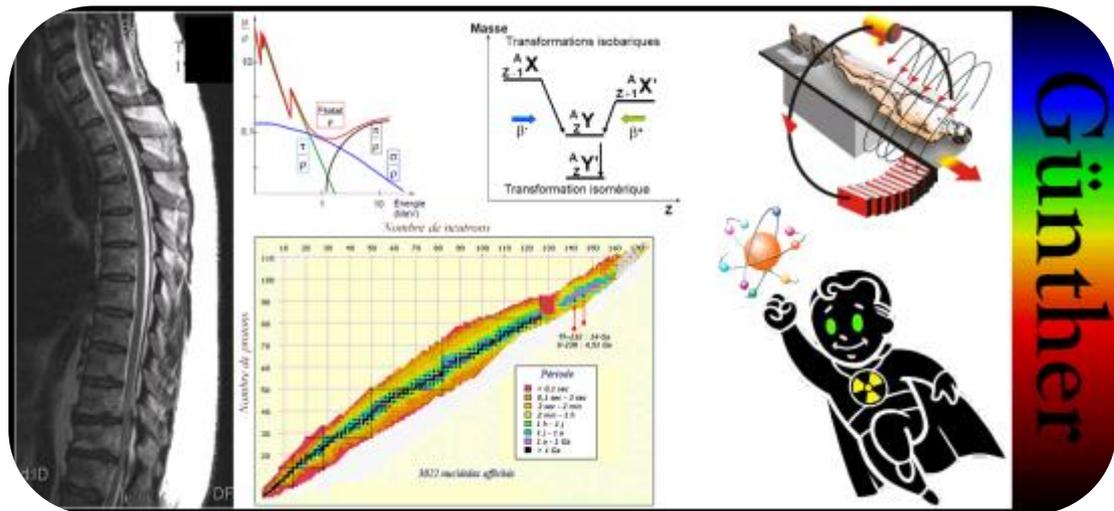


# ANNATUT'

## BIOPHYSIQUE

### UE3a

[Année 2017-2018]



- ⇒ 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>11</b>
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Interaction des rayonnements ionisants avec la matière.....	17
<b>3. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Rayons X.....</b>	<b>21</b>
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Rayons X .....	26
<b>4. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Noyau.....</b>	<b>29</b>
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Noyau.....	34
<b>5. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Transformations radioactives.....</b>	<b>37</b>
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Transformations radioactives .....	43
<b>6. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Lois cinétiques .....</b>	<b>47</b>
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Lois cinétiques .....	51
<b>7. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Eléments de radiobiologie et de radioprotection.....</b>	<b>53</b>
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Eléments de radiobiologie et de radioprotection .	55
<b>8. Résonance magnétique nucléaire (RMN) et Imagerie par résonance magnétique (IRM) .....</b>	<b>57</b>
Correction : Résonance magnétique nucléaire (RMN) et Imagerie par résonance magnétique (IRM) .....	61

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

2017 – 2018 (Pr. Darcourt)

**QCM 1 : Le baryum stable ( $Z=56$ ) a une masse atomique de 137,327g. Donnez la (les) proposition(s) juste(s) :**

- A) Cet atome est composé de 137 nucléons.
- B) Cet atome est composé de 56 électrons dans son état stable.
- C) Cet atome est composé de 56 électrons dans un état excité.
- D) Cet atome est composé de 56 électrons dans un état ionisé.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 2 : La masse atomique de l'oxygène 16 est 15,994g:**

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

- A) La masse d'une mole d'oxygène 16 est de 15,994 uma.
- B) La masse d'un atome d'oxygène 16 est de 15,994 g.
- C) La masse d'un atome d'oxygène 16 est de  $2,65 \cdot 10^{-23}$ g.
- D) Le numéro atomique est égal à 16.
- E) Le nombre de masse est égal à 15.

**QCM 3 : Le cérium stable ( $Z = 58$ ) a une masse de 140,116u. Donnez la (les) proposition(s) juste(s)**

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

- A) Cet atome a une masse molaire atomique de 140,116g.
- B) La masse molaire atomique est la masse de N atome ( N = nombre d'Avogadro = nombre d'atomes dans une mole).
- C) La masse de l'atome de cérium est à peu près de  $2,335 \cdot 10^{-22}$ g.
- D) Cet atome a plus de neutrons que de protons.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 4 : Le potassium stable ( $Z=19$ ) a une masse atomique de 39,0983g. Donnez la (les) proposition(s) juste(s) :**

- A) Le potassium est composé de 20 nucléons.
- B) Le potassium possède 19 électrons dans un état ionisé.
- C) La masse du potassium est de 39,0983g.
- D) La masse du potassium est de  $4,2 \cdot 10^{-23}$  u.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 5 : A propos des particules, donnez la (les) proposition(s) juste(s) :**

- A) Le neutron est plus lourd que le proton.
- B) La masse de 2 atomes d'hydrogène ( $Z=1$ ) est égale à la masse d'un atome d'hélium ( $Z=2$ ).
- C) Le négaton est l'antiparticule de l'électron.
- D) Le proton est stable en dehors du noyau.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 6 : Calculez la masse relativiste d'un électron ayant une vitesse  $v = 1 \cdot 10^8$  m.s<sup>-1</sup> :**

**Donnée : masse de repos d'un électron =  $9 \cdot 10^{-31}$  kg**

**$2/3 \approx 0,7$  ;  $4/9 \approx 0,4$  ;  $1/9 \approx 0,1$  ;  $\sqrt{0,3} \approx 0,5$  ;  $\sqrt{0,4} \approx 0,6$  ;  $\sqrt{0,6} \approx 0,75$  ;  $\sqrt{0,9} \approx 0,95$**

- A)  $5,5 \cdot 10^{-31}$  kg.
- B)  $7 \cdot 10^{-31}$  kg.
- C)  $9,5 \cdot 10^{-31}$  kg.
- D)  $13 \cdot 10^{-31}$  kg.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 7 : A propos de la masse et de l'énergie, donnez les vraies :**

- A) Plus la vitesse de la particule se rapproche de la vitesse de la lumière, plus sa masse relativiste augmente.
- B) Un joule correspond à l'énergie cinétique acquise par un électron sans vitesse initiale sous l'effet d'une différence de potentiel de 1 volt.
- C) 1eV est égal à  $1,602 \cdot 10^{-19}$ J.
- D) Selon Einstein, la masse est une forme d'énergie, et on peut convertir l'un en l'autre grâce à la formule  $E=mc^2$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 8 :** Soit un rayonnement d'énergie  $E = 200 \text{ keV}$ . Quelle est à peu près sa longueur d'onde en mètre ?

- A) 6
- B)  $6 \cdot 10^{-6}$
- C)  $6 \cdot 10^{-9}$
- D)  $6 \cdot 10^{-12}$
- E)  $6 \cdot 10^{-15}$

**QCM 9 :** A propos des rayonnements, donnez la (les) proposition(s) juste(s) :

- A) Les ondes radio ont une fréquence plus élevée que les ondes du domaine du visible.
- B) Les IF rouge ont une énergie plus élevée que les ondes du domaine du visible.
- C) Les ondes radio ont une longueur d'onde plus élevée que les UV.
- D) Les rayons X ont une énergie plus élevée que les IF.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 10 :** Calculez l'énergie cinétique, d'un électron, se déplaçant à une vitesse de  $0,6 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ .

**Données :**  $m_{\text{électron}} = 9,31 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$  ;  $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$

- A)  $1,6 \cdot 10^{-13} \text{ eV}$
- B)  $1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$
- C)  $1 \cdot 10^6 \text{ J}$
- D)  $1 \cdot 10^6 \text{ eV}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 11 :** Soit une particule de masse  $1,32 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$  et se déplaçant à une vitesse de  $3,6 \cdot 10^8 \text{ km/h}$ .

Calculez la longueur d'onde de De Broglie associé à cette particule.

**Données :**  $m_{\text{électron}} = 9,31 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$  ;  $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$

- A)  $1,39 \cdot 10^{-11} \text{ m}$
- B)  $1,30 \cdot 10^{-2} \text{ nm}$
- C)  $5 \cdot 10^{-14} \text{ nm}$
- D)  $5 \cdot 10^{-14} \text{ m}$
- E)  $5 \cdot 10^{-5} \text{ nm}$

**QCM 12 :** Quelle est l'énergie en Joules, d'un rayonnement électromagnétique se propageant dans le vide et ayant une longueur d'onde de  $22 \text{ nm}$  ?

**Données :**  $m_{\text{électron}} = 9,31 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$  ;  $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$

- A)  $3 \cdot 10^{-16} \text{ J}$
- B)  $6 \cdot 10^{-17} \text{ J}$
- C)  $9 \cdot 10^{-18} \text{ J}$
- D)  $12 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 13 :** Quelle est le numéro atomique du Cobalt sachant que l'énergie de liaison de sa couche L est de  $54,4 \text{ eV}$  et que sa constante d'écran est de 23 ?

- A) 21
- B) 23
- C) 25
- D) 27
- E) 29

**QCM 14 :** Quelle est l'énergie de l'électron de la couche M du chlore ( $Z=17$ ) sachant que la constante d'écran correspondante est égale à 8 ?

- A)  $122,4 \text{ eV}$
- B)  $-122,4 \text{ eV}$
- C)  $40,8 \text{ eV}$
- D)  $-40,8 \text{ eV}$
- E)  $-40,8 \text{ J}$

**QCM 15 : Donnez la (les) proposition(s) juste(s) :**

- A) L'orbitale  $n=5$  peut contenir 50 électrons.
- B) Les électrons de la couche la plus externe sont les plus fortement liés à l'atome.
- C) Lorsque les électrons de l'atome remplissent les couches les plus internes l'atome est en excès d'énergie.
- D) La couche la plus interne de l'hydrogène a une énergie plus élevée que la couche la plus interne du Silicium.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 16 : Soit un atome d'oxygène  $^{16}_8\text{O}$ , donnez la (les) proposition(s) juste(s) :**

- A) Sa masse atomique est proche de 8g.
- B) Sa masse atomique est proche de 24g.
- C) Il a 16 neutrons répartis en 8 nucléons et 8 protons.
- D) Il possède 16 électrons.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 17 : Quelles sont la (les) proposition(s) exacte(s) concernant l'atome d'uranium 235 ( $^{235}_{92}\text{U}$ ), sachant que sa masse atomique est égale à 235,0439 u ?**

- A) La masse d'une mole d'atome d'uranium 235 est égale à 235,0439 grammes.
- B) La masse d'un atome d'uranium 235 est égale à 235,0439 u.
- C) L'uranium 235 possède 235 nucléons.
- D) Son nombre de masse est égal à 92.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 18 : Soit l'atome de Krypton ( $^{84}_{36}\text{Kr}$ ) de masse 83,798 u. Calculez le défaut de masse**

- A) 0,922 g
- B) 0,922 u
- C)  $1,48 \cdot 10^{-24}$  u
- D)  $1,48 \cdot 10^{-24}$  g
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 19 : Quelle est l'énergie d'une onde électromagnétique de longueur d'onde de  $3,1 \cdot 10^{-7}$  m ?**

- A) 4 J
- B)  $4 \cdot 10^9$  J
- C)  $4 \cdot 10^9$  eV
- D) 4 eV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 20 : Donnez la (les) proposition(s) juste(s) :**

- A) Grâce à l'expérience de Rutherford, on a pu établir un nouveau modèle de l'atome. Il est constitué d'une masse concentrée au niveau du noyau chargé négativement, et d'électrons refoulés à la périphérie du vide péri-nucléaire.
- B) Selon Rutherford, l'atome possède un nombre fini d'orbites, dont les rayons sont un multiple entier de  $\lambda$ .
- C) Plus un électron est proche du noyau, plus il sera fortement lié à l'édifice atomique.
- D) L'énergie de l'électron est négative alors que l'énergie de liaison est positive.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 21 : Donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :**

- A) La masse d'un atome en gramme est égale à la masse d'une mole d'atome en u.
- B) L'unité de masse atomique correspond à  $1/12^{\text{ème}}$  de la masse d'un atome de carbone 12.
- C) Le numéro atomique est égal à l'entier le plus proche de la masse d'un atome en unité atomique.
- D) Lorsqu'une particule est en mouvement, plus sa vitesse est importante plus sa masse relativiste augmente.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 22 : Donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :**

- A) La longueur d'onde correspond à la plus petite distance séparant 2 points dans un même état vibratoire.
- B) Les rayonnements électromagnétiques sont caractérisés par une longueur d'onde ( $\lambda$ ) et leur fréquence ( $\nu$ ), 2 grandeurs inversement proportionnelle.
- C) La longueur d'onde des ondes radios est supérieur à celle des rayons X, donc la fréquence des ondes radios est également supérieur à celle des rayons X.
- D) Une onde électromagnétique ne peut être cédée ou acquérir que par quantité discontinues, des multiples entiers d'une quantité élémentaire : le quantum de Planck.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 23 : Quelle est l'énergie de liaison des électrons de la couche M (modèle de Bohr) du chlore (Z = 17) sachant que la constante d'écran est égale à 11 ?**

- A) -37,2 eV
- B) 54,4 eV
- C) 37,2 eV
- D)  $59,52 \times 10^{-19}$  J
- E)  $87,04 \times 10^{-19}$  J

**QCM 24: L'indium (Z=49) a une masse de 114,818u. Donnez la (les) proposition(s) juste(s) concernant cet atome :**

**Donnée : nombre d'Avogadro =  $6 \cdot 10^{23}$**

- A) La masse de l'atome d'indium est de  $1,91 \cdot 10^{-22}$  g.
- B) Son nombre de masse est égal à 49.
- C) La masse d'une mole d'atome d'indium est égal à 114,818 u.
- D) Il est composé de 65 neutrons.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 25 : L'Osmium (Z=76) a une masse de 190,23u. Donnez les propositions vraies :**

- A) L'Osmium est composé de 117 nucléons.
- B) L'Osmium est composé de 76 électrons dans son état fondamental.
- C) L'Osmium a une masse atomique de 190,23u.
- D) L'Osmium est composé de 76 protons.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 26 : Le zinc stable (Z=30) a une masse de 65,409u. Donnez la (les) proposition(s) juste(s) :**

- A) Cet atome est composé de 65 neutrons.
- B) La masse molaire atomique est de 65,409u.
- C) Cet atome est composé de 30 électrons dans son état fondamental.
- D) La masse de N atomes de zinc (N = nombre d'Avogadro) est de 65,409g.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 27 : A propos des particules. Donnez la (les) proposition(s) juste(s) :**

