710 \text{ hPa}$  mais on veut le résultat en mmHg. Puisque  $1013 \text{ hPa} = 760 \text{ mmHg}$  alors  $710 \cdot 760 / 1013 = 532,6 \text{ mmHg}$   
E) Faux

**QCM 25 : BC**

- A) Faux : c'est le transfert érythrocytaire  
B) Vrai  
C) Vrai  
D) Faux : en altitude, on a plus de difficultés à respirer car il y a une diminution de la pression atmosphérique.  
E) Faux

**QCM 26 : ABD**

- A) Vrai  
B) Vrai  
C) Faux :  $270,09/6,02 \cdot 10^{23} = 44,8 \cdot 10^{-23} \text{g}$  attention aux puissances  
D) Vrai  
E) Faux

**QCM 27 : E**

- A) Faux : la masse de l'électron est de l'ordre de 1/2000 unité de masse atomique  
B) Faux :  $1 \text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{J}$  donc ce n'est pas du tout le même ordre de grandeur  
C) Faux : sa masse correspond à un équivalent énergétique de 511 keV  
D) Faux : il est directement ionisant puisque ce sont des particules chargées  
E) Vrai

**QCM 28 : CD**

- A) Faux : la loi de Fick  
B) Faux : la concentration d'un gaz dissous dans le sang  
C) Vrai  
D) Vrai  
E) Faux

**QCM 29 : A**

- A) Vrai
- B) Faux : elle ne peut qu'augmenter
- C) Faux : attention c'est racine carrée de  $(1-v^2/c^2)$
- D) Faux : 939 MeV
- E) Faux

**QCM 30 : BC**

- A) Faux : 114,818 g
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Faux :  $115-49=66$
- E) Faux

**QCM 31 : E**

- A) Faux : la pression diminue en altitude
- B) Faux : globule rouge
- C) Faux : l'os spongieux
- D) Faux : l'os compact
- E) Faux

**QCM 32 : C**

- A) Faux
- B) Faux
- C) Vrai : on utilise la loi de Henry : concentration = coefficient de solubilité \* Pression  
On sait que coefficient CO<sub>2</sub> = 20 \* celui de l'O<sub>2</sub> = 20 \* 0,0105 = 0,21  
Donc C (CO<sub>2</sub>) = 0,21 \* 40 = 8,4 mmol/L
- D) Faux
- E) Faux

## 2. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Interaction des rayonnements ionisants avec la matière

2021 – 2022 (Pr. Darcourt)

**QCM 1 : A propos des mécanismes d'atténuations, donnez la(les) proposition(s) exacte(s) ?**

- A) La probabilité d'interaction par effet photo-électrique est proportionnelle au nombre  $Z$  de l'atome
- B) Le phénomène Thompson-Rayleigh correspond à changement de direction du photon incident
- C) L'effet Compton est inversement proportionnel à l'énergie du photon incident  $h\nu$
- D) Lors de l'effet Compton, l'énergie incidente se partage en une énergie dites absorbée et une énergie dites diffusée
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 2 : A propos des interactions élémentaires, donnez la(les) proposition(s) exacte(s) ?**

- A) L'effet photo-électrique est un phénomène lors duquel l'énergie du photon incident est intégralement cédée à l'électron percuté
- B) Lors de l'interaction d'un rayonnement avec la matière, nous pouvons constater l'échauffement de la matière
- C) L'ionisation ne peut se faire que lorsque l'énergie du photon incident est strictement supérieure à l'énergie de liaison de l'électron
- D) L'énergie du phénomène d'excitation est le rapport des énergies de liaisons de deux couches de l'atome considéré
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 3 : Le plomb ( $Z = 82$ ) possède une couche de demi-atténuation de 4,8mm, quel sera le pourcentage transmis de photon transmis lorsqu'un photon incident traverse une couche de 1,44 cm de plomb ?**

- A) 25 %
- B) 75 %
- C) 12,5 %
- D) 87,5 %
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 4 : L'atome de Zinc ( $Z = 30$ ), subit une ionisation de la couche K vers la couche M, quels sont les phénomènes de réarrangement potentiellement observable ?**

Données :  $W_K = - 1,856 \text{ KeV}$  ;  $W_L = - 0,738 \text{ keV}$  ;  $W_M = - 698 \text{ eV}$ .

- A) L'émission d'un photon de fluorescence de 1118 eV
- B) L'émission d'un photon de fluorescence de 40 eV
- C) L'émission d'un électron d'Auger de 40 eV
- D) L'émission d'un photon de fluorescence de 738 eV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 5 : Soit un atome de Fluor subit une ionisation de sa couche L, à la suite de l'interaction d'un photon incident. Quelles sont les énergies potentiellement émises par un électron d'Auger lors de son retour à l'état fondamental ?**

Données :  $W_K = - 1\,103 \text{ eV}$  ;  $W_L = - 954 \text{ eV}$  ;  $W_M = - 185 \text{ eV}$ .

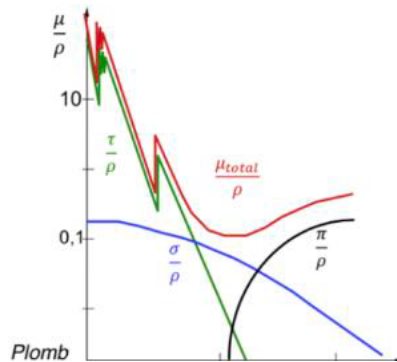
- A) 584 eV
- B) 149 eV
- C) 769 eV
- D) 185 eV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 6 :** On considère l'atome de Brome ( $Z=35$ ) ayant subi une ionisation de la couche L. Donnez la(les) proposition(s) exacte(s).

Données :  $W_K = -825 \text{ eV}$  ;  $W_L = -410 \text{ eV}$  ;  $W_M = -170 \text{ eV}$

- A) On pourra observer l'émission d'un photon de fluorescence d'énergie  $E = 825 \text{ eV}$
- B) On ne pourra pas observer l'émission d'un photon de fluorescence d'énergie  $E = 415 \text{ eV}$
- C) Le comblement direct de la couche M par un électron libre est impossible, car c'est la couche L qui est ionisée
- D) Le passage de la couche M à la couche L est possible sans émission d'électron d'Auger
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 7 :** A propos de ce diagramme, donnez la(les) proposition(s) exacte(s) :



- A) L'axe de l'abscisse correspond au niveau d'énergie du photon incident
- B) La courbe verte décrit la probabilité d'interaction par effet Compton
- C) La courbe noire décrit la probabilité d'interaction par création de paires
- D) L'évolution des 3 courbes dépend du  $Z$  (nombre atomique) de l'atome
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 8 :** Soit l'atome de fer ( $Z=26$ ). Les énergies de ses électrons sont (en keV) :  $W_K = -0,1913$  ;  $W_L = -0,0478$  ;  $W_M = -0,0213$ . Quel(s) est(sont) le(les) énergie(s) de photon incident capable de provoquer une ionisation de la couche L ?

- A) 200 eV
- B) 50 keV
- C) 0,80 eV
- D) 21,3 eV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 9 :** A propos des interactions des rayonnements avec la matière, quel(s) est(sont) la(les) proposition(s) exacte(s) ?

- A) L'électron expulsé par effet photo-électrique perd son énergie cinétique  $T$  de façon progressive
- B) La création de paires nécessite le franchissement d'un seuil énergétique de  $1,022 \text{ MeV}$
- C) Les neutrons rapides dans un milieu riche en hydrogène sont indirectement ionisant par création de protons secondaires responsables des ionisations
- D) Le pic de Bragg décrit le dépôt d'énergie des particules chargées positivement (particules alpha, protons) dans la matière
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

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

Après une ionisation d'un électron de la couche L de l'atome de chlore, on peut observer ?

- A) Un photon de fluorescence de 2800 eV
- B) Un photon de fluorescence de 200 eV
- C) Un photon de fluorescence de 190 eV
- D) Un électron d'Auger d'énergie cinétique égale à 190 eV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 11 : Pour se protéger d'un flux de photons de 511 keV, on dispose de fer dont la couche de demi-atténuation (CDA) est de 1,6 cm et de béton dont la CDA est de 5 cm. Quelle(s) est(sont) la(les) proposition(s) exacte(s) ?**

- A) L'association de 1,6 cm de fer et de 5 cm de béton laisse passer 50 % du flux de photons
- B) Le coefficient d'atténuation du fer est supérieur à celui du béton
- C) 16 cm de béton transmet la totalité du flux de photons
- D) 10 cm de béton transmet 25 % du flux de photons
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 12 : A propos de l'effet photo-électrique, donnez la (les) proposition(s) exacte(s) :**

- A) La diminution de la probabilité d'interaction par effet photo-électrique en fonction de l'énergie est irrégulière
- B) Il existe des maxima qui correspondent aux valeurs exactes des énergies de liaison des électrons de la matière
- C) Plus l'énergie du photon incident est élevée plus la probabilité d'interactions est élevée
- D) L'atome subira une perte progressive de son énergie cinétique T
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 13 : A propos de l'interaction des rayonnements avec la matière, donnez la (les) proposition(s) exacte(s) :**

- A) Dans le cas d'un choc « frontal », la totalité de l'énergie est diffusée
- B) Dans le cas d'un choc « tangentiel » la totalité de l'énergie est diffusée
- C) Les neutrons rapides dans un milieu riche en noyaux lourds, vont mettre en mouvement de protons secondaire
- D) Le coefficient massique d'atténuation dépend de l'état du milieu
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 14 : 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 L d'un atome de bore, quel(s) est (sont) le (les) ph.nom.ne(s) que l'on peut observer ?**

- A) Un photon de fluorescence de 190 eV
- B) Un photon de fluorescence de 180 eV
- C) Un électron d'Auger de 180 eV
- D) Un électron d'Auger de 10 eV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 15 : Quelle est en nanomètres, la longueur d'onde du photon de désexcitation d'un atome d'hydrogène lors de l'ionisation de la couche K ?**

- A) 91
- B) 100
- C) 200
- D) 50
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 16 : Pour se protéger d'un flux de photons de 511 keV, on dispose de fer dont la couche de demi-atténuation (CDA) est de 0,6 cm et de papier dont la CDA est de 18 cm, indiquez la(les) proposition(s) exacte(s) :**

- A) Pour atténuer 50 % du flux de photons incidents, il faut une épaisseur de papier 30 fois plus importante que de fer
- B) 6 cm de papier atténuent la totalité des photons incidents
- C) 3 CDA de papier transmet 87,5 % des photons incidents
- D) La combinaison de 0,6 cm de fer et de 18 cm de papier atténuent 75 % de photons incidents
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 17 : Pour se protéger d'un flux de photons de 511 keV, on dispose de fer dont la couche de demi-atténuation (CDA) est de 1 cm et de béton dont la CDA est de 5 cm. Indiquez la (les) proposition(s) exacte(s) :**

- A) L'association de 1 cm de fer et de 5 cm de béton laisse passer 50 % du flux de photons
- B) 10 cm de béton atténue 75 % des photons
- C) 10 cm de béton atténue la totalité du flux de photons
- D) 10 cm de béton transmet 25 % du flux de photons
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 18 : 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 190 eV
- B) Un photon de fluorescence de 10 eV
- C) Un électron d'Auger de 180 eV
- D) Un électron d'Auger de 11 eV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 19 : Quel(s) est(sont) le(les) photon(s) capable(s) d'ioniser la couche K ?**

**Données :  $W_K = -1\,103$  eV ;  $W_L = -954$  eV ;  $W_M = -185$  eV.**

- A) 1 103 eV
- B) 1 200 eV
- C) 900 eV
- D) 600 eV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 20 : A propos des interactions de la lumière avec la matière, donnez-la (les) proposition(s) exacte(s) :**

- A) Le transfert de l'énergie à la matière peut se faire par échauffement
- B) Le transfert de l'énergie à la matière peut se faire par excitation
- C) Le transfert de l'énergie à la matière peut se faire par ionisation
- D) Un rayonnement peut-être électromagnétique ou particulaire
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 21 : On considère l'atome de titane ( $Z=22$ ) et les énergies de ses électrons sont  $W_K = -1300$  eV ;  $W_L = -500$  eV ;  $W_M = -100$  eV. Quelles sont les photons de fluorescence observables lors du réarrangement de l'atome suite à une ionisation de la couche K ?**

- A) 1300 eV
- B) 100 eV
- C) 400 eV
- D) 1100 eV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 22 : On considère l'atome de Fer ( $Z=26$ ) et les énergies de ses électrons sont  $W_K = -1700$  eV ;  $W_L = -900$  eV ;  $W_M = -300$  eV. Quels sont les différentes énergies cinétiques d'électron Auger que l'on peut observer après une ionisation sur la couche K ?**

- A) 300 eV
- B) 1700 eV
- C) 900 eV
- D) 500 eV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 23 : Quelle est la couche de de demi atténuation de l'aluminium sachant qu'en traversant 9 cm 87,5% des photons initiaux ont été atténués ?**

- A) 2 cm
- B) 9 cm
- C) 3 cm
- D) 1,5 cm
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses



**QCM 24 :** Soit l'atome de Chlore ( $Z=17$ ). Il subit une excitation par passage de la couche K à la couche M. Les énergies de ses électrons sont (en eV) :  $W_K = -138,5$  ;  $W_L = -40$  ;  $W_M = -18,5$ . Quels phénomènes pourra-t-on observer lors de son retour à l'état fondamental ?