- A) Le positon a une masse plus élevée que l'électron.
- B) La particule  $\alpha$  est composée de 2 protons et de 2 neutrons.
- C) Le proton est instable en dehors du noyau d'un atome.
- D) Le proton et le neutron sont considérés comme non relativistes.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 28 : Calculez la masse relativiste d'un électron ayant une vitesse  $v = 2 \cdot 10^8$  m.s<sup>-1</sup> :**

**Donnée : masse de repos d'un électron =  $9 \cdot 10^{-31}$  kg**

**$2/3 \approx 0,7$  ;  $4/9 \approx 0,4$  ;  $\sqrt{0,3} \approx 0,5$  ;  $\sqrt{0,4} \approx 0,6$  ;  $\sqrt{0,6} \approx 0,75$**

- A)  $18 \cdot 10^{-31}$  kg.
- B)  $15 \cdot 10^{-31}$  kg.
- C)  $12 \cdot 10^{-31}$  kg.
- D)  $9 \cdot 10^{-31}$  kg.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 29 : Le Ca<sup>2+</sup> (Z=20) a une masse de 40,078u. Donnez la (les) proposition(s) juste(s) :**

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

- A) Cet atome est composé de 40 neutrons.
- B) La masse molaire atomique est de 40,078g.
- C) Cet atome est composé de 20 électrons dans son état fondamental.
- D) La masse de N atomes de zinc (N = nombre d'Avogadro) est de 40,078u.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 30 : A propos des rayonnements électromagnétiques. Donnez la (les) proposition(s) juste(s) :**

- A) On les modélise comme composés d'un champ magnétique B et d'un champ électrique E qui vibrent en phase, sont perpendiculaires l'un par rapport à l'autre et par rapport à la direction de propagation.
- B) Ils se déplacent plus vite que la lumière dans le vide.
- C) Les rayons UV (ultra-violet) ont une longueur d'onde plus grande que les ondes radio.
- D) Les rayons IF (infra-rouge) ont une énergie plus grande que les rayons UV.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 31 : Donnez les propositions vraies :**

- A) La masse atomique en grammes s'exprime par le même nombre que la masse d'un atome en uma.
- B) L'unité de masse atomique est égale au douzième de la masse d'un atome de carbone 12.
- C) Le nombre de masse A est égal à l'entier le plus proche de la masse atomique en gramme.
- D) La masse d'une mole d'atomes en gramme est égale à la masse d'un atome en unité de masse atomique.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Particules, ondes et atomes****2017 - 2018****QCM 1 : ABC**

- A) Vrai, que  $A = 137$   
 B) Vrai, électron = proton dans un état stable  
 C) Vrai, dans un état excité l'électron change de couche mais reste dans le cortège électronique donc électron = proton dans un état excité  
 D) Faux, un ou plusieurs électrons se sont barrés du cortège dans un état ionisé

**QCM 2 : C**

- A) Faux : La masse d'une mole d'oxygène 16 est de 15,994 GRAMMES.  
 B) Faux : La masse d'un atome d'oxygène 16 est de 15,994 UMA.  
 C) Vrai  
 D) Faux : le numéro atomique de l'oxygène est 8 (cf tableau périodique des éléments)  
 E) Faux : le nombre de masse est de 16 (entier le plus proche de la masse atomique)

**QCM 3 : ABCD**

- A) Vrai  
 B) Vrai  
 C) Vrai, si 140,116 g est la masse de  $6,02 \cdot 10^{23}$  atomes alors la masse de 1 atome est de  $\frac{140,116}{6,02 \cdot 10^{23}} = 2,335 \cdot 10^{-22}$  g  
 D) Vrai, il y a 82 neutrons et 58 protons

**QCM 4 : E**

- A) Faux, 39 nucléons  
 B) Faux, 19 dans un état stable  
 C) Faux, 39,0983u  
 D) Faux,  $39,0983 / 6 \cdot 10^{23} = 6,5 \cdot 10^{-23}$

**QCM 5 : AD**

- A) Vrai  
 B) Faux,  
 C) Faux, c'est la même particule  
 D) Vrai

**QCM 6 : C**

$$M = \frac{m(0)}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{9 \cdot 10^{-31}}{\sqrt{1 - \frac{(1 \cdot 10^8)^2}{(3 \cdot 10^8)^2}}} = \frac{9 \cdot 10^{-31}}{\sqrt{1 - \frac{1 \cdot 10^{16}}{9 \cdot 10^{16}}}} = \frac{9 \cdot 10^{-31}}{\sqrt{1 - \frac{1}{9}}} = \frac{9 \cdot 10^{-31}}{\sqrt{1 - 0,1}} = \frac{9 \cdot 10^{-31}}{\sqrt{0,9}} = \frac{9 \cdot 10^{-31}}{0,95} = \frac{9 \cdot 10^{-31} \cdot 20}{19}$$

$M = 9,5 \times 10^{-31}$  kg

**QCM 7 : ACD**

- A) Vrai  
 B) Faux, c'est la définition d'un électron volt  
 C) Vrai  
 D) Vrai

**QCM 8 : D**

$$E = \frac{1240}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{1240}{E} \quad E = 200 \text{ keV} = 200 \times 10^3 \text{ eV} = 2 \times 10^5 \text{ eV}$$

$$\lambda = \frac{1240}{2 \cdot 10^5} = 6 \times 10^{-3} \text{ nm} = 6 \times 10^{-12} \text{ m}$$

**QCM 9 : CD**

- A) Faux, moins élevée  
 B) Faux, moins élevée  
 C) Vrai  
 D) Vrai

**QCM 10 : BD**

$$E = 0,5mc^2 = 0,5 \times 9,1 \cdot 10^{-31} \times (0,6 \cdot 10^8)^2 = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ Joules}$$

$$1,6 \cdot 10^{-13} / 1,602 \cdot 10^{-19} = 10^6 \text{ eV}$$

**QCM 11 : DE**

Attention à bien convertir : la masse en gramme et la vitesse en m/s.

$$\lambda = h/(mv) = 6,62 \cdot 10^{-34} / (1,32 \cdot 10^{-28} \times 10^8) = 5 \cdot 10^{-14} \text{ m} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ nm.}$$

**QCM 12 : C**

$$E = hc / \lambda = (6,6 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8) / 2,2 \cdot 10^{-8} = 9 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

**QCM 13 : D**

$$E = 13,6 \times \frac{(Z - \sigma)^2}{n^2} \rightarrow (Z - \sigma)^2 = \frac{E \cdot n^2}{13,6} \rightarrow Z - \sigma = \sqrt{\frac{E \cdot n^2}{13,6}} \rightarrow Z = \sigma + \sqrt{\frac{E \cdot n^2}{13,6}}$$

$$Z = 23 + \sqrt{\frac{54,4 \cdot 2^2}{13,6}} = 23 + \sqrt{4 \cdot 2^2} = 23 + \sqrt{16} = 27$$

**QCM 14 : B**

Rappel : l'énergie de l'électron est négative alors que l'énergie de liaison est positive. Ici on demande l'énergie de l'électron.

$$E = -13,6 \times (Z - \sigma)^2 / n^2 = -13,6 \times 9 = -122,4$$

**QCM 15 : A**

- A) Vrai
- B) Faux, nop l'inverse
- C) Faux, nop il est stable
- D) Faux, nop l'inverse

**QCM 16 : E**

- A) Faux, sa masse atomique est proche de 16 g
- B) Faux
- C) Faux, il possède 16 NUCLÉONS répartis en 8 NEUTRONS et 8 PROTONS
- D) Faux, il possède 8 électrons

**QCM 17 : ABC**

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Faux, son nombre de masse est égal à 235, son numéro atomique est égal à 92
- E)

**QCM 18 : BD**

$$\Delta M = 36 \times 1,008 + 48 \times 1,009 - 83,798 \text{ u} = 0,922 \text{ u}$$

$$0,922 \times 1,6 \cdot 10^{-24} = 1,48 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

→ Bien penser à convertir les unités

**QCM 19 : D**

ATTENTION AUX UNITÉS

Il faut utiliser la relation de Duane et Hunt avec l'énergie en **eV** et la longueur d'onde en **nm**.

$$\rightarrow E(\text{eV}) = 1240 / \lambda (\text{nm}) = 1240/310 = 4 \text{ eV}$$

**QCM 20 : CD**

- A) Faux, le noyau est chargé **positivement**
- B) Faux, c'est selon Bohr
- C) Vrai
- D) Vrai

**QCM 21 : BD**

- A) Faux, la masse d'un atome en **unité atomique** est égale à la masse d'une mole d'atome en **grammes**.
- B) Vrai.
- C) Faux, c'est le nombre de masse (A) qui est égal à l'entier le plus proche de la masse atomique.
- D) Vrai.

**QCM 22 : ABD**

- A) Vrai.
- B) Vrai.
- C) Faux, ceux sont 2 gradeurs inversement proportionnelle.
- D) Vrai.

**QCM 23 : BE**

Conseil : une énergie de liaison est obligatoirement positive → réponse A impossible (++)

Il faut utiliser la formule  $E(\text{eV}) = 13,6 \times \frac{(Z-\sigma)^2}{n^2}$

$$E = 13,6 \times \frac{(17-11)^2}{3^2} = 13,6 \times \frac{36}{9} = 54,4 \text{ eV}$$

Il faut penser à convertir en joules :  $54,4 \times 1,6 \cdot 10^{-19} = 87,04 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ .

**QCM 24 : A**

- A) Vrai :  $114,818 / 6 \cdot 10^{23} = 1,91 \cdot 10^{-22} \text{ g}$ .  
 B) Faux : son nombre de masse est de 115.  
 C) Faux : la masse molaire atomique est de 114,818 g.  
 D) Faux : il est composé de 66 neutrons.

**QCM 25 : BD**

- A) Faux, 190 nucléons  
 B) Vrai  
 C) Faux, la masse atomique est en gramme  
 D) Vrai

**QCM 26 : CD**

- A) Faux, 65 nucléons  
 B) Faux, l'unité de la masse molaire atomique est le gramme  
 C) Vrai  
 D) Vrai

**QCM 27 : BD**

- A) Faux, ils ont la même masse  
 B) Vrai  
 C) Faux, il est stable en dehors du noyau  
 D) Vrai

**QCM 28 : C**

$$M = \frac{m(0)}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{9 \cdot 10^{-31}}{\sqrt{1-\frac{(2 \cdot 10^8)^2}{(3 \cdot 10^8)^2}}} = \frac{9 \cdot 10^{-31}}{\sqrt{1-\frac{4 \cdot 10^{16}}{9 \cdot 10^{16}}}} = \frac{9 \cdot 10^{-31}}{\sqrt{1-\frac{4}{9}}} = \frac{9 \cdot 10^{-31}}{\sqrt{1-0,4}} = \frac{9 \cdot 10^{-31}}{\sqrt{0,6}} = \frac{9 \cdot 10^{-31}}{0,75} = \frac{9 \cdot 10^{-31} \cdot 4}{3}$$

$$M = 12 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

**QCM 29 : BC**

- A) Faux, 20 neutrons  
 B) Vrai  
 C) Vrai  
 D) Faux, la masse molaire est en gramme!

**QCM 30 : A**

- A) Vrai  
 B) Faux, à la même vitesse  
 C) Faux, la longueur d'onde des UV est plus petite que les ondes radio  
 D) Faux, l'énergie des UV est plus grande que les IF

**QCM 31 : ABCD**

- A) Vrai  
 B) Vrai  
 C) Vrai  
 D) Vrai

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

2017 - 2018(Pr. Darcourt)

**QCM 1 : A propos des rayonnements directement et indirectement ionisants :**

- A) Les particules chargées interagissent de manières stochastiques avec la matière et sont directement ionisantes.
- B) Les particules et les rayonnements neutres interagissent de manière statistique avec la matière.
- C) Les rayonnements et les particules neutres sont dits indirectement ionisants car ils mettent en mouvement des particules chargées qui vont alors produire des ionisations.
- D) Les neutrons lents mettent en mouvement des électrons alors que les rayonnements X et  $\gamma$  mettent en mouvement des protons.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 2 : On considère l'atome de titane ( $Z=22$ ) et les énergies de ses électrons sont**

$$W_K = -1300 \text{ eV} ; W_L = -500 \text{ eV} ; W_M = -100 \text{ eV}$$

**Quelles sont les photons capables de provoquer une excitation ou une ionisation de cet atome ?**

- A) 1300 eV
- B) 653 eV
- C) 300 eV
- D) 85 eV
- E) 800 eV

**QCM 3 : On considère l'atome de de nickel ( $Z=28$ ) et les énergies de ses électrons sont**

$$W_K = -1900 \text{ eV} ; W_L = -800 \text{ eV} ; W_M = -350 \text{ eV}$$

**Quelles sont les phénomènes observables après une ionisation d'un électron de la couche K ?**

- A) Un photon de fluorescence de 800 eV.
- B) Un photon de fluorescence de 450 eV.
- C) Un photon de fluorescence de 1200 eV.
- D) Un électron d'Auger d'énergie cinétique de 300 eV.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 4 : On considère l'atome de Fer ( $Z=26$ ) et les énergies de ses électrons sont**

$$W_K = -1700 \text{ eV} ; W_L = -900 \text{ eV} ; W_M = -300 \text{ eV}$$

**Quels sont les différentes énergies cinétiques d'électron Auger que l'on peut observer après une ionisation sur la couche K ?**

- A) 900 eV
- B) 600 eV
- C) 700 eV
- D) 800 eV
- E) 1400 eV

**QCM 5 : On considère l'atome de d'arsenic ( $Z=33$ ) et les énergies de ses électrons sont**

$$W_K = -2120 \text{ eV} ; W_L = -935 \text{ eV} ; W_M = -358 \text{ eV}$$

**Quelles sont les phénomènes observables après une ionisation de la couche L ?**

- A) Un photon de fluorescence de 2120eV.
- B) Un photon de fluorescence de 1185eV.
- C) Un électron d'Auger d'énergie cinétique de 250eV.
- D) Un électron d'Auger d'énergie cinétique de 219eV.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 6 :** Soit l'atome de sodium, Chlore ( $Z=17$ ). Il est excité par un photon qui provoque le passage d'un électron de la couche K à la couche M.

Lors de la désexcitation de l'atome, quels sont les photons de fluorescence observables ?

Données (en eV) :  $W_K = -1273$  ;  $W_L = -68$  ;  $W_M = -0,6$

- A) 1273 eV
- B) 67,4 eV
- C) 1272,4 eV
- D) 1205 eV
- E) 0,6 eV

**QCM 7 :** On considère l'atome de Calcium ( $Z=20$ ) et les énergies de ses électrons sont :

$W_K = -980$  eV ;  $W_L = -470$  eV ;  $W_M = -130$  eV

Quels sont les différentes énergies cinétiques d'électron Auger que l'on peut observer après une excitation de la couche K vers M ?

- A) 720 eV
- B) 380 eV
- C) 210 eV
- D) 40 eV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 8 :** Donnez la (les) proposition(s) juste(s) :

- A) Lorsqu'un atome subit une excitation il peut récupérer un électron libre pour redevenir stable.
- B) Lorsqu'un atome est ionisé il peut subir des cascade de réarrangement (des désexcitations) pour gagner en stabilité.
- C) Un atome de carbone instable a plus de chance de produire des émissions de fluorescence qu'un atome de soufre instable lors de leur réarrangement par rapport à l'émission Auger.
- D) Un atome d'azote instable a plus de chance de produire des électron d'Auger qu'un atome de calcium.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 9 :** La couche de déci-atténuation est l'épaisseur de matériau qui ne laisse passer que 10% d'un faisceau de photons monoénergétiques, sachant qu'elle est de 3mm de plomb pour les photons de l'iode 129 métastable.

Quelle est la couche de demi-atténuation du plomb pour ces mêmes photons ?

- A) 1 cm
- B) 3 cm
- C) 15 mm
- D) 1 mm
- E) 1,5 cm

**QCM 10 :** On dispose de d'aluminium dont la CDA est de 3cm et de béton dont la CDA est de 1cm. Donnez la (les) proposition(s) juste(s) :

- A) Le coefficient linéique est plus important chez l'aluminium que chez le béton.
- B) On récupère 75% du faisceau initial après avoir traversé 6cm d'aluminium.
- C) Après avoir traversé de 10cm de béton, tous les photons initiaux ont été absorbés.
- D) L'association de 3cm d'aluminium et de 1cm de béton atténue 50% du faisceau initial.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 11 :** Après avoir traversé 15cm de papier on récupère 12,5% du flux initial. Quelle est la CDA du papier ?

- A) 15cm
- B) 10cm
- C) 7,5cm
- D) 5cm
- E) 3,75cm

**QCM 12 : A propos des mécanismes d'atténuation, donnez la (les) proposition(s) juste(s) :**

- A) L'effet Compton est un transfert de la totalité de l'énergie du photon.
- B) L'effet Compton a plus de chance de se produire pour les photons de forte énergie.
- C) L'effet photoélectrique a plus de chance de se produire pour les atomes lourds.
- D) Lors d'un choc frontal, la variation de trajectoire d'un photon ayant subi un effet Compton est importante.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 13 : A propos des mécanismes d'atténuation, donnez la (les) proposition(s) juste(s) :**

- A) Lors de la diffusion de Thomson-Rayleigh le photon incident ne va pas changer de longueur d'onde.
- B) La diffusion de Thomson-Rayleigh est importante pour les ondes radio.
- C) La création de paire ne peut pas se produire pour un atome de calcium.
- D) Lors de la diffusion de Thomson-Rayleigh le photon incident change de direction sans transfert d'énergie.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 14 : A propos des interactions des neutrons, donnez la (les) proposition(s) juste(s) :**

- A) Ils ont une grande probabilité d'interaction.
- B) Les neutrons rapides, dans un milieu de noyaux lourds, vont produire beaucoup de protons secondaire.
- C) Les neutrons rapides, dans un milieu riche en hydrogène, vont beaucoup interagir avec ces derniers en leur expulsant le noyau.
- D) Les neutrons lents sont à l'origine des transformations radioactives lorsqu'ils se font absorber.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 15 : On considère l'atome de Brome ( $Z=35$ ) et les énergies de ses électrons sont**

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

**Quelles sont les phénomènes pouvant être observables après une ionisation d'un électron de la couche K ?**

- A) Un photon de fluorescence de 410 eV
- B) Un photon de fluorescence de 240 eV
- C) Un électron d'Auger ayant une énergie cinétique de 415 eV
- D) Un électron d'Auger ayant une énergie cinétique de 655 eV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 16 : Quelle est en nanomètre la longueur d'onde du photon émis d'un atome d'hydrogène lors de sa désexcitation de sa couche M vers la couche K ?**

- A) 26
- B) 102
- C) 351
- D) 605
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 17 : A propos des mécanismes d'atténuation, donnez la (les) proposition(s) exacte(s) :**

- A) L'effet photo-électrique correspond à un transfert partiel de l'énergie du photon incident à un électron.
- B) L'effet photo-électrique ne dépend pas de la nature de la matière.
- C) Plus l'énergie est élevée, plus l'effet photo-électrique a de chance de se produire.
- D) Pour que la création de paire puisse se produire il faut que l'énergie du photon ait un seuil minimal de 1,022 eV.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 18 : Quelle est la couche de demi atténuation de l'aluminium sachant qu'en traversant 15mm 87,5% des photons initiaux ont été atténués ?**

- A) 45mm
- B) 15mm
- C) 10mm
- D) 6 mm
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 19 : A propos des interactions particulaire, donnez la (les) proposition(s) exacte(s) :**

- A) Les neutrons, qui sont des particules chargées, vont interagir par choc direct avec les autres particules (les noyaux par exemple)
- B) Les neutrons interagissent peu avec les autres particules.
- C) Les neutrons rapides, dans un milieu composé d'atomes lourds, se font absorber par ceux-là.
- D) Les neutrons lents, dans un milieu composé d'atomes lourds, vont rebondir sur ceux-là.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 20** : On considère l'atome de Phosphore ( $Z=15$ ) et les énergies de ses électrons sont  $W_K = 1460 \text{ eV}$  ;  $W_L = 620 \text{ eV}$  ;  $W_M = 210 \text{ eV}$

Quels sont les phénomènes observable après une ionisation d'un électron de la couche K ?

- A) Un photon de 1460 eV.
- B) Un photon de 840 eV.
- C) Un photon de 410 eV.
- D) Un électron Auger d'énergie cinétique de 840 eV.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 21** : Quelle est l'énergie de liaison des électrons de la couche M (modèle de Bohr) du chlore ( $Z = 17$ ) sachant que la constante d'écran est égale à 11 ?

- A) -37,2 eV
- B) 54,4 eV
- C) 37,2 eV
- D)  $59,52 \times 10^{-19} \text{ J}$
- E)  $87,04 \times 10^{-19} \text{ J}$

**QCM 22** : A propos des rayonnements ionisants, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Les particules neutres (non chargées) interagissent de façon stochastique.
- B) Les particules chargées ( $\alpha^{2+}$ ,  $\beta^-$ ,  $\gamma$ ,...) sont directement ionisants.
- C) Plus la longueur d'onde est élevée plus l'énergie est basse (en valeur absolue).
- D) Les rayonnements supérieurs à 13,6 eV sont considérés comme ionisants.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 23** : On considère l'atome de Chrome ( $Z= 24$ ) et les énergies de ses électrons sont

$W_K = -1420 \text{ eV}$  ;  $W_L = -850 \text{ eV}$  ;  $W_M = -360 \text{ eV}$

Quels sont les photons de fluorescence de réarrangement possible après une excitation de la couche K vers la couche M ?

- A) 1060 eV
- B) 850 eV
- C) 490 eV
- D) 150 eV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 24** : Pour se protéger d'un flux de photons de 511 keV, on dispose de fer dont la CDA est de 0,3mm. Donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) 0,15mm de fer atténue 50% des photons initiaux.
- B) 0,9mm de fer laisse passer 12,5% des photons initiaux.
- C) 3mm de fer atténue tous les photons initiaux.
- D) L'énergie des photons est trop élevée pour qu'ils soient atténués.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 25** : On considère l'atome de phosphore ( $Z=15$ ) et les énergies de ses électrons (dans le modèle de Bohr) sont  $W_K = -1250 \text{ eV}$  ;  $W_L = -570 \text{ eV}$  ;  $W_M = -130 \text{ eV}$

Quels sont les phénomènes observable après avoir subi une excitation avec un passage d'un électron de la couche L vers la couche M ?

- A) Un photon de fluorescence de 680 eV.
- B) Un photon de fluorescence de 440 eV.
- C) Un électron Auger d'énergie cinétique de 440 eV.
- D) Un électron Auger d'énergie cinétique de 310 eV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 26** : On considère l'atome de Phosphore ( $Z=15$ ) et les énergies de ses électrons sont

$W_K = 1460 \text{ eV}$  ;  $W_L = 620 \text{ eV}$  ;  $W_M = 210 \text{ eV}$

Quels sont les phénomènes observable après une ionisation d'un électron de la couche K ?

- A) Un photon de 1460 eV.
- B) Un photon de 840 eV.
- C) Un photon de 410 eV.
- D) Un électron Auger d'énergie cinétique de 840 eV.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 27 :** Quelle est à peu près l'énergie de liaison de la couche M de l'atome du Gallium ( $Z=31$ ) sachant que sa constante d'écran est de 26 ?

- A) -7,5 eV
- B) -22,6 eV
- C) -37,7 eV
- D) -113,3 eV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 28 :** On considère l'atome d'Oxygène ( $Z=8$ ) et les énergies de ses électrons sont

$W_K = -160$  eV ;  $W_L = -20$  eV

L'atome subit une excitation de la couche K vers la couche L. Quelles sont les différents phénomènes observables ?

- A) Un photon de fluorescence de 140 eV.
- B) Un photon de fluorescence de 160 eV.
- C) Un électron d'Auger d'énergie cinétique de 140 eV.
- D) Un électron d'Auger d'énergie cinétique de 160 eV.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 29 :** Après la traversé de 6mm de plomb on récupère 25% du rayonnement photons initiaux. Quelle est la valeur de la couche de demi-atténuation?

- A) 12 mm
- B) 6 mm
- C) 4 mm
- D) 3 mm
- E) 1,5 mm

**QCM 30 :** Soit un atome de Titane excité. Il se désexcite par le passage d'un électron de la couche M vers la couche K. Quelle est la longueur d'onde de ce photon émis en mètre.

Données (en eV) :  $W_K = 700$  ;  $W_L = 320$  ;  $W_M = 80$

- A) 2
- B) 3
- C)  $3 \cdot 10^{-9}$
- D)  $2 \cdot 10^{-9}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 31 :** A propos des interactions des particules chargées avec la matière, donnez la (les) proposition(s) juste(s) :

- A) Les particules positives interagissent le plus souvent avec les électrons et provoquent beaucoup d'ionisations.
- B) Les particules positives provoquent un minimum d'ionisation en fin de parcours appelé pic de Bragg.
- C) Les électrons sont des particules directement ionisantes.
- D) Les protons secondaires ont une masse plus élevée que les électrons ce qui fait qu'ils subissent peu de déviation de leur trajectoire lors des ionisations.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 32 :** Quelle est l'énergie d'un électron de la couche L de l'atome de Zinc ( $Z=30$ ) sachant que sa constante d'écran est de 26 ?

- A) -13,6 eV
- B) -27,2 eV
- C) -54,4 eV
- D) -108,8 eV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

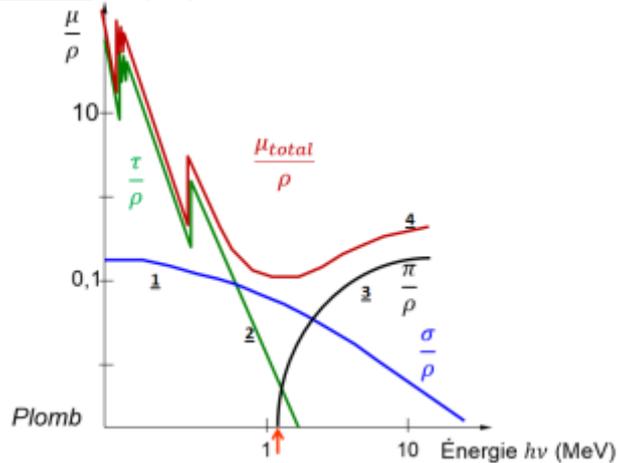
**QCM 33 :** On considère l'atome de d'Argon ( $Z=18$ ) et les énergies de ses électrons sont

$W_K = -600$  eV ;  $W_L = -230$  eV ;  $W_M = -90$  eV

Quels sont les photons de fluorescence de réarrangement possible après une ionisation de la couche L ?

- A) 230 eV
- B) 90 eV
- C) 370 eV
- D) 600 eV
- E) 140 eV

**QCM 34 : A propos des mécanismes d'atténuation et ce graphique. Donnez la (les) proposition(s) exacte(s) :**



- A) La ligne 1 correspond à l'effet Compton.  
 B) La ligne 2 correspond à l'effet photo-électrique.  
 C) La ligne 3 correspond à la diffusion Thomson-Rayleigh.  
 D) La flèche (sur l'axe des abscisses) correspond à un seuil minimal de 1,022 MeV pour que le mécanisme d'atténuation représenté par la ligne 3 puisse se produire.  
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 35 : On dispose de papier dont la CDA est de 5 cm et de béton dont la CDA est de 3 mm. Donnez la (les) proposition(s) juste(s) :**

- A) Le coefficient d'atténuation linéique du papier est supérieur à celui du béton.  
 B) 15 cm de béton laisse passer 12,5% des photons initiaux.  
 C) 10 cm de papier atténue 75% des photons initiaux.  
 D) L'association de 10 cm de papier et de 6 mm de béton atténue 93,75% des photons initiaux.  
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 36 : Soit l'atome de Chlore (Z=17). Il est excité par un photon qui provoque le passage d'un électron de la couche K à la couche M.**

**Lors de la désexcitation de l'atome, quels sont les photons de fluorescence observables ?**

**Données (en eV) :**

$$W_K = 1273 ; W_L = 68 ; W_M = 0,6$$

- A) 1273 eV  
 B) 67,4 eV  
 C) 1272,4 eV  
 D) 1205 eV  
 E) 0,6 eV

**Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Interaction des rayonnements ionisants avec la matière**

2017 - 2018

**QCM 1 : BC**

- A) Faux, elles interagissent de manière obligatoire  
 B) Vrai  
 C) Vrai  
 D) Faux, c'est l'inverse : les neutrons lents mettent en mouvement des protons, et les rayons X et  $\gamma$  des électrons.