- A) Un photon de fluorescence d'énergie  $E = 138,5$  eV
- B) Un photon de fluorescence d'énergie  $E = 130$  eV
- C) Un photon de fluorescence d'énergie  $E = 21,5$  eV
- D) Un électron d'Auger d'énergie cinétique  $E = 80$  eV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 25 :** Pour se protéger d'un flux de photons d'énergie 850 eV, on dispose de rhénium dont la couche de demi-atténuation (CDA) est de 3 mm et de mercure dont la CDA est de 1 mm, indiquez la(les) proposition(s) exacte(s) :

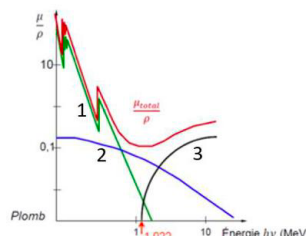
- A) 3 mm de rhénium et 1 mm atténuent 50 % du flux de photons
- B) 3 mm de rhénium et 2 mm atténuent 87,5 % du flux de photons
- C) 3 mm de rhénium et 2 mm transmet 12,5 % du flux de photons
- D) 3 mm de rhénium et 1 mm transmet 50 % du flux de photons
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 26 :** Soit l'atome de Fluor ( $Z = 9$ ). Dans le modèle de Bohr, les énergies de ses électrons (en eV) sont  $W_K = -540$  et  $W_L = -64$ . Il subit une excitation par passage de la couche 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) 412
- B) 476
- C) 64
- D) 540
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 27 :** A propos du graphique ci-contre :

- A) La courbe verte (1) représente l'effet photo-électrique
- B) La courbe bleu (2) représente la création de paire
- C) La courbe noire (3) représente l'effet Compton
- D) La courbe noire (3) représente l'effet photo-électrique
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses



**QCM 28 :** On considère un atome de fluor ( $Z = 9$ ) ayant subi une excitation d'un électron de sa couche K vers sa couche L. Les énergies de liaisons de l'atome de fluor sont  $W_K = 400$  keV,  $W_L = 200$  keV et  $W_M = 150$  keV. Quels sont les électrons d'Auger observables lors du retour de l'atome à son état fondamental.

- A) 200 keV
- B) 50 keV
- C) 400 keV
- D) 250 keV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 29 :** Quelle épaisseur de verre (CDA = 1,5 cm) faut-il pour atténuer exactement 75 % du flux de photons ?

- A) 3 cm
- B) 2 cm
- C) 4,5 cm
- D) 1,5 cm
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

**QCM 30 :** On considère un atome d'Iode ( $Z = 53$ ) ayant subi une ionisation d'un électron de sa couche L. Les énergies de liaisons de l'atome de fluor sont  $W_K = 40$  keV,  $W_L = 20$  keV et  $W_M = 10$  keV. Quels sont les électrons d'Auger observables lors du retour de l'atome à son état fondamental.

- A) 40 keV
- B) 20 keV
- C) 10 keV
- D) 30 keV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 31 : Quelle épaisseur de verre (CDA = 3 cm) faut-il pour atténuer exactement 50 % du flux de photons ?**

- A) 3 cm
- B) 6 cm
- C) 9 cm
- D) 13 cm
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 32 : Les énergies des électrons de l'atome de chlore ( $Z = 17$ ) sont  $W_K = - 2600$  eV ;  $W_L = - 130$  eV et  $W_M = - 20$  eV. Après une ionisation d'un électron de la couche K de l'atome de chlore, on peut observer ?**

- A) Un photon de fluorescence de 2600 eV
- B) Un photon de fluorescence de 2470 eV
- C) Un photon de fluorescence de 110 eV
- D) Un électron d'Auger d'énergie cinétique égale à 90 eV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 33 : Soit un atome de Fluor subit une ionisation de sa couche L, à la suite de l'interaction d'un photon incident. Quelles sont les énergies potentiellement émises par un électron d'Auger lors de son retour à l'état fondamental ?**

**Données :**  $W_K = - 1000$  eV ;  $W_L = - 950$  eV ;  $W_M = - 180$  eV.

- A) 1000 eV
- B) 770 eV
- C) 590 eV
- D) 180 eV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 34 : Pour se protéger d'un flux de photons de 511 keV, on dispose d'aluminium dont la couche de demi-atténuation (CDA) est de 3 cm et de bois dont la CDA est de 10 cm. Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?**

- A) L'association de 10 cm de bois et de 3 cm d'aluminium laisse passer 75 % du flux de photons
- B) Le coefficient d'atténuation du bois est inférieur à celui d'aluminium
- C) 20 cm de bois atténuent la totalité du flux de photons
- D) 100 cm de bois atténuent la totalité du flux de photons
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 35 : Les énergies des électrons de l'atome de bore ( $Z=5$ ) sont (dans le modèle de Bohr) :  $W_K = - 190$  eV et  $W_L = - 90$  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) 190 eV
- B) 110 eV
- C) 90 eV
- D) 100 eV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 36 : 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 photo-électrique
- B) Un effet Compton
- C) Un rayonnement par freinage
- D) Une création de paire
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Interaction des rayonnements ionisants avec la matière****2021 – 2022 (Pr. Darcourt)****QCM 1 : ABCD**

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

**QCM 2 : B**

- A) Faux : l'effet photo-électrique est un mécanisme d'atténuation et non pas un mécanisme d'interaction élémentaire
- B) Vrai : cours (échauffement, ionisation, excitation)
- C) Faux : l'ionisation peut se faire lorsque l'énergie du photon incident est supérieur et/ou égal à l'énergie de liaison de l'électron
- D) Faux : l'énergie du phénomène d'excitation est le rapport **la différence** des énergies de liaisons de deux couches de l'atome considéré
- E) Faux

**QCM 3 : C**

- A) Faux
- B) Faux
- C) Vrai :  $4,8 \text{ mm} = 4,8 \times 10^{-1} \text{ cm} = 0,48 \text{ cm}$ , on applique  $\frac{1,44}{0,48} = 3 \text{ CDA}$ . On sait qu'une CDA atténue 50% des photons, que deux CDA atténue 75% des photons, que trois CDA atténue 87,5% des photons. Le nombre de photons transmis est égal à  $100 - \text{photons atténués}$ . Par exemple, pour 3 CDA, on a  $100 - 87,5 = 12,5\%$ .
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 4 : ABCD**

- A) Vrai : un électron de la couche L va combler la couche K, émet un photon d'énergie  $E_{(L \rightarrow K)} = W_K - W_L = 1856 - 738 = 1118 \text{ eV}$
- B) Vrai : un électron de la couche M va combler la couche L, émet un photon d'énergie  $E_{(M \rightarrow L)} = W_L - W_M = 738 - 698 = 40 \text{ eV}$
- C) Vrai : un électron de libre comble la couche L, émettant un photon d'énergie  $E_L = W_L = 738 \text{ eV}$  puis le photon émis d'énergie  $E_L$  expulse un électron de la couche M, soit  $T = E_L - W_M = 738 - 698 = 40 \text{ eV}$
- D) Vrai : comblement de la couche L par un électron libre, photon de fluorescence d'énergie  $E_L = W_L = 738 \text{ eV}$
- E) Faux

**QCM 5 : C**

- A) Faux
- B) Faux
- C) Vrai : un électron libre vient combler la couche L, émettant un photon de fluorescence d'énergie  $E = 954 \text{ eV}$ , qui percute un électron et émet un électron d'Auger d'énergie  $E = W_L - W_M = 954 - 185 = 769 \text{ eV}$
- D) Faux
- E) Vrai

**QCM 6: BD**

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

**QCM 7 : AC**

- A) Vrai
- B) Faux : la courbe 1 décrit la probabilité d'interaction par effet photo-électrique
- C) Vrai
- D) Faux : il s'agit de la courbe de la création de pair, elle dépend uniquement de l'énergie du photon incident
- E) Faux

**QCM 8 : AB**

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Faux : ce photon incident est inférieur à toutes les énergies des électrons
- D) Faux : ce photon incident ne pourrait ioniser que la couche M
- E) Faux

**QCM 9 : ABCD**

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

**QCM 10 : BCD**

- A) Faux : il s'agirait d'un comblement de la couche K, cependant nous sommes dans le cas d'une ionisation de la couche L (AGAIN)
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 11 : BD**

- A) Faux : 2 CDA, donc transmission de 25 % des photons incidents
- B) Vrai
- C) Faux : 16 cm de béton atténuent la totalité du flux de photons
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 12 : AB**

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Faux : Plus l'énergie du photon incident est élevée plus la probabilité d'interactions est faible
- D) Faux : L'atome se réarrangera, l'électron expulsé subira une perte progressive de son énergie cinétique T
- E) Faux

**QCM 13 : B**

- A) Faux : Dans le cas d'un choc « frontal », la totalité de l'énergie est transmise
- B) Vrai
- C) Faux : Les neutrons rapides, dans un milieu riche en noyaux lourds, vont rebondir
- D) Faux : Le coefficient massique d'atténuation ne dépend pas de l'état du milieu contrairement au coefficient linéique d'atténuation
- E) Faux

**QCM 14 : E**

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

**QCM 15 : A**

- A) Vrai :  $W_K = -13,6 \text{ eV}$  donc  $\lambda \text{ (en nm)} = \frac{1240}{E(\text{en eV})} = \frac{1240}{13,6} = 91 \text{ nm}$
- B) Faux
- C) Faux
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 16 : AD**

- A) Vrai :  $\frac{18}{0,6} = 30$
- B) Faux : 6 cm de fer atténuent la totalité des photons incidents
- C) Faux : 3 CDA atténuent 87,5 % des photons incidents
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 17 : BD**

- A) Faux : 1 CDA de fer + 1 CDA de b ton = 2 CDA, donc on laisse passer 25 % de photons
- B) Vrai : 2 CDA atténuent 75 % des photons
- C) Faux : 10 cm de fer atténuent la totalité du flux de photons
- D) Vrai : 2 CDA transmet 25 % des photons
- E) Faux

**QCM 18 : ABC**

- A) Vrai : comblement direct de la couche k par un électron libre
- B) Vrai : comblement direct de la couche L par un électron libre
- C) Vrai : comblement direct de la couche k par un électron libre, émission d'un photon de fluorescence de 190 eV qui va percuter un électron de la couche L ! Donc  $190 - 10 = 180 \text{ eV}$
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 19 : AB**

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

**QCM 20 : ABCD**

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

**QCM 21 : ABC**

- A) Vrai : comblement direct de la couche K
- B) Vrai : comblement direct de la couche M
- C) Vrai : comblement de la couche L par un électron de la couche M
- D) Faux : comblement de la couche k par un électron de la couche M, émission d'un photon de fluorescence de  $1300 - 100 = 1200 \text{ eV}$ . Ce photon va percuter un électron de la couche M,  $1200 - 100 = 1100 \text{ eV}$
- E) Faux

**QCM 22 : AD**

- A) Vrai : comblement de la couche L par un électron de la couche L, émission d'un photon de fluorescence de  $900 - 300 = 600$  eV. Ce photon va percuter un électron de la couche M,  $600 - 300 = 300$  eV  
B) Faux : Comblement direct de la couche K (fluorescence)  
C) Faux : comblement direct de la couche L (fluorescence)  
D) Vrai : comblement de la couche K par un électron de la couche M, émission d'un photon de fluorescence de  $1700 - 300 = 1400$  eV. Ce photon va percuter un électron de la couche L,  $1400 - 900 = 500$  eV  
E) Faux

**QCM 23 : C**

- A) Faux  
B) Faux  
C) Vrai : 3 CDA atténuent 87,5 % des photons donc si 3 CDA = 9 cm, 1 CDA = 3 cm  
D) Faux  
E) Faux

**QCM 24 : BCD**

- A) Faux : il ne s'agit pas d'une ionisation donc pas de comblement direct  
B) Vrai : comblement de la couche K par un électron de la couche M  
C) Vrai : comblement de la couche L par un électron de la couche M  
D) Vrai : comblement de la couche K par un électron de la couche L, puis expulsion d'un électron de la couche M  
E) Faux

**QCM 25 : BC**

- A) Faux : 2 CDA atténuent 75 %  
B) Vrai  
C) Vrai  
D) Faux : 2 CDA transmet 25 %  
E) Faux

**QCM 26 : B**

- A) Faux  
B) Vrai : comblement de la couche K par un électron de la couche L, puis expulsion d'un électron de la couche L  
C) Faux  
D) Faux  
E) Faux

**QCM 27 : A**

- A) Vrai : 1 = photo-électrique ; 2 = compton ; 3 = création de paire  
B) Faux  
C) Faux  
D) Faux  
E) Faux

**QCM 28 : B**

- A) Faux  
B) Vrai : comblement de la couche k par un électron de la couche M, émission d'un photon de  $400 - 200 = 200$  keV. Le photon émis percute un électron de la couche M, émis avec une énergie cinétique  $E = 200 - 150 = 50$  keV.  
C) Faux  
D) Faux  
E) Faux

**QCM 29 : C**

- A) Faux
- B) Faux
- C) Vrai : 75 % d'atténuation = 3 CDA donc  $1,5 \times 3 = 4,5$  cm
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 30 : C**

- A) Faux
- B) Faux
- C) Vrai : comblement direct de la couche L, émission d'un photon de 20 keV. Ce photon va percuter un électron de la couche M
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 31 : A**

- A) Vrai : 50 % = 1 CDA
- B) Faux
- C) Faux
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 32 : ABCD**

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

**QCM 33 : C**

- A) Faux : on ne touche pas à la couche K si on parle de la couche L
- B) Faux : on ne touche pas à la couche K si on parle de la couche L
- C) Vrai
- D) Faux : on ne touche pas à la couche K si on parle de la couche L
- E) Faux

**QCM 34 : B**

- A) Faux : l'association de 10 cm de bois et de 3 cm d'aluminium atténuent 75 % du flux de photons
- B) Vrai : la CDA la plus grande aura le coefficient le plus bas
- C) Faux : 20 cm = 2 CDA de bois
- D) Faux : 100 cm = 10 CDA de bois
- E) Faux