**QCM 2 : ABCE**

- A) Vrai, il suffit que l'énergie d'un photon soit supérieur à 100 eV pour qu'on puisse ioniser un électron de la couche K  
 B) Vrai  
 C) Vrai  
 D) Faux  
 E) Vrai

**QCM 3 : ABD**

- A) Vrai, électron libre sur L  
 B) Vrai, desexcitation de M à L  
 C) Faux  
 D) Vrai, desexcitation de L à K puis photon percute L

**QCM 4 : BDE**

- A) Faux  
 B) Vrai,  $900-300 = 600$  eV (un électron libre arrive sur la couche L et le photon de fluo créé percute un électron de la couche M)  
 C) Faux  
 D) Vrai,  $1700-900 = 800$  eV (un électron libre arrive sur la couche K et le photon de fluo créé percute un électron de la couche L)  
 E) Vrai,  $1700-300 = 1400$  eV (un électron de libre arrive sur la couche K et le photon de fluo créé percute un électron de la couche M)

**QCM 5 : D**

- A) Faux, ionisation de la couche L donc on touche pas à la K  
 B) Faux, pas touche à la K  
 C) Faux, qu'est ce que vous avez avec la K?  
 D) Vrai, desexcitation de M à L puis photon percute M:  $935-358-358=219$ eV

**QCM 6 : BCD**

Possibilités :

$$M \rightarrow K = 1273 - 0,6 = 1272,4$$

$$M \rightarrow L = 68 - 0,6 = 67,4$$

$$L \rightarrow K = 1273 - 68 = 1205$$

**QCM 7 : ABCD**

- A) Vrai, en se desexcitant, un électron passe de la couche M à la couche K, ce qui provoque un photon de 850 eV (980-130). Ce photon de 850 eV va percuter un électron de la couche M, ce qui provoque un électron d'Auger de 720 eV (80-130)  
 B) Vrai, en se desexcitant, un électron passe de la couche M à la couche K, ce qui provoque un photon de 850 eV (980-130). Ce photon de 850 eV va percuter un électron de la couche L, ce qui provoquera un électron d'Auger de 380 eV (850-470).  
 C) Vrai, en se desexcitant, un électron passe de la couche L à la couche K, du coup la case vacante se trouve sur la couche M et non pas sur la couche K. En se desexcitant encore, un électron passe de la couche M à la couche K, ce qui provoquera un photon de 340 eV (470-130). Ce photon de 340 eV va percuter un électron de la couche M, ce qui provoquera un électron d'Auger de 210 eV (340-130).  
 D) Vrai, en se desexcitant, un électron passe de la couche L vers la couche K, ce qui provoque un photon de 510 eV (980-470). Ce photon de 510 eV va percuter un électron de la couche L, ce qui provoquera un électron d'Auger de 40 eV (510-470).

**QCM 8 : BD**

- A) Faux, lors d'une excitation il y a le bon nombre d'électron dans le cortège.  
 B) Vrai  
 C) Faux, l'inverse  
 D) Vrai

**QCM 9 : D**

Explications : une couche de déci-atténuation laisse passer seulement 10% des photons incidents, en faisant une approximation on peut considérer que cela correspond à 3 CDA (3 CDA laissent passer 12,5% des photons incidents) Donc ensuite on divise la couche de déci atténuation par 3 :  $3/3 = 1\text{mm}$ .

**QCM 10 : E**

- A) Faux, le coeff linéique est inversement proportionnel à la CDA donc il est plus élevé chez le béton  
 B) Faux; on les récupère pas, ils ont été absorbés  
 C) Faux, pas tous mais on peut négliger  
 D) Faux, 1cm de béton et 3cm d'alu ça fait 2CDA donc 75% des photons sont absorbés

**QCM 11 : D**

12,5% des photons récupérés veut dire qu'ils ont traversé 3 CDA. Donc  $15/3=5\text{cm}$

**QCM 12 : CD**

- A) Faux, un transfert partiel  
 B) Faux, plus probable pour les énergies faibles  
 C) Vrai  
 D) Vrai

**QCM 13 : ABD**

- A) Vrai  
 B) Vrai  
 C) Faux, item nawak  
 D) Vrai

**QCM 14 : CD**

- A) Faux, elle est faible, les neutrons ne sont pas chargés  
 B) Faux  
 C) Vrai  
 D) Vrai

**QCM 15 : ABCD**

- A) Vrai, un électron qui arrive sur une case vacante de la couche L  
 B) Vrai, électron qui passe de la couche M à L  
 C) Vrai, électron qui arrive sur une case vacante de la couche K et le photon émis provoque un électron d'Auger sur la couche L  
 D) Vrai, électron qui arrive sur une case vacante de la couche K et le photon émis provoque un électron d'Auger sur la couche M

**QCM 16 : B**

$13,6 \frac{(Z-\sigma)^2}{n^2} \rightarrow W_K = 13,6 \text{ eV}$  et  $W_M = 1,5 \text{ eV} \rightarrow$  donc un photon de 12,1 eV (pour le calcul on arrondie à 12)  
 $\lambda = \frac{1240}{E} \rightarrow \frac{1240}{11,9} \approx \frac{1200}{12} \approx 100 \text{ nm}$

**QCM 17 : E**

- A) Faux, un transfert total d'énergie  
 B) Faux, bien sur qu'il en dépend #formule  
 C) Faux, nop c'est inversement proportionnel #formule  
 D) Faux, 1,022 MeV

**QCM 18 : E**

Si il y a eu 87,5% des gphotons qui ont été atténués cela veut dire qu'ils ont traversé 3 CDA  
 1 CDA = 50% des photons atténués ; 2 CDA = 75% ; 3 CDA = 87,5%  
 Donc  $15/3 = 5 \text{ mm}$

**QCM 19 : B**

- A) Faux, les neutrons sont des particules neutres
- B) Vrai
- C) Faux, non ils rebondissent
- D) Faux, non ils se font absorber

**QCM 20 : ABCD**

- A) Vrai, un photon provenant d'un électron libre allant sur la couche K.
- B) Vrai, un photon de réarrangement d'un électron allant de la couche L vers K.
- C) Vrai, un photon de réarrangement d'un électron allant de la couche M vers L.
- D) Vrai, un électron libre allant sur K, le photon percute un électron de la couche L  $1460 - 620 = 840$  eV.

**QCM 21 : BE**

Conseil : une énergie de liaison est obligatoirement positive → réponse A impossible (++)

Il faut utiliser la formule  $E(\text{eV}) = 13,6 \times \frac{(Z-\sigma)^2}{n^2}$

$$E = 13,6 \times \frac{(17-11)^2}{3^2} = 13,6 \times \frac{36}{9} = 54,4 \text{ eV}$$

Il faut penser à convertir en joules :  $54,4 \times 1,6 \cdot 10^{-19} = 87,04 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ .

**QCM 22 : ACD**

- A) Vrai.
- B) Faux,  $\gamma$  est une particule neutre.
- C) Vrai.
- D) Vrai.

**QCM 23 : AC**

- A) Vrai.
- B) Faux, possible lorsque l'atome a subi une ionisation.
- C) Vrai.
- D) Faux.

**QCM 24 : B**

- A) Faux, 1 CDA atténue 50% des photons donc 0,3mm atténue 50% des photons.
- B) Vrai.
- C) Faux, au bout de 10 CDA (3mm), on dit que les photons restant sont négligeables mais ils ne sont PAS tous atténués.
- D) Faux, item nawak.

**QCM 25 : BD**

- A) Faux : cela correspond à un réarrangement de l'orbitale L vers l'orbitale K.
- B) Vrai : cela correspond à un réarrangement de l'orbitale M vers l'orbitale L.
- C) Faux.
- D) Vrai :  $570-130-130 = 310$  eV

**QCM 26 : ABCD**

- A) Vrai, un photon provenant d'un électron libre allant sur la couche K.
- B) Vrai, un photon de réarrangement d'un électron allant de la couche L vers K.
- C) Vrai, un photon de réarrangement d'un électron allant de la couche M vers L.
- D) Vrai, un électron libre allant sur K, le photon percute un électron de la couche L  $1460 - 620 = 840$  eV.

**QCM 27 : E**

L'énergie de liaison est positive!

**QCM 28 : A**

- A) Vrai,  $160-20 = 140$  eV (électron de la couche L vers K)
- B) Faux, on aurait pu l'apercevoir s'il y avait eu une ionisation mais ce n'est pas le cas
- C) Faux, l'électron Auger aurait eu une énergie cinétique de 120 eV. L'électron passe de la couche L vers K, ce qui dégage un photon de 140 eV. Ce photon percute un électron de la couche K et devient un électron d'Auger d'énergie cinétique de 120 eV ( $160-20-20 = 140$ )
- D) Faux, cf C

**QCM 29 : D**

- A) Faux, 25% de photons initiaux sont passés ça veut dire que 75% ont été atténués. Donc il a traversé 2 CDA  
 $6/2 = 3$  mm  
 B) Faux  
 C) Faux  
 D) Vrai  
 E) Faux

**QCM 30 : D**

$$W_K - W_L = 620 \text{ eV}$$

$$\lambda = \frac{1240}{E} = \frac{1240}{620} = 2 \text{ nm} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

**QCM 31 : ACD**

- A) Vrai  
 B) Faux, un maximum d'ionisation  
 C) Vrai  
 D) Vrai

**QCM 32 : C**

$$E = -13,6 \times \frac{(30-26)^2}{2^2} = -13,6 \times \frac{16}{4} = -54,4 \text{ eV}$$

**QCM 33 : ABE**

- A) Vrai, électron libre qui arrive sur la couche L  
 B) Vrai, électron libre qui arrive sur la couche M  
 C) Faux, pas de photon de 370 eV car les électrons de la couche K sont restés à leur place  
 D) Faux, même raison, les électrons de la couche K sont restés à leur place  
 E) Vrai, un photon de réarrangement de la couche M à L

**QCM 34 : ABD**

- A) Vrai  
 B) Vrai  
 C) Faux, ça correspond à la création de paire  
 D) Vrai

**QCM 35 : CD**

A) Faux,  $\mu = \frac{\ln(2)}{CDA}$  donc  $\mu(\text{papier}) < \mu(\text{béton})$  (Rappel:  $\ln(2) = 0,7$ )

B) Faux

C) Vrai

D) Vrai, 10 cm de papier et 6 mm de béton égal 4 CDA.  $\frac{100}{2^4} = \frac{100}{16} = 6,25\%$  de photon non atténué

**QCM 36 : BCD**

Possibilités :

$$M \rightarrow K = 1273 - 0,6 = 1272,4$$

$$M \rightarrow L = 68 - 0,6 = 67,4$$

$$L \rightarrow K = 1273 - 68 = 1205$$

### 3. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Rayons X

2017 - 2018(Pr. Darcourt)

**QCM 1 : A propos des rayons X, donnez les propositions vraies :**

- A) Une interaction entre 2 électrons est une interaction de type coulombienne : ce sont 2 particules chargées, de même charge, elles se repoussent : elle se fait donc à distance.
- B) Si l'énergie cinétique de l'électron incident est inférieure à celle de l'énergie de liaison de l'électron cible, il ne se passe rien.
- C) Pour retourner à son état fondamental, l'atome va alors émettre un photon de fluorescence.
- D) Ces photons de fluorescence (suite de l'item C) gamma sont alors caractéristiques de la cible : ils sont quantifiés.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 2 : A propos des interactions par freinage :**

- A) L'accélération centripète attire l'électron incident vers le noyau : il y a alors émission d'un rayonnement électromagnétique.
- B) On obtient un spectre de raies, caractéristique du noyau avec lequel se produit l'interaction.
- C) Lors des interactions par freinage, l'importante différence de masse fait que la trajectoire de l'électron incident est simplement déviée et son énergie est modifiée.
- D) Lors de l'accélération vers le noyau, l'électron perd de l'énergie, ce qui entraîne une diminution de sa vitesse et donc le freinage.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 3 : Les rayons X sont :**

- A) Produits par l'interaction des photons avec la matière.
- B) Responsables d'un spectre continu.
- C) Responsables d'un spectre de raies.
- D) Produits dans un tube à rayon X, dérivés du tube de Coolidge.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 4 : Soit un tube à rayon X, qui fonctionne sous une haute tension de 150 kV. Le spectre énergétique des électrons émis :**

- A) Le spectre énergétique des photons émis possède une composante continue et une composante en raies.
- B) Le spectre énergétique des photons émis a une valeur nulle au-delà de 120 keV.
- C) Lors que l'on atteint l'énergie maximale, l'énergie du photon est égale à celle de l'électron incident, elle-même égale à la haute tension.
- D) Les variations de la haute tension ne modifient pas le spectre énergétique.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 5 : La longueur d'onde minimale d'un faisceau de rayon X est  $1,23 \cdot 10^{-2}$  nm. Calculez la tension de fonctionnement du tube :**

- A) 100000V
- B) 100 kV
- C) 150kV
- D) 150000 V
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 6 : Dans un tube à rayon X, une augmentation du milliampérage provoque une augmentation de :**

- A) La puissance consommée par le tube.
- B) Du rendement.
- C) Du flux énergétique rayonné.
- D) Une augmentation de l'énergie des photons X caractéristiques.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 7 : A propos des rayons X et de ces interactions, donnez la (les) proposition(s) juste(s) :**

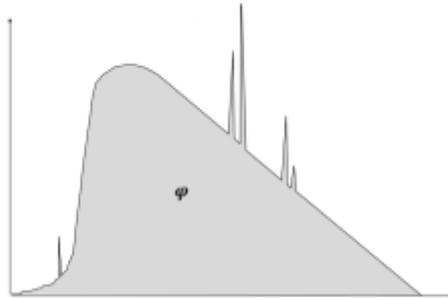
- A) L'interaction par collision est une interaction entre les électrons et les noyaux de la matière.
- B) L'interaction par freinage est une interaction entre les électrons et les noyaux de la matière.
- C) Lors de ces 2 interactions, il y aura perte d'énergie du noyau incident.
- D) Ces 2 interactions sont des interactions coulombiennes.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 8 : A propos du tube à rayons X, donnez la (les) proposition(s) juste(s) :**

- A) Les électrons vont de l'anode vers la cathode.
- B) Le courant anodique est de l'ordre de l'Ampère.
- C) Il faut que le courant anodique atteigne un certain seuil pour des rayons X soient émis.
- D) La probabilité d'interaction au niveau de la cathode dépend du numéro atomique de la matière.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 9 : A propos du tube à rayons X, donnez la (les) proposition(s) juste(s) :**

- A) Au niveau de la cathode il y a une forte production de chaleur, c'est pour cela qu'elle est tournante.
- B) Le courant de chauffage est de l'ordre de l'Ampère.
- C) Il faut que le courant de chauffage atteigne 1200 C° pour qu'un flux de photons soit émis de la cathode.
- D) Les photons interagissent avec l'anode pour émettre des rayons X.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 10 : A propos de ce graphique, donnez la (les) proposition(s) juste(s) :**

- A) L'axe des ordonnées représente l'énergie des électrons.
- B) La composante continue du spectre est dû à l'interaction par freinage.
- C) Les raies sont caractéristiques à la cathode.
- D) L'auto-absorption dans la cible des rayons X de faible énergie modifie le spectre théorique.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 11 : A propos du rendement d'un tube à rayon X, donnez la (les) proposition(s) juste(s) :**

- A) La puissance consommée dépend de la nature de l'atome.
- B) La puissance consommée dépend de l'énergie cinétique des électrons.
- C) La puissance consommée dépend de la haute tension accélératrice des électrons.
- D) La puissance consommée dépend du courant de chauffage du tube à rayon X.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 12 : A propos du rendement d'un tube à rayon X, donnez la (les) proposition(s) juste(s) :**

- A) Le rendement du tube dépend de la haute tension accélératrice des électrons au carré.
- B) Le rendement du tube dépend de la puissance consommée.
- C) La puissance rayonnée dépend de la nature de l'atome au carré.
- D) Si on augmente le courant anodique la puissance rayonnée augmente.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 13 : A propos du rendement d'un tube à rayon X, donnez la (les) proposition(s) juste(s) :**

- A) Si on diminue le courant anodique du tube on diminue son rendement.
- B) Si on augmente la puissance consommée du tube on augmente son rendement.
- C) Si multiplie par 2 la haute tension accélératrice du tube on multiplie par 4 la puissance rayonnée.
- D) Si on diminue le courant de chauffage du tube on diminue son rendement.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 14 : Un tube à rayons X à anode de Re (Z=75) fonctionne sous trois régimes :**

1. Tension  $U=100\text{kV}$  et courant anodique  $i=10\text{mA}$
2. Tension  $U=100\text{kV}$  et courant anodique  $i=20\text{mA}$
3. Tension  $U=150\text{kV}$  et courant anodique  $i=20\text{mA}$

- A) Le rendement du régime 3 est 1,5 fois plus élevé que celui du régime 1.
- B) La puissance consommée du régime 3 est 3 fois que celle du régime 1.
- C) La puissance rayonnée du régime 3 est 1,5 fois plus élevée que celle du régime 2.
- D) La puissance rayonnée de ce tube sera plus élevée qu'un tube à rayon X ayant une anode faite de mercure ( $Z=80$ ).
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 15 : A propos des rayons X, donnez la (les) proposition(s) juste(s) :**

- A) Une basse tension est favorable pour observer les tissus mous (poumons).  
 B) Une haute tension est favorable pour observer les tissus osseux et contraste artificiel (iode).  
 C) Les rayons X interagissent beaucoup avec les tissus mous.  
 D) Plus la distance des rayons X à parcourir est grande meilleur sera la transmission de ces derniers (meilleure image)  
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 16 : Calculez le flux énergétique d'un tube à rayons X avec une cible en Tungstène (Z=74) soumis a une haute tension de 50 kV ?**

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

- A) 370  
 B) 740  
 C)  $37.10^{-5}$   
 D)  $74.10^{-5}$   
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 17 : Calculez la puissance consommée d'un tube à rayons X avec une cible en Tungstène (Z=74) soumis à une haute tension de 50 kV ?**

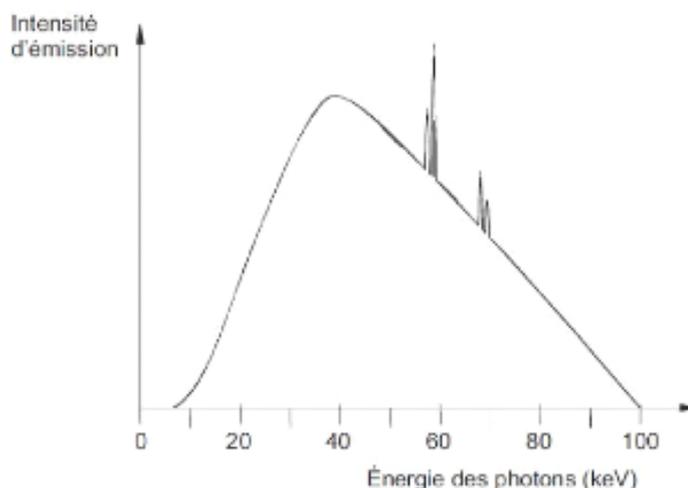
**Données :**  $k = 4.10^{-6}$  ;  $i = 1 \text{ mA}$

- A)  $5.10^{-2}$   
 B) 5  
 C)  $5.10^4$   
 D)  $5.10^7$   
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 18 : Calculez le rendement d'un tube à rayons X avec une cible en Tungstène (Z=74) soumis à une haute tension de 50 kV ?**

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

- A) 3,7%  
 B) 7,4%  
 C) 12,8%  
 D) 37%  
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 19 : Donnez les propositions vraies à propos du spectre suivant :**

- A) La composante en raies du spectre est caractéristique de la cathode.  
 B) Si l'on multiplie par 1,5 la haute tension du tube, l'énergie maximale des photons émis est de 150 keV.  
 C) Si l'on multiplie par 1,5 la haute tension, le flux énergétique du tube est multiplié par 1,5.  
 D) En augmentant le milliampérage, l'énergie maximale est augmentée et les raies caractéristiques sont déplacées vers des énergies plus élevées.  
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 20 : Dans un tube à rayon X, l'augmentation de la haute tension provoque l'augmentation :**

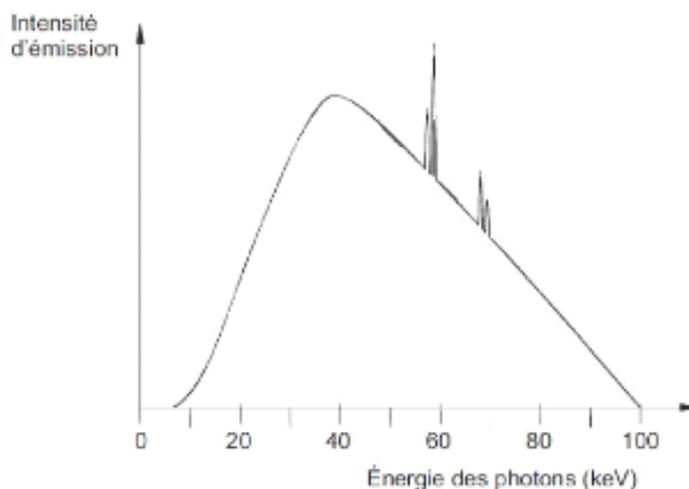
- A) De l'énergie maximale des rayons X produit par les interactions de collision.
- B) De l'énergie des rayons X caractéristiques.
- C) De la visibilité du tissu osseux par rapport au tissu mou à profondeur égale.
- D) Du flux énergétique.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 21 : Un tube à rayons X à anode de Re ( $Z=75$ ) fonctionne sous trois régimes :**

1. Tension  $U=100\text{kV}$  et courant anodique  $i=10\text{mA}$
2. Tension  $U=100\text{kV}$  et courant anodique  $i=20\text{mA}$
3. Tension  $U=150\text{kV}$  et courant anodique  $i=20\text{mA}$

- A) La puissance consommée du régime 2 est 2 fois plus élevée que celle du régime 1.
- B) La puissance rayonnée du régime 3 est 1,5 fois plus élevée que celle du régime 2.
- C) Le rendement du tube 1 et 2 son égal.
- D) Le rendement du tube 3 est 1,5 fois plus élevé que celui du régime 2.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 22 : Donnez les propositions vraies à propos du spectre suivant :**



- A) La composante en raies du spectre est caractéristique de la cathode.
- B) Si l'on multiplie par 1,5 la haute tension du tube, l'énergie maximale des photons émis est de 150 keV.
- C) Si l'on multiplie par 1,5 la haute tension, le flux énergétique du tube est multiplié par 1,5.
- D) En augmentant le milliampérage, l'énergie maximale est augmentée et les raies caractéristiques sont déplacées vers des énergies plus élevées.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 23 : Qu'est-ce qu'un rayon X ? Donnez la (les) proposition(s) juste(s) :**

- A) Un électron.
- B) Un photon.
- C) Un rayonnement électromagnétique.
- D) Un rayonnement ionisant.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 24 : A propos des rayons X dans un tube à rayon X, donnez les propositions vraies :**

- 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) L'interaction par collision se fait entre l'électron et un autre électron du cortège électronique.
- D) L'interaction des électrons avec la matière leur permet de perdre de l'énergie.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 25 : A propos de la production des rayons X :**

- A) Entre la cathode et l'anode on applique une haute tension de l'ordre de 50 à 150 kV.
- B) La cathode émet un courant anodique grâce au vide poussé, à la haute tension et au courant de chauffage.
- C) Le courant de chauffage est entre la cathode et l'anode, il est de l'ordre du milliampère.
- D) Le courant anodique circule dans le filament de la cathode, il est de l'ordre de l'ampère.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 26 : Un tube à rayons X fonctionne sous une tension de 62 kV. Quelle est en mètre la longueur d'onde maximale des photons X émis ?**

- A)  $5 \cdot 10^{-9}$
- B)  $5 \cdot 10^{-10}$
- C)  $2 \cdot 10^{-11}$
- D)  $2 \cdot 10^{-14}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 27 : On compare 2 tubes a rayon X de Rhénium et de Radium. Le tube à rayon X de Rhénium fonctionne à un milliampérage 10mA. Le tube à rayon X de Radium fonctionne à un milliampérage de 20mA. Et tout 2 fonctionnant à une haute tension de 100V. Donnez la (les) proposition(s) juste(s) :**

- A) Le flux énergétique du tube à rayon X de Rhénium est supérieur à celui du Radium.
- B) Dans les 2 tubes à rayons X, les raies caractéristiques sont les mêmes.
- C) Le rendement des 2 tubes est le même car le milliampérage n'intervient pas la formule de ce dernier.
- D) L'énergie maximale des 2 tubes à rayons X produit par les interactions par freinages est la même.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 28 : Soit un tube à rayon X qui fonctionne avec une haute tension de 50kV et un milliampérage de 30mA. Donnez les vraies :**

- A) Si l'on double la haute tension, le flux énergétique est alors multiplié par 2
- B) Si l'on double le milliampérage, le rendement est alors multiplié par 2.
- C) Si l'on multiplie par 4 la haute tension, le rendement est alors multiplié par 16.
- D) Si l'on divise le milliampérage par 2, le flux énergétique est multiplié par 4.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Rayons X****2015 - 2016****QCM 1 : AC**

- A) Vrai
- B) Faux : il y a vibration et production de chaleur.
- C) Vrai
- D) Faux : Photons X, les photons gamma ont pour origine le noyau.
- E) Faux

**QCM 2 : ACD**

- A) Vrai
- B) Faux : Pour les interactions par freinage, on a un spectre CONTINU.
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 3 : BCD**

- A) Faux : interaction des ÉLECTRONS avec la matière (piège +++)
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 4 : AC**

- A) Vrai
- B) Faux : valeur nulle au delà de **150 kV**.
- C) Vrai
- D) Faux : ca modifie bien entendu le spectre énergétique.
- E) Faux

**QCM 5 : AB**

Calcul détaillé :

Formule :  $E = (hc)/\lambda$ 

Attention : dans cette formule l'énergie est en joule : bien penser à la conversion !

Et on rappelle que l'énergie en eV est égale à la haute tension en volt.

Donc  $E = (6,62 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8) / 1,23 \cdot 10^{-11} = 100\,000 \text{ V} = 100 \text{ keV}$ 

(Calcul assez complexe, mais facile si on gère vite fait le calcul mental : 6,62/1,23 on voit rapidement que c'est égale un peu au-dessus de 5 (on multiplie par 2 et on divise par 10) puis x3 -&gt; un peu au-dessus de 15 donc arrondi à 16)

**QCM 6 : AC**

- A) Vrai :  $P = U \times i$
- B) Faux :  $r : KZU$
- C) Vrai flux =  $KiZU^2$
- D) Faux : l'énergie des photons caractéristique dépend de la cible uniquement.
- E) Faux

**QCM 7 : BD**

- A) Faux, c'est l'interaction par collision ça
- B) Vrai
- C) Faux, perte de l'électron incident
- D) Vrai

**QCM 8 : E**

- A) Faux, cathode vers anode
- B) Faux, l'ordre du mA
- C) Faux, courant de chauffage
- D) Faux, au niveau de l'anode (cible)

**QCM 9 : B**

- A) Faux, anode
- B) Vrai
- C) Faux, photons électrons
- D) Faux, photons électrons

**QCM 10 : BD**

- A) Faux, l'énergie c'est l'axe des absises  
 B) Vrai  
 C) Faux, anode (cible)  
 D) Vrai

**QCM 11 : BC**

- A)  $P = U_i$   
 B) Vrai  
 C) Vrai  
 D) Faux, courant anodique

**QCM 12 : BD**

- A) Rendement du tube =  $K_i Z U^2 / U_i = K Z U$   
 B) Vrai  
 C) Faux, pas au carré  
 D) Vrai

**QCM 13 : C**

- A) Faux, le courant anodique est indépendant du rendement  
 B) Faux, on diminue le rendement  
 C) Vrai  
 D) Faux

**QCM 14 : AB**

- A) Vrai  
 B) Vrai, le courant anodique est 2 fois plus élevé et la haute tension 1,5 fois plus donc 3 fois plus au total  
 C) Faux, 1,5 au carré fois plus  
 D) Faux, une puissance rayonnée moindre

**QCM 15 : E**

- A) Faux, A et B inversés  
 B) Faux  
 C) Faux, ils interagissent peu  
 D) Faux, distance et qualité de l'image sont inversement proportionnel

**QCM 16 : A**

Puissance rayonnée =  $k_i Z U^2 / 2$

$$\frac{4.10^{-6} \times 10^{-3} \times 74 \times (50.10^3)^2}{2} = \frac{4.10^{-6} \times 10^{-3} \times 74 \times 2500.10^6}{2} = \frac{10^4 \times 10^{-6} \times 10^{-3} \times 74 \times 10^6}{2} = \frac{10^{10} \times 10^{-9} \times 74}{2} = \frac{74.10^1}{2} = 370$$

**QCM 17 : E**

Puissance consommée =  $U_i = 50.10^3 \times 10^{-3} = 50$

**QCM 18 : B**

Rendement =  $\frac{\text{Puissance rayonnée}}{\text{Puissance consommée}}$

$$\text{Puissance rayonnée} = \frac{4.10^{-6} \times 10^{-3} \times 74 \times (50.10^3)^2}{2} = \frac{4.10^{-6} \times 10^{-3} \times 74 \times 2500.10^6}{2} = \frac{10^4 \times 10^{-6} \times 10^{-3} \times 74 \times 10^6}{2} = \frac{10^{10} \times 10^{-9} \times 74}{2} = \frac{74.10^1}{2} = 370$$

Puissance consommée =  $U_i = 50.10^3 \times 10^{-3} = 50$

Rendement =  $370/50 = 7,4\%$

**QCM 19 : B**

- A) Faux : caractéristique de l'anode  
 B) Vrai  
 C) Faux : multiplié par  $1,5^2$   
 D) Faux : seule la surface sous la courbe est augmentée.