**QCM 35 : ACD**

- A) Vrai : comble direct de la couche K par un électron libre
- B) Faux
- C) Vrai : comble direct de la couche L par un électron libre
- D) Vrai : passage d'un électron de la couche L à la couche K
- E) Faux

**QCM 36 : AB**

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Faux : ce sont des photons pas des électrons
- D) Faux : pas assez énergétique car inférieur 1022 keV
- E) Faux

### 3. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Rayons X

2021 – 2022 (Pr. Darcourt)

**QCM 1 : A propos des rayons X, on peut dire qu'ils sont :**

- A) Produits par l'interaction des photons avec la matière
- B) Responsables d'un spectre continu
- C) Responsables d'un spectre de raies uniquement
- D) La cathode est l'émetteur d'électron
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 2 : A propos des Rayons X, quel(s) est(sont) la(les) proposition(s) exacte(s) ?**

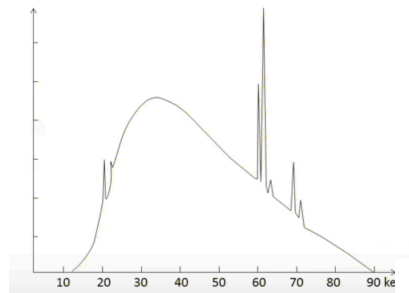
- A) Si on diminue le kilo-voltage, la puissance consommée diminue
- B) L'énergie maximale des photons est proportionnelle à la haute tension U
- C) L'énergie rayonné est proportionnel à la haute tension U au carré
- D) Le rendement dépend du courant anodique i
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 3 : Calculez le rendement d'un tube à rayons X avec une cible en Tungstène ( $Z=74$ ) soumis à une haute tension de 80kV ?**

**Données :**  $k = 4.10^{-8}$  ;  $i = 1 \text{ mA}$

- A) 23,7 %
- B) 12 %
- C) 8,5 %
- D) 9,3 %
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 4 : A propos du spectre de rayons X ci-dessous, donnez la(les) proposition(s) exacte(s) :**



- A) Le tube qui le produit fonctionne sous une haute tension de 90 eV
- B) Si on change la cible la partie continue du spectre sera modifiée
- C) Si on augmente l'intensité du courant de chauffage les valeurs des pics de la composante de raies seront modifiées
- D) La composante de raie est liée à l'émission d'électron d'Auger
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 5 : A propos des Rayons X, donnez la(les) proposition(s) exacte(s) :**

- A) Lors de l'interaction des électrons avec la matière par freinage l'énergie rayonnée sous la forme d'un photon est quantifiée
- B) Lors de l'interaction des électrons avec la matière par collision l'énergie rayonnée sous la forme d'un photon est quantifiée
- C) Lors de l'interaction des électrons avec la matière par collision l'énergie rayonnée sous la forme d'un photon n'est pas quantifiée
- D) Lors de l'interaction des électrons avec la matière par freinage l'énergie rayonnée sous la forme d'un photon n'est quantifiée
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses



**QCM 6 : Soit trois tubes à rayons X, fonctionnant sous trois régimes différents :**

- Tube 1 :  $U = 140 \text{ kV}$  et  $i = 10 \text{ mA}$

- Tube 2 :  $U = 60 \text{ kV}$  et  $i = 20 \text{ mA}$

- Tube 3 :  $U = 120 \text{ kV}$  et  $i = 10 \text{ mA}$

**Donnez la (les) proposition(s) exacte(s) :**

A) Le tube 2 a une puissance consommée qui est 4 fois supérieur au tube 3

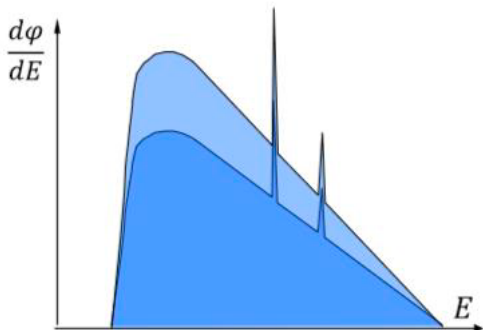
B) Le tube 3 a un rendement égal au tube 2

C) La puissance rayonnée du tube 1 et celle du tube 2 ont un facteur de proportionnalité égale à  $\sqrt{4}$

D)  $K = \frac{k}{2}$

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

**QCM 7 : A propos des Rayons X, donnez la (les) proposition(s) exacte(s) concernant ce diagramme :**



A) La différence entre les 2 courbes tient au changement de la cible

B) Un nouveau milli ampérage peut être responsable de cette nouvelle courbe

C) Une nouvelle haute tension peut être responsable de cette nouvelle courbe

D) Il s'agit du spectre théorique de la composante continue

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

**QCM 8 : Un tube à rayon X fonctionne sous une tension de 62 kV. Quelle est la longueur d'onde minimale des photons X émis par ce tube ?**

A) 20 eV

B)  $2 \times 10^{-2} \text{ nm}$

C)  $200 \times 10^{-4} \text{ nm}$

D) 20 nm

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

**QCM 9 : Quelles sont les parmi les propositions suivantes les données qui augmente lorsque l'on augmente le milli-ampérage dans un tube à rayons X ?**

A) Le rendement du tube

B) Le flux énergétique

C) L'énergie des raies caractéristiques

D) La puissance consommée par le tube

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

**QCM 10 : A propos des rayons X, on peut dire qu'ils sont :**

A) Produits par l'interaction des photons avec la matière

B) Responsables d'un spectre continu

C) Responsables d'un spectre de raies uniquement

D) La cathode est l'émetteur d'électron

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

**QCM 11 : A propos des Rayons X, donnez-la (les) proposition(s) exacte(s) :**

- A) Lors de l'interaction des électrons avec la matière par freinage l'énergie rayonnée sous la forme d'un photon est quantifiée
- B) Lors de l'interaction des électrons avec la matière par collision l'énergie rayonnée sous la forme d'un photon est quantifiée
- C) Lors de l'interaction des électrons avec la matière par collision l'énergie rayonnée sous la forme d'un photon n'est pas quantifiée
- D) Lors de l'interaction des électrons avec la matière par freinage l'énergie rayonnée sous la forme d'un photon n'est quantifiée
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 12 : A propos des rayons X, donnez-la (les) proposition(s) exacte(s) :**

- A) Il existe 2 types d'interaction électron/atome : par freinage et par collision
- B) L'interaction par freinage se fait entre un électron et les protons du noyau de l'atome qui compose l'anode
- C) Le courant de chauffage est entre la cathode et l'anode, il est de l'ordre de l'ampère
- D) Le courant anodique circulant dans le filament de la cathode, est de l'ordre du milliampère
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 13 : Les rayons X sont :**

- A) Des électrons
- B) Des photons
- C) Des rayonnements ionisants
- D) Des particules
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 14 : A propos des rayons X, indiquez la(les) proposition(s) exacte(s) :**

- A) L'interaction électron-électron est appelée interaction par collision
- B) L'interaction électron-noyau est appelée interaction par freinage
- C) L'interaction par collision est responsable du spectre énergétique continu des rayons X
- D) L'interaction par freinage est responsable du spectre énergétique de raies des rayons X
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 15 : Un rayon X ...**

- A) Est produit par l'interaction des photons avec les électrons de la matière
- B) Est produit par l'interaction des électrons avec les électrons de la matière
- C) Est produit par l'interaction des électrons avec les noyaux de la matière
- D) Est un rayonnement électromagnétique
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 16 : A propos des rayons X, quelle(s) est(sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?**

- A) Ce sont des rayonnements ionisants
- B) La formule du rendement  $r = KZU$ , avec  $K = k/2$
- C) La haute tension  $U$  est numériquement égale à l'énergie maximale des rayons X
- D) La longueur d'onde minimale produite par un tube à rayons X soumis à une haute tension de 80 keV est de  $15,5 \times 10^{-3}$  nm
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 17 : Calculez le flux énergétique d'un tube à rayons X avec une cible en Molybdène ( $Z=42$ ) soumis à une haute tension de 100 kV.**

**Données :**  $k = 4.10^{-6}$  ;  $i = 1$  mA

- A)  $1,68 \times 10^3$
- B)  $0,84 \times 10^6$
- C)  $0,84 \times 10^3$
- D) 0,84
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 18 : A propos des rayons X, indiquez la (les) proposition(s) exacte(s) :**

- A) La puissance consommée est égale à  $P = Ui$
- B) Le rendement est égal à  $r = KZU$
- C) La puissance rayonnée est égale à  $\varphi = KiZU^2$
- D) Le flux énergétique est égal à  $\varphi = \frac{kiZU^2}{2}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 19 : 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) Par freinage des photons incidents par les noyaux
- B) Par création de paire
- C) Par effet photo-électrique
- D) Par freinage des photons incidents par les électrons
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 20 : Soit un tube à rayons X :**

- A) L'anode est chauffée par un courant électrique
- B) Il s'agit d'un tube plein
- C) On utilise une cathode tournante pour augmenter la chaleur dans le tube
- D) L'interaction des photons avec le patient se fait par effet photo-électrique et effet compton
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Rayons X****2021 – 2022 (Pr. Darcourt)****QCM 1 : BD**

- A) Faux : l'interaction des électrons avec la matière
- B) Vrai
- C) Faux : on aura un spectre de raie et un spectre continu
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 2 : AB**

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Faux : la puissance rayonné
- D) Faux : une fois simplifié on se rend compte que la formule du rendement est  $r = KZU$
- E) Faux

**QCM 3 : B**

- A) Faux
- B) Vrai :  $r = \frac{k}{2} ZU = KZU = 2 \times 10^{-8} \times 74 \times 80\,000 = 1,2 \times 100 = 12 \%$
- C) Faux
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 4 : E**

- A) Faux : 90 KV
- B) Faux : La composante de raie sera modifiée si on change la cible
- C) Faux : Si on augmente l'intensité du courant de chauffage, c'est la composante continue qui sera modifiée
- D) Faux : Il s'agit de l'émission de photon  $\rightarrow$  de Rayons X
- E) Vrai

**QCM 5 : BD**

- A) Faux : \*N'est pas quantifiée
- B) Vrai
- C) Faux : \*Est quantifiée
- D) Vrai
- E) Vrai

**QCM 6 : D**

- A) Faux : Le tube 2 a une puissance consommée qui est égale au tube 3
- B) Faux : Le tube 3 à un rendement 2 fois supérieur au tube 2
- C) Faux :  $\varphi_1 = KiZU^2 = KZ \cdot 10 \cdot 140 \cdot 140 = 196\,000$   $\varphi_2 = KiZU^2 = KZ \cdot 10 \cdot 60 \cdot 60 = 72\,000$
- D) Vrai : Le coefficient massique d'atténuation ne dépend pas de l'état du milieu contrairement au coefficient linéique d'atténuation
- E) Faux

**QCM 7 : B**

- A) Faux : La différence entre les 2 courbes tient au changement du milli ampérage
- B) Vrai : Un nouveau milli ampérage peut-être responsable de cette nouvelle courbe
- C) Faux : la valeur de  $E_{max}$  n'a pas changé
- D) Faux : Il s'agit du spectre réel de la composante continue
- E) Faux

**QCM 8 : BC**A) FauxB) Vrai :  $\lambda(en\ nm) = \frac{1240}{E\ (en\ eV)} = \frac{1240}{62 \times 10^3} = 20 \times 10^{-3}\ nm = 2 \times 10^{-2}\ nm = 200 \times 10^{-4}\ nm$ C) VraiD) FauxE) Faux**QCM 9 : BD**A) Faux :  $r = KZU$ B) Vrai :  $\varphi = KiZU^2$ C) Faux : l'énergie des raies caractéristiques dépend de la cibleD) Vrai :  $P = Ui$ E) Faux**QCM 10 : BD**A) Faux : l'interaction des électrons avec la matièreB) VraiC) Faux : on aura un spectre de raie et un spectre continuD) VraiE) Faux**QCM 11 : BD**A) Faux : \*N'est pas quantifiéeB) VraiC) Faux : \*Est quantifiéeD) VraiE) Faux**QCM 12 : AB**A) VraiB) VraiC) Faux : le courant de chauffage circule dans le filament de la cathode, il est de l'ordre de l'ampèreD) Faux : le courant anodique circulant entre la cathode et l'anode, est de l'ordre du milliampèreE) Faux**QCM 13 : BC**A) FauxB) VraiC) VraiD) FauxE) Faux**QCM 14 : AB**A) VraiB) VraiC) Faux : par freinageD) Faux : par collisionE) Faux

**QCM 15 : BCD**

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

**QCM 16 : ABCD**

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

**QCM 17 : C**

- A) Faux
- B) Faux
- C) Vrai :  $\varphi = \frac{kizU^2}{2} = \frac{4 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-3} \times 42 \times (100 \times 10^3)^2}{2} = 840 = 0,84 \times 10^3$
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 18 : ABCD**

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Vrai : attention aux synonymes
- D) Vrai : attention aux synonymes
- E) Faux

**QCM 19 : E**

- A) Faux : électrons pas photons
- B) Faux : ce ne sont pas des photons
- C) Faux : ce ne sont pas des photons
- D) Faux : freinage = noyaux
- E) Vrai

**QCM 20 : D**

- A) Faux : cathode pas anode
- B) Faux : un tube vide
- C) Faux : anode pas cathode
- D) Vrai
- E) Faux

## 4. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Noyau

2021 – 2022 (Pr. Darcourt)