**QCM 20 : D**

- A) Faux : produit par freinage.
- B) Faux : elle reste la même.
- C) Faux : une augmentation de la visibilité du tissu mou.
- D) Vrai.

**QCM 21 : ACD**

- A) Vrai.
- B) Faux :  $1,5^2$  fois plus élevée.
- C) Vrai.
- D) Vrai.

**QCM 22 : B**

- A) Faux : caractéristique de l'anode
- B) Vrai
- C) Faux : multiplié par  $1,5^2$
- D) Faux : seule la surface sous la courbe est augmentée.

**QCM 23 : BCD**

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

**QCM 24 : ABCD**

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Vrai

**QCM 25 : AB**

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Faux : courant de chauffage : circule dans le filament de la cathode il est de l'ordre de l'ampère
- D) Faux : courant de milliampérage : circule entre la cathode et l'anode, il est de l'ordre du milliampère.

**QCM 26 : C ou E**

$$67 \text{ kV} = 67 \text{ keV} \quad E = 1240/\lambda \rightarrow \lambda = 1240/E \rightarrow \lambda = 1240/ 62.10^3 \rightarrow \lambda = 20.10^{-3} \text{ nm} = 2.10^{-2} \text{ nm} = 2.10^{-11} \text{ m}$$

**QCM 27 : D ou E**

- A) Faux
- B) Faux, c'est pas c'est pas le même élément
- C) Faux, non pas le même car l'élément (Z) n'est pas le même
- D) Vrai

**QCM 28 : E**

- A) Faux : il est multiplié par 4
- B) Faux : i n'intervient pas dans le rendement
- C) Faux : il est multiplié par 4
- D) Faux : il est divisé par 2

## 4. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Noyau

2017 - 2018(Pr. Darcourt)

**QCM 1** : Soit les nuclides suivants :  $^{131}_{52}\text{Te}$ ,  $^{131}_{53}\text{I}$  et  $^{136}_{53}\text{I}$ . Donnez les propositions vraies :

- A)  $^{131}_{52}\text{Te}$  et  $^{131}_{53}\text{I}$  sont isotones.
- B)  $^{131}_{52}\text{Te}$  et  $^{136}_{53}\text{I}$  sont isobares.
- C)  $^{131}_{53}\text{I}$  et  $^{136}_{53}\text{I}$  sont isomères.
- D)  $^{131}_{52}\text{Te}$  et  $^{131}_{53}\text{I}$  sont isobares.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 2** : Classez les nuclides suivants par ordre décroissant de leur énergie de liaison par nucléons :

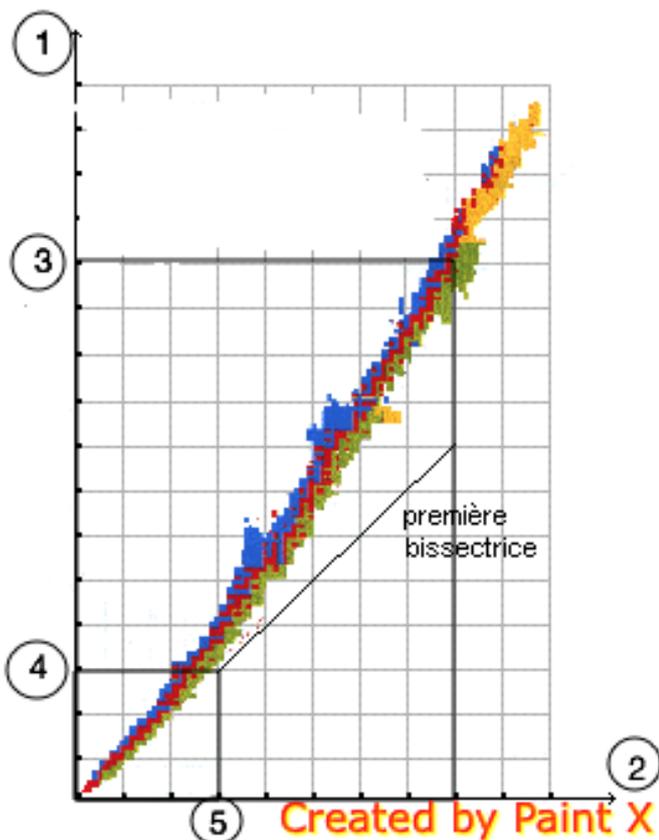
1 =  $^3_2\text{He}$

2 =  $^{60}_{28}\text{Ni}$

3 =  $^{238}_{92}\text{U}$

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

**QCM 3** : Donnez les propositions vraies :



- A) 1 = numéro atomique et 2 = nombre de masse
- B) 1 = A et 2 = N
- C) 4 = 40 et 5 = 20
- D) Au dessus du numéro 3, il n'y a plus de noyaux stables.
- E) Des noyaux isotopes se situent sur une même colonne.

**QCM 4 : Donnez les propositions vraies :**

- A) La fission et la fusion sont des transformations radioactives naturelles.  
 B) La fission est une transformation au cours de laquelle 2 noyaux lourds sont réunis avec une énergie de liaison plus élevée.  
 C) A masse de noyaux égale, la fission dégage plus d'énergie que la fusion.  
 D) Plus l'énergie de liaison moyenne par nucléons augmente au cours de la réaction, plus il y a d'énergie libérée.  
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 5 : Soit l'atome de scandium  $^{45}_{21}\text{Sc}$ , de masse 44,955 u. Calculez son énergie liaison par nucléons.****Données :****Masses : l'hydrogène = 1.00783 ; du proton = 1.00728 ; du neutron = 1.00866 ; de l'électron = 0.00055.**

- A) 380 MeV  
 B) 380 keV  
 C) 8,4 MeV  
 D) 8,4 keV  
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 6 : Donnez les propositions vraies:**

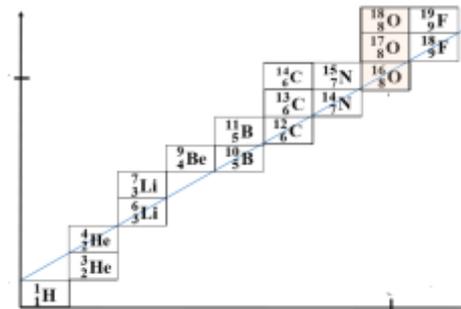
- A) Le neutron est instable hors du noyau, il se transforme spontanément en proton + électron + neutrino.  
 B) Le proton est une particule qui existe à l'état libre.  
 C) Le défaut de masse correspond aux énergies de liaison de toutes les particules de l'atome.  
 D) On peut négliger les énergies de liaison des électrons devant celle des nucléons.  
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 7 : Donnez les propositions vraies:**

- A) La force électrostatique va en l'encontre de la cohésion du noyau, elle explique l'excès de protons dans les noyaux lourds.  
 B) Les forces nucléaires spécifiques n'existent qu'au niveau nucléaire, elles s'exercent sur des très faibles distances de l'ordre de  $10^{-15}\text{m}$ .  
 C) L'interaction forte est attractive, sauf à très courte distance où elle est répulsive, permettant alors l'incompressibilité du noyau.  
 D) L'interaction faible correspond à la mise en commun de particules d'interaction : les gluons.  
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 8 : A propos du graph à droite :**

- A) L'axe des ordonnées représente le nombre de masse.  
 B) Les éléments de la même colonne sont isobare.  
 C) Les éléments de la même ligne sont isotones.  
 D) Les éléments de la même diagonale sont isotopes.  
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 9 : Donnez les propositions vraies :**

- A) L'énergie de liaison des nucléons est plus élevée que l'énergie de liaison des électrons.  
 B) On peut négliger l'énergie de liaison des nucléons face à l'énergie de liaison des électrons.  
 C) L'énergie de liaison des nucléons est de l'ordre des keV.  
 D) La masse d'un atome d'hydrogène est la somme des masses d'un proton, d'un neutron et d'un électron.  
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 10 : Donnez les propositions vraies :**

- A) Le  $^{15}_8\text{O}$  aura une énergie de liaison par nucléon plus élevée que le  $^{16}_8\text{O}$ .  
 B) L'or est composé de plus de protons que de neutrons.  
 C) La plupart des noyaux stables ont un nombre de protons et neutrons pair.  
 D) Un proton est composé de deux quarks up et un quark down.  
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 11 : Donnez les propositions vraies, concernant l'atome de  $^{28}_{14}\text{Si}$ , de masse 28,0855 u.**

- A) Son défaut de masse est de 0,1525u.  
 B) Le défaut de masse de l'atome de silicium équivaut à celui de son noyau.  
 C) L'énergie de liaison par nucléon est égale à 142,05 MeV.  
 D) L'énergie de liaison par nucléon est égale à 5 073 keV.  
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 12 : Donnez les propositions vraies :**

- A) Les quarks et les leptons sont des particules élémentaires, ils n'existent pas de manière isolée.
- B) Les quarks composent les nucléons, les leptons correspondent aux électrons et aux neutrinos.
- C) Les bosons sont des particules permettant les interactions.
- D) Le proton est composé de 2 quarks UP et 1 DOWN, le neutron est composé de 1 quark UP et 2 DOWN.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 13 : Soit un atome d'azote :  $^{14}_7\text{N}$ , calculez l'énergie de liaison du noyau d'azote.**

On donne (en u) les masses de l'atome d'azote = 14,0067 et d'hydrogène = 1.00783 ; les masses du proton = 1.00728 ; du neutron = 1.00866 ; de l'électron = 0.00055

- A) 19 731 MeV
- B) 19,731 MeV
- C) 19 731 keV
- D) 104,6 MeV
- E) 104 600 keV

**QCM 14 : Soit l'uranium  $^{238}_{92}\text{U}$  de masse 238,029 u. Donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :**

- A) Cet atome possède 92 protons, 238 neutrons et 146 nucléons.
- B) L'énergie de liaison par nucléons de l'atome d'uranium est de 7,9 MeV/A.
- C) L'atome d'uranium est un noyau lourd, ainsi il subit des réactions de fusion nucléaire lorsqu'il capte un neutron lent.
- D) La fusion produit 6 fois plus d'énergie que la fission.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 15 : A propos de forces nucléaires, donnez les vraies :**

- A) La force électrostatique concerne uniquement les neutrons dans le noyau car elle permet d'expliquer l'excès de neutrons dans les noyaux les plus lourds.
- B) La force électrostatique est une force répulsive, elle s'oppose à la cohésion du noyau, elle est cependant négligeable par rapport à l'interaction forte.
- C) Il existe 2 types de forces nucléaires spécifiques : la force électrostatique et l'interaction faible.
- D) L'interaction forte est attractive, elle est correspond à la mise en commun de gluons entre les quarks.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 16 : A propos des transformations radioactives, donnez la (les) proposition(s) juste(s) :**

- A) Lors d'une transformation isobarique, le nombre de nucléon est inchangé.
- B) Lors d'une transformation isomérique, un proton est éjecté du noyau.
- C) Lors d'une transformation radioactive  $\alpha$ , l'atome père se transforme en un atome fils et un atome d'Hélium.
- D) Toutes ces transformations radioactives ont pour but de rendre l'atome plus stable.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 17 : Donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :**

- A) La masse d'un noyau constituée est supérieur à la somme des masses de ses nucléons, à cause de la masse des liaisons entre les différents nucléons.
- B) L'énergie de liaison des électrons est négligeable par rapport à celle des nucléons, c'est pourquoi le défaut de masse de l'atome correspond à celui de son noyau.
- C) L'énergie de liaison par nucléon est un facteur de stabilité nucléaire, plus elle est importante plus le noyau est stable.
- D) Plus un noyau est lourd plus l'énergie de liaison par nucléon est importante (pour les atomes lourds).
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 18 : A propos des noyaux  $^{16}_8\text{O}$ ,  $^{15}_7\text{N}$  et  $^{14}_7\text{N}$ , donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :**

- A)  $^{16}_8\text{O}$  et  $^{15}_7\text{N}$  sont isotopes.
- B)  $^{16}_8\text{O}$  et  $^{15}_7\text{N}$  sont isobares.
- C)  $^{16}_8\text{O}$  et  $^{14}_7\text{N}$  sont isotones.
- D)  $^{15}_7\text{N}$  et  $^{14}_7\text{N}$  sont isobares.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses..

**QCM 19 :** Soit un atome d'oxygène,  $^{16}_8\text{O}$ . Calculez l'énergie de liaison par nucléon.

On donne (en u) les masses de l'atome d'oxygène = 15,9994 et d'hydrogène = 1.00783 ; les masses du proton = 1.00728 ; du neutron = 1.00866 ; de l'électron = 0.00055

- A) 127,2 MeV
- B) 7,9 MeV
- C) 15,9 MeV
- D) 15 900 keV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 20 :** Soit l'atome d'or :  $^{197}_{79}\text{Au}$ , de masse 196,966u.

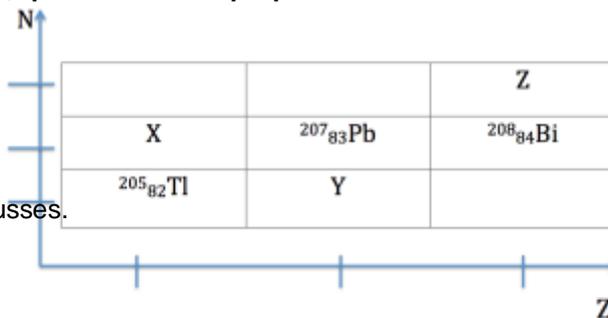
Données :

Masses : l'hydrogène = 1.00783 ; du proton = 1.00728 ; du neutron = 1.00866 ; de l'électron = 0.00055.

- A) Cet atome possède 118 nucléons et 79 électrons dans son état fondamental.
- B)  $^{199}_{79}\text{Au}$  est un isobare de  $^{197}_{79}\text{Au}$ .
- C)  $^{197}_{79}\text{Au}$  est plus stable que  $^{60}_{28}\text{Ni}$  car il possède plus de neutrons, ce qui permet de réduire les forces de répulsion.
- D) Son énergie de liaison par nucléon est de 15,36 MeV/nucléon.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 21 :** Soit le graphique ci-dessous, quelles sont les propositions correctes :

- A) X =  $^{207}_{82}\text{Tl}$
- B) X =  $^{206}_{82}\text{Tl}$
- C) Y =  $^{206}_{83}\text{Au}$
- D) Z =  $^{209}_{84}\text{Bi}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.



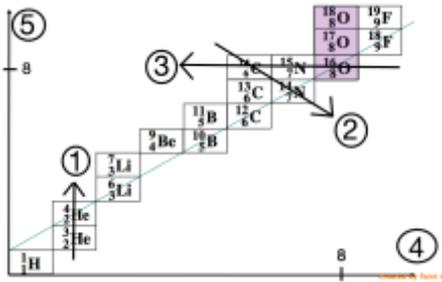
**QCM 22 :** Donnez les propositions vraies :

- A) Pour une stabilité maximale, tous les noyaux doivent avoir un excès de neutrons, ils permettent de diminuer les forces répulsives dues aux charges des protons dans le noyau.
- B)  $^9_4\text{Be}$  et  $^{10}_5\text{B}$  sont isotopes.
- C) La masse d'un noyau constitué est supérieure à la somme des masses de ses nucléons.
- D)  $^{19}_8\text{O}$  est plus stable que  $^{14}_7\text{N}$ .
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 23 :** Donnez les propositions vraies :

- A) Deux atomes isotopes possèdent le même numéro atomique, donc correspondent au même élément chimique.
- B) Deux atomes isomères possèdent le même nombre de masse, le même numéro atomique mais un niveau d'énergie interne différent.
- C) Dans la classification des nucléides, deux atomes isobares se trouvent dans la même colonne.
- D) Deux atomes isotones possèdent le même nombre de nucléons.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 24 : Soit le graphique ci dessous, donnez la bonne combinaison :**



- A) 1 → Isotope / 2 → Isotone / 3 → Isobare / 4 → Z / 5 → A  
 B) 1 → Isobare / 2 → Isotope / 3 → Isotone / 4 → A / 5 → Z  
 C) 1 → Isotone / 2 → Isobare / 3 → Isotope / 4 → N / 5 → Z  
 D) 1 → Isotope / 2 → Isobare / 3 → Isotone / 4 → Z / 5 → N  
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 25 : Donnez la (les) proposition(s) juste(s) :**

- A) Le proton et l'électron sont des particules de même masse mais de charges opposées.  
 B) À tout groupe cohérent de particules correspond un défaut de masse qui est lié à l'énergie de liaison de ces particules entre elles.  
 C) Un noyau qui possède un numéro atomique inférieur à 83 sera obligatoirement un noyau stable.  
 D) L'énergie de liaison des atomes au sein des molécules est plus élevée que celle des nucléons au sein du noyau.  
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 26 : Soient les nuclides suivant :  $^{15}_6\text{C}$ ,  $^{15}_7\text{N}$ ,  $^{15}_8\text{O}$  et  $^{16}_8\text{O}$ .**

**Et soient leur masse :**

$$M(^{15}_6\text{C}) = 15,0105\text{u} ; M(^{15}_7\text{N}) = 15,0001\text{u} ; M(^{15}_8\text{O}) = 15,0030\text{u} ; M(^{16}_8\text{O}) = 15,9949\text{u}$$

- A)  $^{15}_6\text{C}$  et  $^{15}_7\text{N}$  sont isobares.  
 B)  $^{15}_8\text{O}$  et  $^{16}_8\text{O}$  sont isotopes.  
 C)  $^{16}_8\text{O}$  et  $^{15}_7\text{N}$  sont isotones.  
 D) Parmi  $^{15}_6\text{C}$ ,  $^{15}_7\text{N}$  et  $^{15}_8\text{O}$ ,  $^{15}_7\text{N}$  est le plus stable.  
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 27 : Quelle est l'énergie de liaison du noyau de sodium ( $^{23}_{11}\text{Na}$ ) sachant que sa masse est de 22,989 uma.**

**Données :**

**Masses : l'hydrogène = 1.00783 ; du proton = 1.00728 ; du neutron = 1.00866 ; de l'électron = 0.00055**

- A) 8,77 MeV  
 B) 8 770 keV  
 C) 182,6 MeV  
 D) 735,7 MeV  
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Noyau****2017 - 2018****QCM 1 : D**

- A) Faux : voir D
- B) Faux : aucun lien entre ces 2 nuclides.
- C) Faux : ISOTOPES
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 2 : D**

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

**QCM 3 : CDE**

- A) Faux : c'est l'inverse
- B) Faux, 2 correspond à Z
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Vrai : des isotopes ont le même numéro atomique.

**QCM 4 : D**

- A) Faux : se sont des transformations radioactives artificielles.
- B) Faux : Fission : un noyau lourd se transforme en 2 noyaux légers.
- C) Faux : C'est la fusion qui produit le plus d'énergie !
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 5 : C**

Détails calcul

$$\text{Défaut de masse} = (1,007 \times 21 + 1,009 \times 24) - 44,955 = 0,408 \text{ u}$$

$$E_i = 0,408 \times 931,5 = 380 \text{ MeV}$$

$$E_i/A = 380/45 = 8,4 \text{ MeV/nucléon}$$

**QCM 6 : BCD**

- A) Faux : antineutrino (bien connaître l'équation de désintégration)
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) faux

**QCM 7 : BC**

- A) Faux : explique l'excès de neutrons.
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Faux : c'est l'interaction forte.
- E) Faux

**QCM 8 : C**

- A) Faux, neutrons
- B) Faux, isotope
- C) Vrai
- D) Faux

**QCM 9 : AC**

- A) Vrai
- B) Faux, c'est le contraire
- C) Vrai
- D) Faux, il y a pas de neutron

**QCM 10 : CD**

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

**QCM 11 : ABD**

$$\Delta M = 14 \times 1,008 + 14 \times 1,009 - 28,0855 = 0,1525 \text{ u}$$

$$E_L = 0,1525 \times 931,5 = 142 \text{ MeV}$$

$$E_L/A = 142/28 = 5,07 \text{ MeV}$$

**QCM 12 : BCD**

- A) Faux, les leptons peuvent exister à l'état isolé
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Vrai

**QCM 13 : DE**

Formules :  $\Delta M(A,Z) = (Zx_{mp} + Nx_{mn}) + Zx_{me} - M(A,Z) = Zx_{mh} + Nx_{mn} - M(A,Z)$

$$\Delta M = 1,009 \times 7 + 1,008 \times 7 - 14,0067 = 14,119 - 14,0067 = 0,1123 \text{ u}$$

$$E_L = 931,5 \times 0,1123 = 104,6 \text{ MeV} = 104\,600 \text{ keV}$$

**QCM 14 : BD**

- A) Faux, 92 protons, 146 neutrons et 238 nucléons
- B) Vrai
- C) Faux, l'uranium est un noyau lourd donc il subit des réactions de fission nucléaire
- D) Vrai

**QCM 15 : BD**

- A) Faux, la force électrostatique concerne uniquement les protons, qui sont des particules chargées
- B) Vrai
- C) Faux, les 2 forces nucléaires spécifiques sont l'interaction faible et l'interaction forte
- D) Vrai

**QCM 16 : AD**

- A) Vrai
- B) Faux, lors d'une transformation isomérique le noyau ne change pas de nature
- C) Faux, noyau d'Hélium
- D) Vrai

**QCM 17 : BC**

- A) Faux, c'est tout l'inverse, la masse d'un noyau constitué est inférieure à la somme de la masse de ses nucléons. (Notion importante++)
- B) Vrai.
- C) Vrai.
- D) Faux, (cf graphique  $E_L/A$  en fonction de A), l'énergie de liaison par nucléon augmente jusqu'à un maximum (atomes légers) puis diminue pour les noyaux les plus lourds (atomes lourds).

**QCM 18 : E**

- $^{15}_7\text{N}$  et  $^{14}_7\text{N}$  sont isotopes (même Z)
- $^{16}_8\text{O}$  et  $^{15}_7\text{N}$  sont isotones (même N)

**QCM 19 : B**

- L'énergie de liaison par nucléon ne dépasse pas 8,5 MeV (astuce)
- $\Delta M = 1,009 \times 8 + 1,008 \times 8 - 15,9994 = 16,136 - 15,9994 = 0,1366 \text{ u}$
- $E_L = 0,1366 \times 931,5 = 127,2 \text{ MeV}$ .
- Ne pas oublier qu'on demande l'énergie de liaison par nucléon.
- $E_L/A = 127,2 / 16 = 7,9 \text{ MeV}$

**QCM 20 : E**

- A) Faux : 118 neutrons et 79 électrons.
- B) Faux : c'est un isotope.
- C) Faux :  $^{60}_{28}\text{Ni}$  possède une énergie de liaison par nucléon plus importante, il est donc plus stable.
- D) Faux : L'énergie de liaison par nucléons ne dépasse pas 8,5 MeV.

**QCM 21 : BD**

$X = {}^{206}_{82}\text{Tl}$  ;  $Y = {}^{206}_{83}\text{Pb}$  ;  $Z = {}^{209}_{84}\text{Bi}$

**QCM 22 : E**

- A) Faux : pas pour les noyaux qui ont un  $Z < 20$
- B) Faux : ils sont isotones
- C) Faux : c'est l'inverse
- D) Faux : N a  $Z=N$  alors que O a  $N > Z$

**QCM 23 : AB**

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Faux : 2 atomes isobares sont sur la même diagonale.
- D) Faux : ils ont le même nombre de neutrons mais un nombre de nucléons différent.

**QCM 24 : D**

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

**QCM 25 : B**

- A) Faux, l'électron est beaucoup plus léger
- B) Vrai
- C) Faux, il y a des noyaux instables par excès de protons, neutrons
- D) Faux, l'inverse

**QCM 26 : ABCD**

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Vrai

**QCM 27 : C**

Calcul détaillé :

Défaut de masse =  $(11 \times 1,007 + 12 \times 1,009) - 22,989 = 0,197 \text{ u}$

EL =  $0,197 \times 931,5 = 182,6$

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

2017 - 2018(Pr. Darcourt)

### QCM 1 : Donnez les propositions vraies :

- A) Lors d'une désintégration gamma le noyau émet un quantum d'énergie.
- B) La radioactivité alpha correspond à une transformation isomérique du noyau.
- C) la capture électronique survient dans des nucléides en excès de neutrons.
- D) La radioactivité alpha est due à un excès de masse du nucléide.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

### QCM 2 : Donnez les propositions vraies

- A) Un radionucléide qui présente un excès de neutron est un émetteur  $\alpha$ .
- B) L'isomère du polonium 210 :  $^{210}_{84}\text{Po}$  est  $^{208}_{84}\text{Po}$ .
- C) La radioactivité est due aux réarrangements des couches électroniques de l'atome.
- D) Lors d'une transformation isomérique, il y a modification de la charge électrique du nucléide.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

### QCM 3 : Le $^{197}_{79}\text{Au}$ se transforme en $^{197}_{78}\text{Pt}$ . Soit leur masse : $M(^{197}_{78}\text{Pt.}) = 196,967\text{u}$ et $M(^{197}_{79}\text{Au}) = 196,966\text{u}$ . Donnez les propositions vraies :

- A) Une émission  $\beta^-$  est possible.
- B) Une émission  $\beta^+$  est possible
- C) Une capture électronique est possible
- D) L'énergie maximale de la particule émise est égale à : 931,5 MeV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

### QCM 4 : On obtient le $^{88}_{38}\text{Sr}$ soit par une transformation alpha à partir d'un noyau Z, soit à partir d'une transformation $\beta^-$ à partir d'un noyau X. Donnez les propositions vraies :

- A)  $X = ^{89}_{37}\text{Rb}$
- B)  $X = ^{88}_{39}\text{Y}$
- C)  $Z = ^{92}_{40}\text{Zr}$
- D)  $Z = ^{88}_{40}\text{Zr}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

### QCM 5 : Lors d'une cascade de transformations radioactives, il y a production de particules : $\beta^+$ , $\beta^-$ , $\alpha$ , de même énergie cinétique (environs 200keV). Quelle est la radiation qui a le plus long parcours dans les tissus mous ?