**QCM 1 : A propos du noyau, donnez-la (les) proposition(s) vraie(s) :**

- A) Dans le tableau de Mendeleïev, les lignes regroupent des familles avec des propriétés physico-chimique identiques
- B) Le proton est un nucléon stable à l'état libre avec une vitesse non relativiste
- C) L'énergie de liaison des électrons s'exprime en keV
- D) Les noyaux avec un  $A > 200$  sont instables (dans la majorité des cas)
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 2 : Azraël avec sa force de folie, décide de faire fusionner un noyau de deutérium  ${}^2_1H$  et un noyau d'hélium radioactif  ${}^3_2He$  pour former de l'hélium  ${}^4_2He$  et un proton. Quelle est l'énergie de liaison par nucléon (en MeV) d'un noyau d'hélium radioactif :**

$E({}^2_1H) = 2,4 \text{ MeV}$        $E({}^4_2He) = 28 \text{ MeV}$        $E \text{ totale de la fusion} = 17,8 \text{ MeV}$        $E(\text{proton}) = 0 \text{ MeV}$

- A) 2,1
- B) 2,6
- C) 2,9
- D) 3,1
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 3 : A propos du noyau, donnez-la (les) proposition(s) vraie(s) :**

- A) Thomson décrit l'atome comme un « pudding au raisin » composé d'une pâte négative qui contient des particules positives : les protons, ce qui rend l'atome neutre
- B) Lors de son expérience de la feuille d'or, Rutherford remarque qu'une particule sur 20 000 rebondit à  $180^\circ$
- C) La table des nuclides répertorie les 300 nuclides stables et les 2500 radioactifs
- D) La masse d'un noyau constitué est inférieure à la somme des masses de ses nucléons
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 4 : Alexis, votre incroyable tuteur de chimie, s'amuse à recopier la table des nuclides. Mais Carl, votre tuteur de biostat qu'on aime, arrive et efface plusieurs éléments du tableau. Aide Alexis à retrouver ces éléments. (Inspiré des annales)**

**Données :  $Z = 16$  : Soufre ;  $Z = 18$  : Argon**

- A)  $W = {}^{1633}S$
- B)  $X = {}^{1634}S$
- C)  $Y = {}^{1738}Cl$
- D)  $Z = {}^{1835}Ar$
- E)  $Z = {}^{1836}Ar$

	Y	
X		
	${}^{35}_{17}Cl$	Z
W		

**QCM 5 : Calculez l'énergie de liaison par nucléons du calcium  $Z=20$ , donnez-la (les) proposition(s) vraie(s) (inspiré des annales) :**

**Données : masse proton :  $1,007 \text{ u}$  ; masse neutron :  $1,009 \text{ u}$  ; masse du noyau de Ca :  $40,09 \text{ u}$**

- A)  $4,18 \text{ MeV/A}$
- B)  $5,35 \text{ MeV/A}$
- C)  $6,02 \text{ MeV/A}$
- D)  $214,37 \text{ MeV/A}$
- E)  $247,51 \text{ MeV/A}$

**QCM 6 : A propos des forces nucléaires, donnez-la (les) proposition(s) vraie(s) :**

- A) La force électrostatique est la force répulsive entre les protons à courte distance
- B) L'interaction forte est celle qui se situe dans les nucléons eux-mêmes et assure leur stabilité
- C) Elle explique donc la radioactivité isobarique car elle permet le changement de nature des nucléons (proton devient neutron)
- D) L'intensité de la force électrostatique est proportionnelle au produit des 2 charges et inversement proportionnelle au carré de la distance
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 7 : Aidez Alexsan à calculer le défaut masse du Vanadium ( $Z=23$ ,  $A=51$ ) sachant que son énergie de liaison est de 439 MeV :**

Données : masse proton : 1,007 u ; masse neutron : 1,009 u

- A) 0,471 u
- B) 0,528 u
- C) 0,637 u
- D) 0,669 u
- E) 0,725

**QCM 8 : Karl (votre tuteur de biostat) se questionne à propos du noyau atomique, donnez la (les) proposition(s) exacte(s) :**

- A) Dalton émet l'hypothèse d'une sphère dure pleine de matière
- B) Rutherford a permis de comprendre la structure de l'atome grâce à un émetteur de radioactivité alpha dans une boîte en plomb qui envoie des particules alpha sur une feuille d'or avec une couronne de détecteur à 360°
- C) Le défaut de masse est lié à l'énergie de liaisons des nucléons dans le noyau en Joule
- D) L'interaction faible est répulsive
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 9 : Vos tutrices d'UE10 ont calculé l'énergie libérée lors de la fission (à l'aide d'un neutron) d'un noyau de plutonium 239 (masse de 239,0521 u) en un noyau de Xénon 134 (133,905 u) et de Zirconium 103 (102,926) ainsi que 3 neutrons (1,009 u), quel résultat ont-elles trouvé ?**

- A) 97,078 MeV
- B) 152,738 MeV
- C) 189,187 MeV
- D) 203,100 MeV
- E) 241,919 MeV

**QCM 10 : Retrouvez les noyaux manquant dans la table des nuclides suivantes (Palladium  $Z = 46$  ; Ruthérium  $Z = 45$ , Argent  $Z = 47$ ) (inspiré des annales) :**

- A)  $W = {}^{45}_{102}\text{Ru}$
- B)  $X = {}^{46}_{102}\text{Ru}$
- C)  $Y = {}^{47}_{102}\text{Ag}$
- D)  $Z = {}^{45}_{100}\text{Pd}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

57	W		
56		X	
55	Z		Y
	45	46	47

**QCM 11 : Calculez l'énergie de liaison par nucléon d'un noyau de deutérium utilisé pour la production d'hélium (et d'un neutron) par sa fusion au tritium :**

Données : E/A du tritium : 2,8 MeV ; E/A d'hélium : 6,8 MeV ; E/A du neutron : 0 MeV ; E totale : 16,97 MeV

- A) 4,912 MeV
- B) 3,281 MeV
- C) 2,381 MeV
- D) 1,863 MeV
- E) 0,915 MeV



**QCM 12 : Calculez l'énergie de liaison des nucléons (en MeV) de l'iode-127 ( $Z=53$ ), donnez-la (les) proposition(s) vraie(s) (inspiré des annales) :**

**Données :** masse proton : 1,007 u ; masse neutron : 1,009 u ; masse du noyau de l'iode-127 : 126,9 u

- A) 7,2
- B) 8,3
- C) 828,182
- D) 1059,1
- E) 1339,19

**QCM 13 : Calculez l'énergie de liaison des nucléons (en MeV) du samarium ( $Z=62$ ) de masse molaire atomique = 150,360 u.**

**Données :** Masses : du proton = 1.007 ; du neutron = 1.009 ; de l'électron = 0.00055

- A) 806
- B) 690
- C) 850
- D) 780
- E) 640

**QCM 14 : A propos des facteurs de stabilités, indiquez la (les) proposition(s) exacte(s) :**

- A) Avec l'énergie de liaison par nucléons, le pic de stabilité est pour le Nickel 60 avec 9,5 MeV
- B) Les pics de stabilités sont dû aux nombres magiques
- C) Les noyaux avec le nombre de protons et de neutrons impairs sont stables car le nombre de nucléons est pairs
- D) Les noyaux stables de  $A > 20$ , le sont grâce à un nombre de neutron supérieur et reste sur la première bissectrice
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 15 : A propos de la radioactivité, donnez-la (les) proposition(s) exacte(s) :**

- A) Lors d'une transformation isobarique, la masse se conserve car l'élément chimique reste le même
- B) Les noyaux les plus stables sont en haut de la vallée de la stabilité et les moins stables au fond, la stabilité augmentant avec la pente
- C) Le spectre d'une transformation symbolise la conservation de l'énergie de la transformation
- D) L'état métastable est un état instable à cause d'un déficit énergétique
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 16 : A propos du noyau, donnez-la (les) proposition(s) vraie(s) :**

- A) Rutherford a mis un émetteur bêta + dans une boîte en plomb pour en créer un faisceau qui va traverser une fine feuille d'or
- B) Le nombre de neutron est trouvé par le nombre de nucléons moins le nombre de proton
- C) Les isobares sont des atomes avec un nombre de protons différents mais un nombre de nucléons identiques
- D) Les nombres magiques sont des nombres qui permettent d'avoir une grande stabilité et crée des pics sur le TPE
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 17 : Calculer le défaut masse du Vanadium ( $Z=23$ ,  $A=51$ ) sachant que son énergie de liaison est de 439 MeV :**

**Données :** masse proton : 1,007 u ; masse neutron : 1,009 u ;

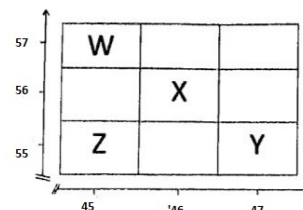
- A) 0,471 u
- B) 0,578 u
- C) 0,637 u
- D) 0,669 u
- E) 0,725 u

**QCM 18 : A propos du noyau atomique, indiquez la (les) proposition(s) vraie(s) :**

- A) Dalton émet l'hypothèse d'une sphère dure pleine de matière
- B) Rutherford a permis de comprendre la structure de l'atome grâce à un émetteur de radioactivité alpha dans une boîte en plomb qui envoie des particules alpha sur une feuille d'or avec une couronne de détecteur à 360°
- C) Le défaut de masse est lié à l'énergie de liaisons des nucléons dans le noyau en Joule
- D) L'interaction faible est répulsive
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 19 : Retrouvez les noyaux manquant dans la table des nuclides suivantes (Palladium Z=46 ; Ruthérium Z=45, Argent Z=47) (inspiré des annales) :**

- A)  $W = {}^{102}_{45}Ru$
- B)  $X = {}^{102}_{46}Ru$
- C)  $Y = {}^{102}_{47}Ag$
- D)  $Z = {}^{100}_{45}Pd$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 20 : Calculez l'énergie de liaison par nucléon d'un noyau de deutérium utilisé pour la production d'hélium (et d'un neutron) par sa fusion au tritium :**

Données : E/A du tritium : 2,8 MeV ; E/A d'hélium : 6,8 MeV ; E/A du neutron : 0 MeV ; E totale : 16,97 MeV

- A) 4,912 MeV
- B) 3,281 MeV
- C) 2,381 MeV
- D) 1,863 MeV
- E) 0,915 MeV

**QCM 21 : Calculez l'énergie de liaison des nucléons (en MeV) de l'iode-127 (Z=53), indiquez la (les) proposition(s) exacte(s) (inspiré des annales) :**

Données : masse proton : 1,007 u ; masse neutron : 1,009 u ; masse du noyau de l'iode-127 : 126,9 u

- A) 7,2
- B) 8,3
- C) 828,182
- D) 1059,1
- E) 1339,19

**Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Noyau****2021 – 2022 (Pr. Darcourt)****QCM 1 : CD**

- A) Faux : ce sont les colonnes qui font des familles  
 B) Faux : tout est vrai sauf que c'est la masse qui est non relativiste et pas la vitesse  
 C) Vrai  
 D) Vrai  
 E) Faux

**QCM 2 : B**

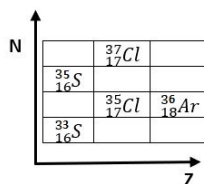
- A) Faux  
 B) Vrai : alors tout d'abord on écrit la réaction :  ${}^2_1\text{H} + {}^3_2\text{He} \rightarrow {}^4_2\text{He}$   
 On sait que l'énergie totale libérée est de 17,8 MeV.  
 On essaie donc de remonter jusqu'à l'énergie de liaison par nucléons :  
 $E = 17,8 = E_{\text{final}} - E_{\text{initiale}}$   
 $E = E({}^4_2\text{He}) - E({}^2_1\text{H} + {}^3_2\text{He})$   
 $E = 28 - 2,4 - E({}^3_2\text{He})$   
 $E({}^3_2\text{He}) = 25,6 - 17,8 = 7,8$   
 Or on demande l'énergie de liaison par nucléons. Donc on divise l'énergie de l'hélium radioactif par son nombre de nucléons soit  $7,8 / 3 = 2,6 \text{ MeV/A}$   
 C) Faux  
 D) Faux  
 E) Faux

**QCM 3 : BCD**

- A) Faux : le pudding au raisin est une pâte positive avec des charges négatives pour rendre la pâte neutre  
 B) Vrai  
 C) Vrai  
 D) Vrai  
 E) Faux

**QCM 4 : ACE**

- A) Vrai  
 B) Faux  
 C) Vrai  
 D) Faux  
 E) Vrai : quel casse-pied ce Carl quand même

**QCM 5 : B**

- A) Faux  
 B) Vrai :  $\Delta M = (Z \cdot \text{masse proton} + N \cdot \text{masse neutron}) - \text{masse noyau} = (20 \cdot 1,007 + 20 \cdot 1,009) - 40,09 = 40,32 - 40,09 = 0,23 \text{ u}$   
 $E = 0,23 \cdot 931,5 = \text{environ } 214$   
 $E/A = 214/40 = 5,35 \text{ MeV/A}$   
 C) Faux  
 D) Faux : on demande l'énergie de liaison par nucléons donc entre 0 et 8,5, on peut donc déjà éliminer D et E  
 E) Faux

**QCM 6 : AD**

- A) Vrai  
 B) Faux : L'interaction forte est celle qui se situe dans les nucléons eux-mêmes et assure leur stabilité  
 C) Faux : Idem on parle de l'interaction faible  
 D) Vrai  
 E) Faux

**QCM 7 : A**

- A) Vrai :  $E = \Delta M \cdot 931,5$  donc  $\Delta M = E / 931,5 = 439 / 931,5 = 0,471 \text{ u}$   
B) Faux  
C) Faux  
D) Faux  
E) Faux

**QCM 8 : ABCD**

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

**QCM 9 : C**

- A) Faux  
B) Faux  
C) Vrai :  $\Delta M = (\text{Masse du père} + \text{neutron}) - (\text{masse des fils} + 3 \cdot 1,009) = 239,0521 + 1,009 - 133,905 - 102,926 - 3 \cdot 1,009 = 0,2031 \text{ u}$   
 $E = 0,2031 \cdot 931,5 = 189,1876 \text{ MeV}$   
D) Faux  
E) Faux

**QCM 10 : AC**

- A) Vrai  
B) Faux : l'élément  $Z=46$  est le palladium  
C) Vrai  
D) Faux : l'élément  $Z=45$  est le ruthérium  
E) Faux

**QCM 11 : E**

- A) Faux  
B) Faux  
C) Faux  
D) Faux  
E) Vrai :  $E(\text{finale}) = E/A \text{ Hélium} \cdot A = 27,2 \text{ MeV}$        $E(\text{Tritium}) = E/A \text{ Tritium} \cdot 3 = 8,4 \text{ MeV}$   
 $E(\text{totale}) = E(\text{finale}) - E(\text{initiale}) \rightarrow E(\text{initiale}) = E(\text{finale}) - E(\text{totale}) = 27,2 - 16,97 = 10,23 \text{ MeV}$   
 $E(\text{Deutérium}) = E(\text{initiale}) - E(\text{Tritium}) = 10,233 - 8,4 = 1,83 \text{ MeV}$   
 $E/A = E / 2 = 0,915 \text{ MeV}$

**QCM 12 : D**

- A) Faux : attention on parle de l'énergie de liaison des nucléons et non pas par nucléons  
B) Faux  
C) Faux  
D) Vrai :  $\Delta M = (Z \cdot \text{masse proton} + N \cdot \text{masse neutron}) - \text{masse noyau}$   
 $= (53 \cdot 1,007 + 74 \cdot 1,009) - 126,9 = 1,137 \text{ u}$   
 $E = 1,137 \cdot 931,5 = 1059,1$   
E) Faux

**QCM 13 : A**

- A) Vrai :  $\Delta M = \text{masse des nucléons} - \text{masse du noyau} = (1,007 \cdot 62 + 1,009 \cdot 88) - 150,36 = 0,866$   
Energie de liaison =  $0,866 \cdot 931,5 = \text{environ } 806 \text{ MeV}$   
B) Faux  
C) Faux  
D) Faux  
E) Faux

**QCM 14 : B**

- A) Faux : avec l'énergie de liaison par nucléons, le pic de stabilité est pour le Nickel 60 avec 9,5 MeV 8,5 MeV  
B) Vrai  
C) Faux : il n'y a que 5 noyaux stables  
D) Faux : alors oui mais ils ne sont pas sur la première bissectrice  
E) Faux

**QCM 15 : E**

- A) Faux : la masse totale ne se conserve jamais  
B) Faux : c'est l'inverse, les plus stables sont au fond de la vallée et les moins stables en haut  
C) Faux : le spectre symbolise la conservation de la quantité de mouvement  
D) Faux : non ! excédant énergétique  
E) Vrai

**QCM 16 : BC**

- A) Faux : Rutherford a mis un émetteur alpha dans une boîte en plomb pour en créer un faisceaux qui va traverser une fine feuille d'or  
B) Vrai  
C) Vrai  
D) Faux : sur la table des nuclides  
E) Faux

**QCM 17 : A**

- A) Vrai :  $E = \Delta M \cdot 931,5$  donc  $\Delta M = E / 931,5 = 439 / 931,5 = 0,471 \text{ u}$   
B) Faux  
C) Faux  
D) Faux  
E) Faux

**QCM 18 : ABCD**

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

**QCM 19 : AC**

- A) Vrai  
B) Faux : l'élément  $Z=46$  est le palladium  
C) Vrai  
D) Faux : l'élément  $Z=45$  est le ruthérium  
E) Faux

**QCM 20 : E**

- A) Faux  
B) Faux  
C) Faux  
D) Faux  
E) Vrai :  $E(\text{finale}) = E/A \text{ Hélium} \cdot A = 27,2 \text{ MeV}$   
 $E(\text{Tritium}) = E/A \text{ Tritium} \cdot 3 = 8,4 \text{ MeV}$   
 $E(\text{totale}) = E(\text{finale}) - E(\text{initiale}) \rightarrow E(\text{initiale}) = E(\text{finale}) - E(\text{totale}) = 27,2 - 16,97 = 10,23 \text{ MeV}$   
 $E(\text{Deutérium}) = E(\text{initiale}) - E(\text{Tritium}) = 10,233 - 8,4 = 1,83 \text{ MeV}$   
 $E/A = E / 2 = 0,915 \text{ MeV}$

**QCM 21 : D**

A) Faux : attention on parle de l'énergie de liaison des nucléons et non pas par nucléons

B) Faux

C) Faux

D) Vrai :  $\Delta M = (Z \cdot \text{masse proton} + N \cdot \text{masse neutron}) - \text{masse noyau}$   
 $= (53 \cdot 1,007 + 74 \cdot 1,009) - 126,9 = 1,137 \text{ u}$

$E = 1,137 \cdot 931,5 = 1059,1$

E) Faux

## 5. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Transformations radioactives

2021 – 2022 (Pr. Darcourt)

**QCM 1 : A propos des généralités radioactives, donnez-la (les) proposition(s) vraie(s) :**

- A) La radioactivité est un phénomène probabiliste
- B) Une transformation radioactive est la modification spontanée d'un atome
- C) Il y a toujours conservation de l'énergie totale
- D) Les transformations isomériques se situent, sur le schéma des transformations, au-dessus des noyaux stables
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 2 : A propos de la transformation du  $^{40}_{19}\text{K}$  en  $^{40}_{18}\text{Ar}$  donnez-la (les) proposition(s) vraie(s) :**

**Données :** masse de l'Argon 39,948 u ; masse du  $^{40}_{19}\text{K}$  : 39,963 u ; masse de l'électron : 0,00055 u ; masse du proton : 1,007 u ; masse du neutron : 1,009 u.

- A) Il peut se produire une  $\beta^+$
- B) Il peut se produire une  $\beta^-$
- C) Il peut se produire une capture électronique
- D) Il y a émission d'un neutrino
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 23 : Votre merveilleuse tutrice d'UE3b, Amélie, rentre de soirée et dans sa maladresse, elle trébuche et renverse les cours de son bureau. Elle n'arrive plus à retrouver le nom de la molécule finale de la réaction suivante. Aide-la à trouver la bonne molécule :  $^{238}_{92}\text{U} \rightarrow \alpha \rightarrow \alpha \rightarrow \beta^+ \rightarrow \beta^+ \rightarrow \alpha \rightarrow \gamma \rightarrow ?$**

- A)  $^{84}_{224}\text{Po}$
- B)  $^{86}_{228}\text{Rn}$
- C)  $^{83}_{226}\text{Bi}$
- D)  $^{84}_{226}\text{Po}$
- E)  $^{86}_{224}\text{Rn}$

**QCM 4 : A propos de la radioactivité, donnez-la (les) proposition(s) vraie(s) :**

- A) Lors d'une transformation isomérique, la masse se conserve car l'élément chimique reste le même
- B) Les noyaux les plus stables sont en haut de la vallée de la stabilité et les moins stables au fond, la stabilité augmentant avec la pente
- C) Le spectre d'une transformation symbolise la conservation de l'énergie de la transformation
- D) L'état métastable est un état instable à cause d'un déficit énergétique
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 5 : L'iode  $^{53}_{123}\text{I}$  se désintègre en  $^{52}_{123}\text{Te}$ , par rapport à cette désintégration donnez-la (les) proposition(s) vraie(s) :**

**Données :** Masse du  $^{53}_{123}\text{I}$  = 122,911 u ; masse du  $^{52}_{123}\text{Te}$  = 122,909 u ; masse d'un électron = 0,00055 u

- A) Il peut s'agir d'une réaction  $\beta^+$
- B) Il peut s'agir d'une capture électronique
- C) Il peut y avoir une émission de 2 photons à 511 keV chacun
- D) Le spectre peut être indirect
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 6 :** On retrouve dans la nature 3 formes différentes du carbone. Le  $^{12}_6\text{C}$  (98,93%),  $^{13}_6\text{C}$  (1,06%) et le  $^{14}_6\text{C}$  (>0,01%). Donnez-la (les) proposition(s) vraie(s) (inspiré des annales) :

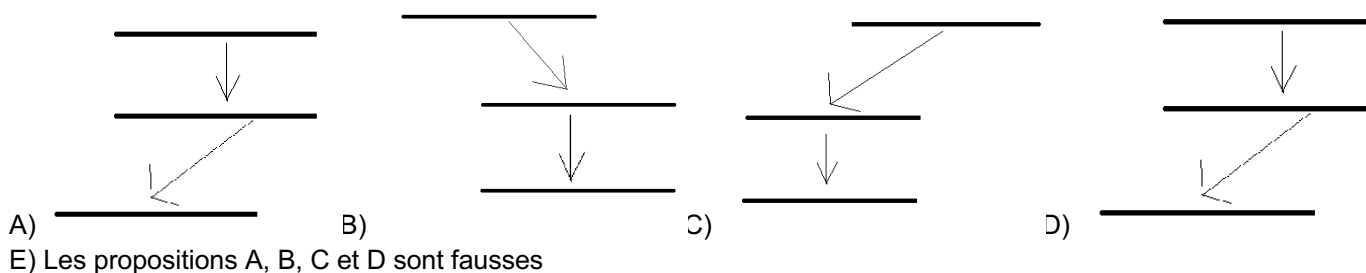
- A) Le  $^{12}_6\text{C}$ , le  $^{13}_6\text{C}$  et le  $^{14}_6\text{C}$  sont des isomères (même état énergétique)
- B) Le  $^{12}_6\text{C}$ , le  $^{13}_6\text{C}$  et le  $^{14}_6\text{C}$  sont des isotopes (même nombre de proton)
- C) Les pourcentages donnés correspondent à leur abondance isotopique respective
- D) Le carbone 12 a été utilisé pour définir la masse molaire atomique
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 7 :** A propos de la réaction suivante :  $^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow ^{222}_{86}\text{Ra} + \alpha$ . Calculez l'énergie emportée par la particule alpha :

Données : masse du  $^{226}_{88}\text{Ra}$  : 226,0254 u ; masse du  $^{222}_{86}\text{Ra}$  : 222,0176 u ; masse du  $^4_2\text{He}$  : 4,0026 u

- A) 4,27 MeV
- B) 5,11 MeV
- C) 5,84 MeV
- D) 6,39 MeV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

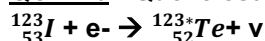
**QCM 8 :** Quel spectre correspond à la transformation du  $^{234}_{90}\text{Th}$  en  $^{234}_{91}\text{Pa}$  sachant qu'il émet un rayon gamma avant d'être le proctatinium stable. En abscisse on trouve les protons et en ordonné les neutrons



**QCM 9 :** A propos des spectres radioactifs, donnez-la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Le spectre de la transformation gamma est un spectre électronique et électromagnétique de raie(s) d'origine nucléaire
- B) Le spectre de la transformation bêta - est un spectre continu électronique d'origine nucléaire non décalé
- C) Le spectre de la capture électronique est un spectre électronique et électromagnétique d'origine atomique, direct
- D) Le spectre de la transformation alpha est un spectre de raies qui sont entre 4 et 10 MeV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 10 :** Quelle est l'énergie libérée (en MeV) par la réaction suivante capturant un électron de la couche L :



Données : Masse du  $^{123}_{52}\text{Te}$  : 122,9046 u ; Masse du  $^{123}_{53}\text{I}$  : 122,9056 u ;  $W_K(^{123}_{53}\text{I}) = -33 \text{ keV}$  ;

$W_K(^{123}_{52}\text{Te}) = -32 \text{ keV}$  ;  $W_L(^{123}_{52}\text{Te}) = 4 \text{ keV}$  ;  $W_L(^{123}_{53}\text{I}) = -7 \text{ keV}$

- A) 0,8967
- B) 0,8985
- C) 0,9245
- D) 0,9275
- E) 0,9315

**QCM 11 :** A propos de la désintégration du  $^{3580}\text{Br}$  en  $^{3680}\text{Kr}$ , donnez la (les) proposition(s) exacte(s) (inspiré des annales) :

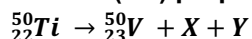
Données : masse  $^{80}_{35}\text{Br}$  : 79,944 ; masse  $^{80}_{36}\text{Kr}$  : 79,931 u

- A) Il s'agit d'une bêta -
- B) Il peut s'agir d'une capture électronique
- C) On peut observer l'émission d'un positon d'énergie maximale de 12,1095 MeV
- D) Le spectre sera un spectre électronique direct
- E) Caninos ne s'implique pas pour le tutorat (comptez faux évidemment)

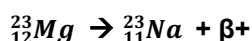


**QCM 12 : A propos de la radioactivité, donnez-la (les) proposition(s) vraie(s) :**

- A) C'est un phénomène naturel (présente partout) et artificiel, pour se débarrasser d'un excès de masse
- B) Toutes les réactions radioactives tendent vers une masse minimale et énergie de liaison maximale
- C) Les particules alpha sont arrêtées par le fer
- D) Le fluor 18 est utilisé lors de la tomographie par émission de positon (TEP)
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 13 : A propos de la réaction suivante, donnez-la (les) proposition(s) vraie(s) (inspiré des annales) :**

- A) C'est une transformation isobarique
- B) Le noyau père a un excès de neutrons
- C) Les particules émises sont un bêta + et un neutrino avec un spectre continu
- D) Les particules émises sont un bêta - et un antineutrino avec un spectre continu
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 14 : Quelle est l'énergie maximale du positon par la réaction suivante (inspiré des annales) :**

Données : Masse du  ${}_{12}^{23}\text{Mg}$  : 22,994 u ; Masse du  ${}_{11}^{23}\text{Na}$  : 22,989 u ; Masse de e- : 0,00055 u

- A) 1,39 MeV
- B) 2,64 MeV
- C) 3,63 MeV
- D) 3,99 MeV
- E) 4,66 MeV

**QCM 15 : A propos de la désintégration bêta -, donnez-la (les) proposition(s) vraie(s) (inspiré des annales) :**

- A) L'énergie maximale du  $\beta^-$  est égale à la différence de masse de l'atome père et l'atome fils et 2 électrons
- B) Elle donne un spectre électronique continu
- C) Lors de cette désintégration, un antineutrino est émis et il emporte une certaine partie de l'énergie cinétique qui se répartit aléatoirement avec la particule bêta -
- D) Cette réaction est en compétition avec la capture électronique si le seuil de 1,022 MeV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 16 : Soit les 3 isotopes suivants du magnésium :  ${}_{12}^{22}\text{Mg}$ ,  ${}_{12}^{25}\text{Mg}$  et  ${}_{12}^{27}\text{Mg}$ . Le  ${}_{12}^{22}\text{Mg}$  se transforme par une réaction bêta +. Le  ${}_{12}^{27}\text{Mg}$  se transforme par une réaction bêta -. Le  ${}_{12}^{25}\text{Mg}$  est stable. Donnez-la (les) proposition(s) vraie(s) (inspiré des annales) :**

- A) Le  ${}_{12}^{22}\text{Mg}$  se transforme en  ${}_{13}^{22}\text{Al}$
- B) Le  ${}_{12}^{25}\text{Mg}$  se transforme en  ${}_{11}^{22}\text{Na}$
- C) Le  ${}_{12}^{27}\text{Mg}$  se transforme en  ${}_{13}^{27}\text{Al}$
- D) Le  ${}_{12}^{25}\text{Mg}$  peut faire l'objet d'un phénomène de résonance magnétique nucléaire
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 17 : Quelle est l'énergie maximale libérée (en MeV) par la réaction suivante :**

Données : Masse du  ${}_{60}^{151}\text{Nd}$  : 150,9238 u ; Masse du  ${}_{61}^{151}\text{Pm}$  : 150,9212 u ;

- A) 2,42
- B) 2,79
- C) 3,15
- D) 3,63
- E) 4,28

**QCM 18 : Le cobalt  $Co$  2760 se transforme en  $Ni$  2860 . Indiquez la (les) proposition(s) exacte(s) :**

- A) C'est une désintégration  $\beta^+$
- B) C'est une désintégration  $\beta^-$
- C) Le spectre est continu de 0 à  $E_{max}$
- D) Un antineutrino est émis
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 19 : A propos de la radioactivité, donnez-la (les) proposition(s) vraie(s) :**

- A) Les transformations isomérique ont un excès de nucléons
- B) Lors d'une transformation bêta + il y a répartition égale de l'énergie entre la particule et le neutrino
- C) Le spectre d'une bêta – est continu d'une énergie égale à 0 à une énergie maximale
- D) L'iode 131 permet de faire des scintigraphies cardiaques
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 20 : Quelle est l'énergie libérée lors de la fission (à l'aide d'un neutron) d'un noyau de plutonium 239 (masse de 239,0521 u) en un noyau de Xénon 134 (133,905 u) et de Zirconium 103 (102,926) ainsi que 3 neutrons (1,009 u) ?**

- A) 97,078 MeV
- B) 152,738 MeV
- C) 189,187 MeV
- D) 203,100 MeV
- E) 241,919 MeV

**QCM 21 : A propos de la désintégration du  $^{80}_{35}Br$  en  $^{80}_{36}Kr$ , indiquez la (les) proposition(s) vraie(s) (inspiré des annales) :**

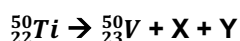
**Données : masse  $^{80}_{35}Br$  : 79,944 ; masse  $^{80}_{36}Kr$  : 79,931 u ;**

- A) Il s'agit d'une bêta -
- B) Il peut s'agir d'une capture électronique
- C) On peut observer l'émission d'un positon d'énergie maximale de 12,1095 MeV
- D) Le spectre sera un spectre électronique direct
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 22 : A propos de la radioactivité, indiquez la (les) proposition(s) exacte(s) :**

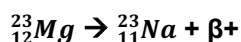
- A) C'est un phénomène naturel (présente partout) et artificiel, pour se débarrasser d'un excès de masse
- B) Toute les réactions radioactives tendent vers une masse minimale et énergie de liaison maximale
- C) Les particules alpha sont arrêtés par le fer
- D) Le fluor 18 est utilisé lors de la tomographie par émission de positon (TEP)
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 23 : A propos de la réaction suivante, indiquez la (les) proposition(s) exacte(s) (inspiré des annales) :**



- A) C'est une transformation isobarique
- B) Le noyau père a un excès de neutrons
- C) Les particules émises sont un bêta + et un neutrino avec un spectre continu
- D) Les particules émises sont un bêta – et un antineutrino avec un spectre continu
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 24 : Quelle est l'énergie maximale du positon par la réaction suivante (inspiré des annales) :**



**Données : Masse du  $^{23}_{12}Mg$  : 22,994 u ; Masse du  $^{23}_{11}Na$  : 22,989 u ; Masse de  $e^-$  : 0,00055 u**

- A) 1,39 MeV
- B) 2,64 MeV
- C) 3,63 MeV
- D) 3,99 MeV
- E) 4,66 MeV

**QCM 25 : A propos de la désintégration bêta -, indiquez la (les) proposition(s) exacte(s) (inspiré des annales) :**

- A) L'énergie maximale du  $\beta^-$  est égale à la différence de masse de l'atome père et l'atome fils et 2 électrons
- B) Elle donne un spectre électronique continu
- C) Lors de cette désintégration, un antineutrino est émis et il emporte une certaine partie de l'énergie cinétique qui se répartit aléatoirement avec la particule bêta -
- D) Cette réaction est en compétition avec la capture électronique si le seuil de 1,022 MeV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 26 : Soit les 3 isotopes suivant du magnésium :  $^{22}_{12}\text{Mg}$ ,  $^{25}_{12}\text{Mg}$  et  $^{27}_{12}\text{Mg}$ . Le  $^{22}_{12}\text{Mg}$  se transforme par une réaction bêta +. Le  $^{27}_{12}\text{Mg}$  se transforme par une réaction bêta -. Le  $^{25}_{12}\text{Mg}$  est stable. Indiquez la (les) proposition(s) exacte(s) (inspiré des annales) :**

- A) Le  $^{22}_{12}\text{Mg}$  se transforme en  $^{22}_{13}\text{Al}$
- B) Le  $^{25}_{12}\text{Mg}$  se transforme en  $^{22}_{11}\text{Na}$
- C) Le  $^{27}_{12}\text{Mg}$  se transforme en  $^{27}_{13}\text{Al}$
- D) Le  $^{25}_{12}\text{Mg}$  peut faire l'objet d'un phénomène de résonance magnétique nucléaire
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 27 : Quelle est l'énergie maximale libérée (en MeV) par la réaction suivante :**



**Données : Masse du  $^{151}_{61}\text{Pm}$  : 150, 9212 u ; Masse du  $^{151}_{60}\text{Nd}$  : 150, 9238 u ; masse de l'électron : 0,00055 u**

- A) 2,42      B) 2,79      C) 3,15      D) 3,63      E) 4,28



**QCM 5 : BD**

- A) Faux :  $E = (\text{masse iode} - \text{masse tellure} - 2 \text{ m électrons}) \times 931,5 = (122,911 - 122,909 - 0,00055 \times 2) \times 931,5 = 0,838 \text{ MeV}$  donc inférieur au seuil de 1,022 MeV  
B) Vrai  
C) Faux : c'est le cas dans les  $\beta^+$   
D) Vrai : il n'y a pas de spectre direct dans la capture électronique  
E) Faux

**QCM 6 : BD**

- A) Faux : des isomères ont des niveaux d'énergies différents, ils ne sont donc pas isomères  
B) Vrai  
C) Faux : abondance isotopique  
D) Vrai  
E) Faux :

**QCM 7 : E**

- A) Faux  
B) Faux  
C) Faux  
D) Faux  
E) Vrai :  $\Delta M = \text{masse } {}^{226}_{88}\text{Ra} - (\text{masse du } {}^{222}_{86}\text{Rn} + \text{masse hélium}) = 226,0254 - 222,0176 - 4,0026 = 0,0052 \text{ u}$   
 $E = \Delta M \times 931,5 = 4,84 \text{ MeV}$

**QCM 8 : B**

- A) Faux : Il y a une réaction gamma en premier donc ce n'est pas la bonne  
B) Vrai : Il y a une réaction bêta – puis une émission gamma donc c'est la bonne réaction  
C) Faux : Il y a une réaction bêta + donc ce n'est pas la bonne  
D) Faux : Il y a une réaction gamma en premier donc ce n'est pas la bonne  
E) Faux

**QCM 9 : E**

- A) Faux : Pas électronique qu'électromagnétique  
B) Faux : Il est décalé attention mais le reste c'est juste  
C) Faux : attention spectre indirect  
D) Faux : piège méchant mais attention il n'y a qu'une seule raie car une seule particule émise  
E) Vrai

**QCM 10 : C**

- A) Faux  
B) Faux  
C) Vrai : On cherche le défaut de masse =  ${}^{123}_{52}\text{Te} - {}^{123}_{53}\text{I} = 122,9056 - 122,9046 = 0,001 \text{ u}$   
 $E = 0,001 \times 931,5 - E \text{ de liaison de l'électron arraché (donc ici couche L de l'iode)} = 0,9315 - 0,007 = 0,9245 \text{ MeV}$   
D) Faux  
E) Faux

**QCM 11 : AD**

- A) Vrai : On observe le gain d'un proton donc il s'agit que d'une bêta -  
B) Faux  
C) Faux : Non c'est une particule bêta – et pas bêta + qui sera émise  
D) Vrai : Le spectre de la bêta – est un spectre électronique continu  
E) Faux

**QCM 12 : BCD**

- A) Faux : excès d'énergie  
B) Vrai  
C) Vrai : si elles sont arrêtées par le papier elles le sont aussi par le fer  
D) Vrai  
E) Faux

**QCM 13 : ABD**

- A) Vrai : même nombre de masse
- B) Vrai : on a gain de proton in fine
- C) Faux
- D) Vrai : béta – car gain de proton
- E) Faux

**QCM 14 : C**

- A) Faux
- B) Faux
- C) Vrai :  $\Delta M = \text{Masse magnésium} - \text{masse sodium} - 2m_e = 0,0039 \text{ u}$   
 $E = \Delta M * 931,5 = 3,63 \text{ MeV}$
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 15 : BC**

- A) Faux : on ne soustrait pas la masse des électrons
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Faux : ça c'est la béta +
- E) Faux

**QCM 16 : C**

- A) Faux : c'est une béta + donc perte d'un proton :  ${}^{22}_{11}\text{Na}$
- B) Faux : il est stable donc pas de transformation
- C) Vrai
- D) Faux : 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) Vrai

**QCM 17 : A**

- A) Vrai : on cherche le défaut de masse =  ${}^{151}_{60}\text{Nd} - {}^{151}_{61}\text{Pm} = 150,9238 - 150,9212 = 0,0026 \text{ u}$   
 $E = 0,0026 * 931,5 = 2,42 \text{ MeV}$
- B) Faux
- C) Faux
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 18 : BD**

- A) Faux : voir B
- B) Vrai : excès de neutron
- C) Faux : en théorie, mais en pratique il est décalé vers la gauche à cause des forces de Coulomb
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 19 : E**

- A) Faux : excès d'énergie
- B) Faux : répartition aléatoire attention, elle peut être égale mais pas toujours
- C) Faux : il ne part pas de 0 attention, il est décalé
- D) Faux : l'iode 131 c'est pour la radiothérapie thyroïdienne
- E) Faux

**QCM 20 : C**

- A) Faux
- B) Faux
- C) Vrai :  $\Delta M = (\text{Masse du père} + \text{neutron}) - (\text{masse des fils} + 3 * 1,009) = 239,0521 + 1,009 - 133,905 - 102,926 - 3 * 1,009 = 0,2031 \text{ u}$   
 $E = 0,2031 * 931,5 = 189,1876 \text{ MeV}$
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 21 : AD**

- A) Vrai : on observe le gain d'un proton donc il s'agit que d'une b ta -  
B) Faux  
C) Faux : non c'est une particule b ta – et pas b ta + qui sera émise  
D) Vrai : le spectre de la b ta – est un spectre électronique continu direct  
E) Faux

**QCM 22 : ABCD**

- A) Vrai  
B) Vrai  
C) Vrai : si elles sont arrêtées par le papier elles le sont aussi par le fer  
D) Vrai  
E) Faux

**QCM 23 : ABD**

- A) Vrai : même nombre de masse  
B) Vrai : on a gain de proton in fine  
C) Faux  
D) Vrai : b ta – car gain de proton  
E) Faux

**QCM 24 : C**

- A) Faux  
B) Faux  
C) Vrai :  $\Delta M = \text{Masse magnésium} - \text{masse sodium} - 2m_e = 0,0039 \text{ u}$   
 $E = \Delta M * 931,5 = 3,63 \text{ MeV}$   
D) Faux  
E) Faux

**QCM 25 : BC**

- A) Faux : on ne soustrait pas la masse des électrons  
B) Vrai  
C) Vrai  
D) Faux :  a c'est la b ta +  
E) Faux

**QCM 26 : CD**

- A) Faux : c'est une b ta + donc perte d'un proton :  $^{22}_{11}\text{Na}$   
B) Faux : il est stable donc pas de transformation  
C) Vrai  
D) Faux : 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) Vrai

**QCM 27 : A**

- A) Vrai : on cherche le défaut de masse =  $^{151}_{60}\text{Nd} - ^{151}_{61}\text{Pm} = 150,9238 - 150,9212 = 0,0026 \text{ u}$   
 $E = 0,0026 * 931,5 = 2,42 \text{ MeV}$   
B) Faux  
C) Faux  
D) Faux  
E) Faux

## 6. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Lois cinétiques

2021 – 2022 (Pr. Darcourt)

**QCM 1 :** Soit une injection de molybdène ( $^{99}\text{Mo}$ ) à 8 heure, d'activité  $A = 400 \text{ MBq}$ . Le molybdène possède une période radioactive de 66 heures et une période biologique de 2 heures. Combien faut-il de périodes effectives pour que l'activité soit égale à  $50 \text{ MBq}$  ? :

- A) 1 période de 60 minutes
- B) 2 périodes de 1 heure
- C) 3 périodes de 30 minutes
- D) 4 périodes de 5 heures
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 2 :** A propos des lois cinétiques, quelles sont les propositions exactes ? :

- A) L'activité d'une population à l'instant  $t$  peut s'écrire :  $A(t) = A(0) \times e^{-\lambda t} = N(t) \times \lambda = A(0) \times e^{-(\ln 2 \times t)/T}$
- B) La période radioactive  $T$  s'exprime en unité de temps et définit le temps au bout duquel il ne reste que 50 % de l'effectif initial
- C) Nous pouvons prévoir le moment où un noyau instable se désintègre
- D)  $\lambda = (\ln 2)/T$ , avec  $\lambda$  la période radioactive et  $T$  la période radioactive
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 3 :** Calculez la constante radioactive de l'atome de Fluor :

**Données :** Période radioactive  $T = 2000 \text{ secondes}$  ; Activité initiale  $A_0 = 600 \text{ MBq}$

- A)  $35 \cdot 10^{-6}$
- B) 35
- C)  $1,4 \cdot 10^2$
- D) 14
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 4 :** L'atome radioactive considéré à une période radioactive de 5 heures et une activité de  $800 \text{ MBq}$ . Sa période biologique est de 4 heures. Lors de l'injection chez le patient nous procédons à des temps différents pour moduler l'activité injectée. Donnez la (les) proposition(s) exacte(s) :

- A) Si l'équipe soignante procède à l'injection au temps,  $t = 3 \text{ heures}$  l'activité 4 heures 30 minutes après l'injection sera de  $200\,000 \text{ KBq}$
- B) Si l'équipe soignante procède à l'injection au temps,  $t = 3 \text{ heures}$  l'activité 4 heures 30 minutes après l'injection sera de  $100\,000 \text{ KBq}$
- C) Si l'équipe soignante procède à l'injection au temps,  $t = 15 \text{ heures}$  l'activité 4 heures 30 après l'injection sera inférieur à  $50 \text{ MBq}$
- D) La période effective est inférieur à 2 heures 15 minutes
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 5 :** L'Iode 53 a une période biologique de 14 jours et une période effectrice de 12 jours. Qu'elle est sa période physique ?

- A) 84 jours
- B) Une demie journée
- C) 158 jours
- D) 3 jours
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 6 :** On reçoit au temps  $t = 0$  une solution radioactive composée d'un mélange de  $1216 \text{ MBq}$  de  $^{68}_{31}\text{Ga}$  de période physique égale à 1 heure et de  $900 \text{ MBq}$  de  $^{67}_{31}\text{Ga}$  de période physique égale à 3 jours. Quelle activité, en  $\text{MBq}$ , persiste après 3 jours ?

- A)  $900 \text{ MBq}$
- B)  $1058 \text{ MBq}$
- C)  $450 \text{ MBq}$
- D)  $1216 \text{ MBq}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses



**QCM 7 : A propos des lois cinétiques, donnez la (les) proposition(s) exacte(s) :**

- A) Une population de radionucléides ayant une constante radioactive supérieure à une autre aura une période radioactive supérieure à cette dernière également
- B) Lors de la formation d'un nucléide instable la population fils sera égale, à la fin de la réaction, à celle du père au début de la réaction
- C) L'équilibre de régime est observé quand une population père se désintègre plus vite que sa population fils
- D) Dans un générateur  $^{99}\text{Mo}$  /  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ , les deux populations ont la même période pendant la réaction
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 8 : L'iode-125 est radioactif et a une période physique de 30 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) 18
- B) 24
- C) 5
- D) 81
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 9 : Une solution d'iode-123, de période  $T = 1$  h a une activité de 56 MBq. La masse en grammes d'iode-123 dans la solution est :**

- A)  $5,9 \times 10^{-8}$  grammes
- B)  $164 \times 10^{-13}$  grammes
- C)  $164 \times 10^{-13}$  kilogrammes
- D)  $5,9 \times 10^{-8}$  kilogrammes
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 10 : On mesure une activité de 3500 MBq d'Astate  $^{210}\text{At}$  dans un quartier résidentiel. Ce quartier de 2000  $\text{km}^2$  est découpé en 4 carrés de 500  $\text{km}^2$ , indiquez la(les) proposition(s) exacte(s) :**

**Données :**  $T = 5 \times 10^{-1}$  secondes ;  $N = 6,022 \times 10^{23}$  ;  $\ln 2 = 0,693$

- A) La masse d'Astate sur l'ensemble du quartier résidentiel est de  $8,75 \times 10^{-11}$  grammes
- B) L'activité sur un kilomètre carré est de 1,75 MBq
- C) La masse d'Astate sur un carré du quartier résidentiel est de  $1,75 \times 10^{-12}$  grammes
- D) La masse d'Astate sur un kilomètre carré est de  $44 \times 10^{-14}$  grammes
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 11 : On considère une solution radioactive contenant un radioélément A ayant une activité de 668 MBq, ce dernier possède une activité de 60 minutes. Quelle sera l'activité de notre solution à  $t = 4$  heures.**

- A) 167
- B) 334
- C) 41,75
- D) 320
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 12 : A propos de la période radioactive T :**

- A) C'est le temps au bout duquel la moitié des noyaux se sont transformés
- B) On considère qu'il n'y a plus de noyaux radioactifs après 10 périodes
- C)  $T = \ln(2) / \lambda$
- D) On parlera de période effective si on prend en compte la période radioactive et la période biologique du produit radioactif injecté pour des besoins diagnostics
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 13 :** On considère une solution radioactive contenant un radioélément A ayant une activité de 800 MBq, cette dernière possède une période physique de 1 heure. Quelle sera l'activité de notre solution à  $t = 4$  heures après une injection à  $t = 0$ . Sachant que sa période biologique  $T_{bio} = 1$  heure.

- A) 50 MBq
- B) 100 MBq
- C) 200 MBq
- D) 300 MBq
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 14 :** A propos des lois cinétiques, indiquez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) La constante radioactive  $\lambda$  correspond au nombre moyen de désintégrations radioactives par unité de temps
- B) Au bout de 8 périodes on considère qu'un radionucléide a quasiment disparu
- C) Dans le cas de la formation d'un nucléide stable, l'atome fils possède une activité croissante
- D) La période radioactive et la constante radioactive sont directement proportionnelles entre elles
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 15 :** Une solution d'iode-123, de période  $T = 2$  heures a une activité de 56 MBq. La masse en grammes d'iode-123 dans la solution est :

**Données :**  $N = 6,002 \times 10^{23}$  ;  $\ln 2 = 0,693$

- A)  $11,8 \times 10^{-14} g$
- B)  $11,8 \times 10^{-11} g$
- C)  $11,8 \times 10^{-2} ng$
- D)  $11,8 \times 10^{-9} g$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 16 :** On reçoit au temps  $t = 0$  une solution radioactive composée d'un mélange de 864 MBq d'un composé A de période physique égale à 1 heure et de 432 MBq d'un composé B de période physique égale à 3 jours. Quelle activité, en MBq, persiste après 4 jours ?

- A) 216 MBq
- B) 342 MBq
- C) 864 MBq
- D) 432 MBq
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Lois cinétiques****2021 – 2022 (Pr. Darcourt)****QCM 1 : C**A) FauxB) FauxC) Vrai :

$$A(3T) = \frac{400}{2} = 200 = \frac{200}{2} = 100 = \frac{100}{2} = 50 \text{ MBq}$$

D) FauxE) Faux**QCM 2 : ABD**A) Vrai : coursB) Vrai : coursC) Faux : il est impossible de prévoir de le moment d'une désintégration, c'est un phénomène constant dans l'environnementD) Vrai : coursE) Faux**QCM 3 : E**

$$A) \text{ Faux : } T = \frac{\ln 2}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{T} \rightarrow \lambda = \frac{0,693}{2000} = \frac{0,7}{2 \times 10^3} = \frac{7 \times 10^{-1}}{2 \times 10^3} = 3,5 \times 10^{-4} = 35 \times 10^{-5}$$

B) FauxC) FauxD) FauxE) Vrai**QCM 4 : CD**A) FauxB) Faux : il se produit seulement 2 période effective et 0 période physique avant l'injection donc l'activité sera de 200 MBqC) VraiD) VraiE) Faux**QCM 5 : A**

$$A) \text{ Vrai : } \frac{1}{T_{EFF}} = \frac{1}{T_{BIO}} + \frac{1}{T_{PHY}} \rightarrow \frac{1}{12} = \frac{1}{14} + \frac{1}{T_{PHY}} = \frac{1}{12} - \frac{1}{14} = \frac{1}{T_{PHY}} = \frac{14}{168} - \frac{12}{168} = \frac{2}{168} \rightarrow T_{EFF} = \frac{168}{2} = 84 \text{ jours}$$

B) FauxC) FauxD) FauxE) Faux**QCM 6 : C**A) FauxB) FauxC) Vrai : Il y'a 72 périodes pour le  $^{68}_{31}\text{Ga}$  donc l'activité de cette population est de 0 MBq, cependant on a une période de 3 jours pour le  $^{67}_{31}\text{Ga}$  donc on divise son activité par 2 et on obtient 450 MBqD) FauxE) Faux

**QCM 7 : D**

- A) Faux : Une population de radionucléides ayant une constante radioactive supérieure à une autre aura une période radioactive inférieure à cette dernière
- B) Faux : La population fils n'existera plus au profit la population petit-fils (FILS EST INSTABLE)
- C) Faux : L'équilibre de régime est observé quand une population père se désintègre moins vite que sa population fils
- D) Vrai : Dans un générateur  $^{99}\text{Mo} / ^{99\text{m}}\text{Tc}$ , les deux populations ont la même période pendant la réaction
- E) Faux

**QCM 8 : B**

- A) Faux
- B) Vrai :  $\frac{1}{T_{eff}} = \frac{T_{Bio} + T_{Phy}}{T_{Bio} \times T_{Phy}} = \frac{30 + 120}{30 \times 120} = \frac{150}{3600} T_{eff} = \frac{3600}{150} = 24 \text{ jours}$
- C) Faux
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 9 : E**

- A) Faux :  $m = \frac{A \times T \times M}{\ln 2 \times N} = \frac{56 \times 10^6 \times 1 \times 3600 \times 123}{0,693 \times 6,022 \times 10^{23}} = \frac{56 \times 36 \times 123 \times 10^8}{7 \times 6 \times 10^{22}} = 8 \times 6 \times 123 \times 10^8 \times 10^{-22} = 5904 \times 10^{-14} = 5,9 \times 10^{-11} \text{ grammes}$
- B) Faux
- C) Faux
- D) Faux
- E) Vrai

**QCM 10 : B**

- A) Faux :  $m = \frac{A \times T \times M}{\ln 2 \times N} = \frac{3500 \times 10^6 \times 5 \times 10^{-1} \times 210}{0,693 \times 6,022 \times 10^{23}} = \frac{35 \times 5 \times 210 \times 10^7}{7 \times 10^{-1} \times 6 \times 10^{23}} = \frac{35 \times 5 \times 210 \times 10^7}{42 \times 10^{22}} = 35 \times 5 \times 5 \times 10^{-15} = 875 \times 10^{-15} \text{ grammes}$
- B) Vrai :  $\text{Activité } 1 \text{ Km}^2 = \frac{\text{Activité sur } 2000 \text{ Km}^2}{2000 \text{ Km}^2} = \frac{3500}{2000} = 1,75 \text{ MBq}$
- C) Faux :  $m (500 \text{ Km}^2) = \frac{m (2000 \text{ Km}^2)}{4} = \frac{875 \times 10^{-15}}{4} = 218,5 \times 10^{-15} \text{ grammes}$
- D) Faux :  $m (1 \text{ Km}^2) = \frac{m (2000 \text{ Km}^2)}{2000 \text{ Km}^2} = \frac{875 \times 10^{-15}}{2000} = 44 \times 10^{-17} \text{ grammes}$
- E) Faux

**QCM 11 : C**

- A) Faux
- B) Faux
- C) Vrai : 4 heures = 4 x 60 minutes, donc 4 période, on divise 4 fois par 2 l'activité et on obtient 41,75 MBq
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 12 : ABCD**

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

**QCM 13 : A**

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

**QCM 14 : E**

- A) Faux : correspond est la probabilité pour qu'un nucléide subisse une transformation radioactive pendant l'intervalle  $dt$   
B) Faux : 10 périodes  
C) Faux : le fils est stable donc il n'a pas d'activité  
D) Faux : inversement  
E) Vrai

**QCM 15 : BC**

- A) Faux  
B) Vrai :  $\frac{ATM}{N \times \ln 2} = \frac{56 \times 10^6 \times 2 \times 3600 \times 123}{6,022 \times 10^{23} \times 7 \times 10^{-1}} = 8 \times 10^6 \times 2 \times 6 \times 10^2 \times 123 \times 10^{-22} = 96 \times 10^8 \times 123 \times 10^{-22} = 11\,808 \times 10^{-14} = 11,8 \times 10^{-11}g = 11,8 \times 10^{-2}ng$   
C) Vrai  
D) Faux  
E) Faux

**QCM 16 : B**

- A) Faux  
B) Vrai : le composé A à une période trop courte, on passe vite le seuil des 10 périodes donc on ne compte pas son activité. Pour le composé B, l'activité sera inférieure à une période donc à  $864/2 = 432$  MBq et supérieur à 2 périodes donc supérieur à  $864/4 = 216$  MBq. La seule réponse possible est B.  
C) Faux  
D) Faux  
E) Faux

## 7. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Éléments de radiobiologie et de radioprotection

2021 – 2022 (Pr. Darcourt)

**QCM 1 : A propos de la radiobiologie et de la radioprotection, donnez la(les) réponse(s) exacte(s) :**

- A) La dose absorbée à pour unité le Grays
- B) La dose équivalente prend en compte le facteur de sensibilité des tissus (WT)
- C) La dose efficace prend en compte le facteur de dangerosité (WR)
- D) La dose efficace à pour unité le Grays
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 2 : A propos de la radiobiologie, quel(s) est(sont) la(les) proposition(s) exacte(s) ?**

- A) Lorsqu'une molécule subit l'effet d'un rayonnement ionisant on obtient une rupture de la molécule par ionisation
- B) La loi de Bergonié et Tribondau décrit la radiosensibilité
- C) La radiosensibilité augmente avec la capacité de division
- D) La radiosensibilité diminue avec la différenciation
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 3 : 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 à la radiosensibilité des tissus concernés
- C) Un facteur lié à la dangerosité
- D) La dose de protons de l'organisme
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 4 : A propos de la radiobiologie, donnez la (les) proposition(s) exacte(s) :**

- A) Pour se protéger de l'exposition externe, il existe trois moyens de protection : la distance, le temps, le rayons impliqué
- B) Les particules alpha ont un trajet peu profond dans l'organisme car elles sont peu chargées
- C) Une feuille d'aluminium protège des particules alpha
- D) L'iode-131 émetteur  $\beta^+$  est un exemple d'exposition interne
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 5 : Suite à une exposition à une source radioactive un patient subit une analyse des conditions de l'incident. Cette analyse conduit. Cette analyse donne un chiffre de 70 mSv, indiquez la(les) proposition(s) exacte(s) concernant ce que peut représenter ce chiffre :**

- A) L'énergie déposé dans l'organisme du patient par un rayonnement
- B) La valeur de transfert d'énergie linéaire (TEL) du rayonnement reçu par le sujet
- C) L'activité de la source radioactive
- D) Une dose prenant en compte le facteur de sensibilité des tissus  $W_T$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 6 : A propos de la dosimétrie, la dose équivalente ?**

- A) Est une dose qui s'exprime en sievert (Sv)
- B) Est une dose qui s'exprime en Gray (Gy)
- C) Prend en compte le facteur de dangerosité
- D) Prend en compte le facteur de sensibilité des tissus
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 7 : Quel(s) est (sont) le(s) facteur(s) intervenant dans le calcul de la dose efficace ?**

- A) La dose équivalente
- B) Le TEL
- C) La dose absorbée
- D) Le facteur de dangerosité
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 8 : A propos de la radiobiologie, indiquez la (les) proposition(s) exacte(s) :**

- A) Pour se protéger de l'exposition externe, il n'existe aucun moyen de protection
- B) Il n'existe pas de différence entre l'exposition interne et l'exposition externe
- C) L'exposition externe concerne l'iode
- D) L'exposition interne concerne l'iode
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 9 : Concernant la répartition de l'exposition moyenne de la population aux radiations ionisantes en France, indiquez la (les) proposition(s) exacte(s) :**

- A) L'irradiation naturelle représente 70 % de la dose repère
- B) La dose repère est de 2,4 mSv
- C) Le radon-222 participe de manière importante à l'irradiation d'origine tellurique
- D) La limite des faibles doses est de 100 mSv
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Éléments de radiobiologie et de radioprotection****2021 – 2022 (Pr. Darcourt)****QCM 1 : AC**

- A) Vrai  
B) Faux : c'est la dose efficace qui prend en compte le facteur de dangerosité (WR) et le facteur de sensibilité des tissus (WT)  
C) Vrai  
D) Faux : la dose efficace à pour unité le sievert  
E) Faux

**QCM 2 : ABCD**

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

**QCM 3 : ABC**

- A) Vrai : Dose efficace = Dose absorbée  $\times W_T \times W_R$   
B) Vrai  
C) Vrai  
D) Faux : WTFFFFF  
E) Faux

**QCM 4 : C**

- A) Faux : Pour se protéger de l'exposition externe, il existe trois moyens de protection : la distance, le temps, l'écran  
B) Faux : Les particules alpha ont un trajet peu profond dans l'organisme car se sont de grosse particule  
C) Vrai  
D) Faux : L'iode-131 émetteur  $\beta^-$  est un exemple d'exposition interne  
E) Faux

**QCM 5 : D**

- A) Faux : Dose équivalente H ou dose efficace E  
B) Faux : cf. A  
C) Faux : cf. A  
D) Vrai  
E) Faux

**QCM 6 : AC**

- A) Vrai  
B) Faux : cf. A  
C) Vrai  
D) Faux  
E) Faux

**QCM 7 : AC**

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



**QCM 8 : D**

- A) Faux : distance, écran, temps
- B) Faux : les effets, les moyens de protection, ...
- C) Faux : cf.D
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 9 : ABCD**

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

## 8. Radiothérapie

2021 – 2022 (Pr. Humbert)

**QCM 1 : A propos de la radiothérapie, donnez-la (les) proposition(s) vraie(s) :**

- A) Une cellule irradiée peut soit muter, soit mourir, soit elle sera réparée
- B) La curiethérapie consiste en une irradiation large de la tumeur
- C) La protonthérapie utilise un cyclotron et permet une irradiation très locale de la tumeur comme dans le cancer de la rétine
- D) Les tissus à renouvellement court (peau, muqueuse, cœur...) récupèrent complètement après l'irradiation
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 2 : A propos de la radiothérapie, donnez-la (les) proposition(s) vraie(s) ATTENTION ITEM E :**

- A) La radiothérapie est l'utilisation de rayonnement ionisant, ou non, dans un but thérapeutique
- B) La radiothérapie vectorisée est lorsqu'on fait parvenir un isotope radioactif, dans un vecteur, directement sur le site cancéreux. On l'utilise notamment dans le cancer de la thyroïde
- C) Il existe 3 facteurs de préservation des tissus sains : spatial, temporel et association avec les thérapeutiques
- D) Les photons ont un pic de Bragg avec un maximum d'ionisation à cet endroit
- E) Les tissus sains se renouvellent plus vite que les tissus tumoraux

**QCM 3 : A propos de la protonthérapie, donnez-la (les) proposition(s) vraie(s) (ATTENTION ITEM E) :**

- A) Le dépôt maximal d'énergie des protons se fait au début du parcours
- B) La protonthérapie est la technique la plus ciblée et la plus précise pour irradier une tumeur
- C) Les protons ont une trajectoire rectiligne car ce sont des particules légères
- D) Les protons, produits par un cyclotron, ont un parcours court dans la matière
- E) Grâce à leur propriété du pic de Bragg, ils sont très appropriés pour irradier une tumeur dont on connaît l'exakte profondeur

**QCM 4 : A propos des techniques de radiothérapie, donnez la (les) proposition(s) exacte(s) (inspiré des annales) :**

- A) La curiethérapie peut utiliser l'iode 125 (émetteur de rayons gamma) notamment dans le cancer de la prostate
- B) Les photons X ont une décroissance exponentielle toujours à la même vitesse car elle dépend de l'élément producteur de ces photons
- C) L'IRMt utilise un faisceau d'irradiation extrêmement fin et de haute précision crée par un bras articulé, utilisé notamment dans les petites lésions souvent cérébrales
- D) Quand on irradie une tumeur on prend en compte la dose délivrée D, le nombre de séances N et le type de tumeur
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 5 : A propos de la radiothérapie, donnez-la (les) proposition(s) vraie(s) (inspiré des annales) :**

- A) La peau, les muqueuses et la moelle osseuses sont des tissus à renouvellement court, ils sont très radiosensibles et ils auront une récupération totale
- B) Les photons X ont une interaction probabiliste et obligatoire
- C) Les électrons ont, comme les photons X, une décroissance exponentielle
- D) Il y a 3 volumes d'irradiation autour d'une tumeur : GTV (irradiation max), PTV (compromis un peu plus large), CTV (zone de risque)
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 6 : Concernant le principe de fractionnement dans le temps de l'irradiation d'une tumeur, donnez-la (les) proposition(s) vraie(s) (inspirée des annales) :**

- A) La durée du traitement se calcule par le nombre de séance moins 1, multiplié par le temps que dure une séance
- B) La restauration cellulaire et tissulaire oblige à augmenter la dose délivrée à la tumeur
- C) Après une irradiation la tumeur va diminuer de taille et sera moins oxygénée, ce qui va finir par la tuer par « asphyxie », c'est l'effet oxygène
- D) La dose délivrée est égale à la dose totale divisée par le nombre de séance
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 7 : A propos des techniques de radiothérapie, indiquez la (les) proposition(s) vraie(s) (inspiré des annales) :**

- A) La curiethérapie peut utiliser l'iode 125 (émetteur de rayons gamma) notamment dans le cancer de la prostate
- B) Les photons X ont une décroissance exponentielle toujours à la même vitesse car elle dépend de l'élément producteur de ces photons
- C) L'IRMt utilise un faisceau d'irradiation extrêmement fin et de haute précision crée par un bras articulé, utilisé notamment dans les petites lésions souvent cérébrales
- D) Quand on irradie une tumeur on prend en compte la dose délivrée D, le nombre de séances N et le type de tumeur
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 8 : A propos de la radiothérapie, indiquez la (les) proposition(s) exacte(s) (inspiré des annales) :**

- A) La peau, les muqueuses et la moelle osseuses sont des tissus à renouvellement court, ils sont très radiosensibles et ils auront une récupération totale
- B) Les photons X ont une interaction probabiliste et obligatoire
- C) Les électrons ont, comme les photons X, une décroissance exponentielle
- D) Il y a 3 volumes d'irradiation autour d'une tumeur : GTV (irradiation max), PTV (compromis un peu plus large), CTV (zone de risque)
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 9 : Concernant le principe de fractionnement dans le temps de l'irradiation d'une tumeur, indiquez la (les) proposition(s) exacte(s) (inspirée des annales) :**

- A) La durée du traitement se calcule par le nombre de séance moins 1, multiplié par le temps que dure une séance
- B) La restauration cellulaire et tissulaire oblige à augmenter la dose délivrée à la tumeur
- C) Après une irradiation la tumeur va diminuer de taille et sera moins oxygénée, ce qui va finir par la tuer par « asphyxie », c'est l'effet oxygène
- D) La dose délivrée est égale à la dose totale divisée par le nombre de séance
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**Correction : Radiothérapie****2021 – 2022 (Pr. Humbert)****QCM 1 : AC**

- A) Vrai
- B) Faux : c'est une irradiation localisée et proche de la tumeur
- C) Vrai
- D) Faux : le cœur n'est pas un tissu à renouvellement lent
- E) Faux

**QCM 2 : BCE**

- A) Faux : uniquement ionisants
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Faux : les protons attention pas les photons
- E) Vrai

**QCM 3 : BDE**

- A) Faux : le dépôt maximal d'énergie des protons se fait à la fin du parcours
- B) Vrai c'est grâce au trajet rectiligne et au pic de Bragg
- C) Faux : parce que ce sont des particules lourdes
- D) Vrai : car ils sont chargés donc interagissent beaucoup
- E) Vrai

**QCM 4 : E**

- A) Faux : l'iode 125 est un émetteur de rayons X désolée mais c'est tombé au concours 2019
- B) Faux : La vitesse change selon le coefficient d'atténuation  $\mu$  du tissu et l'intensité du faisceau initial
- C) Faux : il s'agit de la définition de la radiothérapie stéréotaxique robotisée attention pas de l'IRMt
- D) Faux : il y a 3 facteurs pris en compte : la dose délivrée D, le nombre de séances N et l'intervalle de temps entre les séances
- E) Vrai

**QCM 5 : AD**

- A) Vrai
- B) Faux : NON obligatoire
- C) Faux : les électrons n'ont pas une décroissance exponentielle
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 6 : BD**

- A) Faux : La durée du traitement se calcule par le nombre de séance moins 1, multiplié par le temps entre chaque séance
- B) Vrai
- C) Faux : pas du tout, l'effet oxygène c'est lorsqu'après une irradiation la taille de la tumeur diminue ce qui augmente son oxygénation et permet une meilleure efficacité de la prochaine séance
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 7 : E**

- A) Faux : l'iode 125 est un émetteur de rayons X désolée mais c'est tombé au concours 2019
- B) Faux : la vitesse change selon le coefficient d'atténuation  $\mu$  du tissu et l'intensité du faisceau initial
- C) Faux : il s'agit de la définition de la radiothérapie stéréotaxique robotisée attention pas de l'IRMt
- D) Faux : il y a 3 facteurs pris en compte : la dose délivrée D, le nombre de séances N et l'intervalle de temps entre les séances
- E) Vrai

**QCM 8 : AD**

- A) Vrai
- B) Faux : NON obligatoire
- C) Faux : les électrons n'ont pas une décroissance exponentielle
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 9 : BD**

- A) Faux : la durée du traitement se calcule par le nombre de séance moins 1, multiplié par le temps entre chaque séance
- B) Vrai
- C) Faux : pas du tout, l'effet oxygène c'est lorsqu'après une irradiation la taille de la tumeur diminue ce qui augmente son oxygénation et permet une meilleure efficacité de la prochaine séance
- D) Vrai
- E) Faux