- A) La particule  $\alpha$
- B)  $\beta^+$
- C)  $\beta^-$
- D) Les photons d'annihilations du  $\beta^+$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

### QCM 6 : Le mercure $^{204}_{80}\text{Hg}$ est obtenue après avoir successivement subit une désintégration alpha et une transformation béta +. Donnez les propositions vraies : $X \rightarrow Y \rightarrow ^{204}_{80}\text{Hg}$

- A)  $X = ^{208}_{83}\text{Bi}$
- B)  $X = ^{208}_{81}\text{Tl}$
- C)  $Y = ^{208}_{82}\text{Pb}$
- D)  $Y = ^{204}_{79}\text{Au}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 7 : Le Tellure ( $^{127}_{52}\text{Te}$ ) est obtenue à partir de l'Iode ( $^{127}_{53}\text{I}$ ) après une transformation bêta +. Calculer l'énergie moyenne de ce positon. Données :  $M(\text{Te}) = 126,9841 \text{ u}$  et  $M(\text{I}) = 127,0111 \text{ u}$**

- A) 32,65 MeV
- B) 25,15 MeV
- C) 18 MeV
- D) 8,38 MeV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 8 : Le Barium  $^{137}_{56}\text{Ba}$  se transforme en Césium  $^{137}_{55}\text{Cs}$  suite à une transformation radioactive.**

**Donnez les propositions justes : Données :  $M(\text{Ba}) = 137,0012 \text{ u}$  ;  $M(\text{Cs}) = 136,9925 \text{ u}$  ;  $W_{\text{K}}(\text{Cs}) = 254 \text{ keV}$**

- A) Cette transformation peut être une capture électronique.
- B) Cette transformation peut être une désintégration bêta +.
- C) Un antineutrino peut être émis suite à cette transformation.
- D) Suite à cette transformation on pourra apercevoir un photon de 254 keV.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 9 : A propos de la désintégration bêta +. Donnez les propositions justes :**

- A) Elle a lieu lorsqu'un quarks up se transforme en quarks down.
- B) Elle est possible que lorsque le défaut de masse est supérieur à la masse de 2 électrons.
- C) Le bêta + se transformera en 2 rayon gamma partant l'un et l'autre à 180 degrés après plusieurs ionisations.
- D) Un neutrino sera émis suite à cette désintégration.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 10 : A propos des spectres des différentes transformations. Donnez les propositions vraies :**

- A) Après une capture électronique nous pourrions apercevoir un spectre électromagnétique continue et de raies.
- B) Après une conversion interne nous pourrions apercevoir un spectre électromagnétique atomique de raies.
- C) Après une capture électronique nous pourrions apercevoir seulement un spectre électromagnétique.
- D) Après une radioactivité gamma nous pourrions apercevoir un spectre ayant une énergie plus élevée qu'après une conversion interne.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 11 : A quelle famille radioactive fait partie le Radium 226 ?**

- A) A la famille du Neptunium 237.
- B) A la famille de l'Uranium 235.
- C) A la famille du Thorium 232.
- D) A la famille de l'Uranium 238.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 12 : L'Argent ( $Z=47$ ) se transforme en Palladium ( $Z=46$ ) suite à une capture électronique. Quels sont les phénomènes observables : Données : Energie libérée = 854 keV ;  $W_{\text{K}}(\text{Ag}) = 103 \text{ keV}$  ;  $W_{\text{L}}(\text{Ag}) = 23 \text{ keV}$  ;**

**$W_{\text{K}}(\text{Pd}) = 98 \text{ keV}$  ;  $W_{\text{L}}(\text{Pd}) = 12 \text{ keV}$**

- A) Un rayon X de 80 keV.
- B) Un rayon X de 86 keV.
- C) Un rayon X de 12 keV.
- D) Une raie correspondant à 74 keV.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 13 : A propos des applications médicales. Donnez les propositions vraies :**

- A) L'iode est émetteur bêta – qui détruira les cellules aux alentours suite aux ionisations.
- B) Le TEP scan peut détecter des tumeurs car il détecte les rayons gamma suite à une désintégration bêta +.
- C) La désintégration du thalium 201 en mercure 201 par capture électronique nous permet de contrôler la bonne perfusion du cœur lors d'une scintigraphie.
- D) Le  $\text{Tc}^{99\text{m}}$  est le principal marqueur de la médecine nucléaire.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 14 : A propos de la désintégration alpha. Donnez les propositions vraies :**

- A) Elle concerne les noyaux lourds.
- B) Suite à cette désintégration on pourra apercevoir un spectre avec une composante continue et une composante de raies
- C) L'énergie aperçue sur le spectre correspondra à l'énergie cinétique de l'atome d'hélium.
- D) La particule alpha possède 4 nucléons et 2 électrons.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 15 : Le Curium 247 (Z=96) subit successivement une capture électronique et une désintégration bêta +. Donnez les propositions vraies suite à ces transformations radioactives :**

- A) On pourra apercevoir un spectre avec une composante de raies et une composante continue.
- B) 2 neutrinos seront émis lors de ces transformations.
- C) L'atome fils sera le Plutonium 245 (Z=94).
- D) Suite à la première réaction nous pourrions apercevoir un spectre atomique de raies.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 16 : A propos de cette transformation, donnez la (les) proposition(s) juste(s) :  $^{201}_{81}\text{Tl} \rightarrow ^{201}_{80}\text{Hg}$   
Données :  $M(^{201}_{81}\text{Tl}) = 200,971u$  ;  $M(^{201}_{80}\text{Hg}) = 200,970u$  ;  $|W_K|(^{201}_{81}\text{Tl}) = 340 \text{ eV}$** 

- A) Cette transformation est une désintégration  $\beta^+$ .
- B) Cette transformation est une désintégration par capture électronique.
- C) L'énergie cinétique du neutrino est de 0,591 MeV.
- D) L'énergie cinétique du neutrino est de 1,524 MeV.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 17 : À propos des transformations isomériques, donnez la (les) proposition(s) juste(s) :**

- A) Les photons gamma ont pour origine le cortex électronique (électrons).
- B) Lors des transformations isomériques, on pourra apercevoir un spectre de raie quel que soit le cas.
- C) Lors d'une conversion interne, on pourra observer un spectre électromagnétique nucléaire de raie.
- D) Lors d'une radioactivité  $\gamma$ , on pourra observer un spectre électromagnétique nucléaire de raie.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 18 : Donnez les propositions vraies :**

- A) La radioactivité alpha, concerne essentiellement les noyaux instables lourds, et il y a émission d'un noyau d'hélium.
- B) Les particules alpha ont un parcours dans la matière relativement faible, ainsi elles provoquent d'importants effets biologiques car elles provoquent d'importantes ionisations.
- C) La particule alpha est non chargée, donc ces interactions sont non obligatoires.
- D) Le spectre en énergie de la particule alpha est un spectre de raie, en effet lors de la désintégration l'atome d'hélium emporte toute l'énergie disponible et le noyau fils possède une énergie de recul négligeable.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 19 : Le carbone 14 (rappel Z = 6) est un isotope radioactif du carbone 12 (stable). Donnez les propositions vraies :**

- A) Le carbone 14 va subir une désintégration par émission de particule  $\beta^+$ , en effet cet isotope possède un excès de protons.
- B) Le carbone 14 va subir une désintégration par émission de particule  $\beta^-$ , en effet cet isotope possède un excès de neutrons.
- C) Lors de la désintégration radioactive du carbone 14, on obtient un antineutrino, une particule  $\beta^-$  et un carbone 13.
- D) L'énergie de liaison du noyau fils est supérieure à celle du noyau père : le noyau fils est donc plus stable.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 20 : A propos des généralités sur les transformations radioactives, donnez la (les) proposition(s) juste(s) :**

- A) Une transformation radioactive transforme un atome père (instable) en un atome fils (stable) de moindre masse.
- B) Dans la nature, les noyaux sont majoritairement stables.
- C) Lors d'une transformation radioactive, la quantité de mouvement est inchangée.
- D) Lors d'une transformation radioactive, l'énergie totale du système reste inchangée.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 21 : Calculer l'énergie du photon gamma après cette transformation :  ${}^{93}_{41}\text{Nb} \rightarrow {}^{93}_{41}\text{Nb} + \gamma$**

Données :  $M({}^{93}_{41}\text{Nb}) = 92,90638 \text{ u}$  ;  $M({}^{93}_{41}\text{Nb}) = 92,90619 \text{ u}$

- A) 0,943 MeV
- B) 689 keV
- C) 365 keV
- D) 176 keV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 22 : Le  ${}^{60}_{28}\text{Ni}$  se transforme en  ${}^{60}_{27}\text{Co}$  sans émission de  $\alpha$  ou  $\beta$ . De quelle transformation s'agit-il ?**

- A) Une émission gamma.
- B) Un électron d'Auger.
- C) Une capture électronique.
- D) Une conversion interne.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 23 : Concernant cette suite de transformation, donnez la (les) proposition(s) juste(s) :  ${}^{227}_{89}\text{Ac} \rightarrow {}^{223}_{87}\text{Fr} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{223}_{88}\text{Ra}$  □□**

- A) La première transformation est une transformation où l'on détectera un spectre de raie.
- B) La deuxième transformation a lieu car il y a un excès de neutrons.
- C) Lors de la deuxième transformation on pourra détecter un  $\beta^-$ .
- D) Lors de la deuxième transformation on pourra détecter un  $\beta^+$ .
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 24 : Donnez les propositions vraies:**

- A) Lors d'une transformation isomérique, il n'y a pas de changement de nature du noyau.
- B) La capture électronique est une transformation isomérique.
- C) Lors d'une capture électronique, il peut y avoir émission de photon de fluorescence ou d'électron Auger.
- D) La conversion interne permet au noyau de transférer de l'énergie à un photon.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 25 : Donnez les propositions vraies :**

- A) La radioactivité  $\alpha$  est une radioactivité efficace car elle permet une perte de masse importante.
- B) Les particules  $\beta^-$  sont des particules chargées et relativistes, donc elles interagissent de manière obligatoire avec les électrons et provoquent des ionisations.
- C) Les particules  $\beta^-$  sont responsables de réactions d'annihilation, avec production de 2 photons  $\gamma$  de 0,511 MeV, émis à  $180^\circ$ .
- D) La capture électronique est plus probable lorsque le nombre de nucléons est important et lors que le défaut de masse est peu supérieur à 1,022 MeV.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 26 : Quelle est l'énergie libérée durant cette transformation ?  ${}^{251}_{98}\text{Cf} \rightarrow {}^{247}_{96}\text{Cm} + {}^4_2\text{He}$**

Donnée :  $M({}^{251}_{98}\text{Cf}) = 251,1415$  ;  $M({}^{247}_{96}\text{Cm}) = 247,0704$  ;  $M({}^4_2\text{He}) = 4,0026$

- A) 15,6 MeV
- B) 48,3 MeV
- C) 63,8 MeV
- D) 86,8 MeV
- E) 102,9 MeV

**QCM 27** : A propos de cette transformation, donnez la (les) proposition(s) juste(s) :  $^{127}_{53}\text{I} \rightarrow ^{127}_{52}\text{Te}$

- A) Cette transformation peut être une désintégration  $\beta^+$
- B) Cette transformation peut être une désintégration  $\beta^-$
- C) Cette transformation peut être une désintégration par capture électronique.
- D) Un neutrino sera émis lors de cette transformation.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

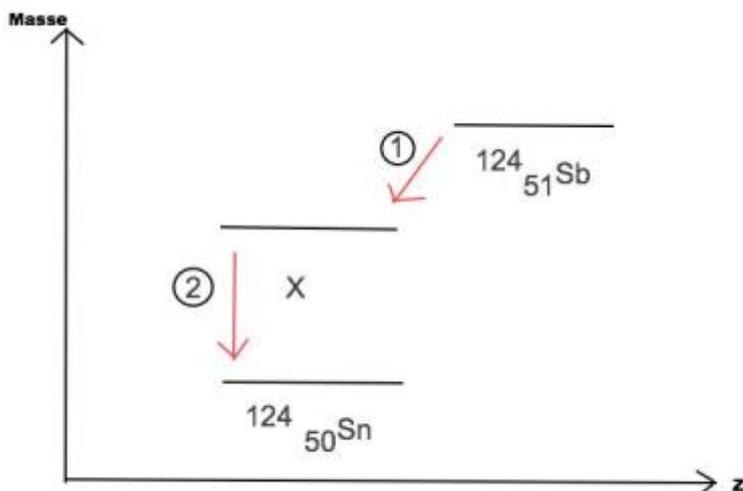
**QCM 28** : A propos de cette suite de réaction. Lors de la première transformation, qui formera l'atome X, on pourra apercevoir un  $\beta^+$ . Et lors de la deuxième transformation, qui formera l'atome Y, on pourra apercevoir une désintégration  $\alpha$ . Donnez la (les) proposition(s) juste(s) :  $^{264}_{104}\text{Rf} \rightarrow \text{X} \rightarrow \text{Y}$

- A)  $\text{X} = ^{262}_{103}\text{Lr}$
- B)  $\text{X} = ^{262}_{105}\text{Db}$
- C)  $\text{Y} = ^{258}_{103}\text{Lr}$
- D)  $\text{Y} = ^{258}_{101}\text{Md}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 29** : L'azote  $^{18}_7\text{N}$  a une masse atomique de 18,014 u, il se désintègre en oxygène  $^{18}_8\text{O}$  de masse 17,999 u. Donnez les propositions vraies :

- A) Lors de cette désintégration, on obtient un spectre énergétique de raie.
- B) Non au contraire, on a un spectre continu car c'est de la radioactivité isomérique.
- C) Il s'agit d'une transformation avec émission  $\beta^-$  selon un spectre continu d'énergie maximum 13,97 MeV.
- D) Lors de cette transformation, une capture électronique est possible.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 30** : A propos du schéma de désintégration ci-dessous, donnez les propositions vraies :



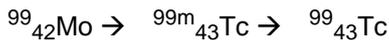
- A) Lors de la première réaction, un antineutrino est émis.
- B) La 2<sup>ème</sup> réaction est une réaction isomérique.
- C)  $\text{X} = ^{124*}_{51}\text{Sn}$
- D)  $\text{X} = ^{124*}_{50}\text{Sb}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 31** : A propos de cette transformation, quelle est l'énergie libérée ?  $^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow ^{210}_{85}\text{At}$

Données :  $M(^{210}_{84}\text{Po}) = 210 \text{ u}$  ;  $M(^{210}_{85}\text{At}) = 209,935 \text{ u}$

- A) 60,52 eV
- B) 132,32 eV
- C) 21,49 eV
- D) 1562,87 eV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 32** : Le technétium métastable est le radio-isotope le plus utilisé en imagerie médicale nucléaire en tant que marqueur. Il est produit directement dans les hôpitaux à l'aide d'un générateur selon cette réaction de filiation :



- A) Le molybdène est un émetteur  $\alpha$ .
- B) Lors de la première réaction, on observe un spectre énergétique continu.
- C) Le technetium 99m est un émetteur  $\beta^-$ .
- D) Le technetium 99m est un émetteur  $\gamma$ .
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 33** : Soit la filiation suivante :  ${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{234}_{90}\text{Th} \rightarrow {}^{234}_{91}\text{Pa} \rightarrow {}^{234}_{92}\text{U}$ . Donnez les propositions vraies :

- A) Lors de la première réaction, on obtient un spectre électromagnétique continu.
- B) Le Thorium 234 est un émetteur alpha.
- C) Lors de la 3<sup>ème</sup> réaction, il y a émission d'un antineutrino.
- D) Sachant que l'uranium 234 est un émetteur alpha, lors de la prochaine désintégration, le noyau obtenu sera :  ${}^{230}_{90}\text{Pa}$ .
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 34** : Sachant que le  ${}^{210}_{82}\text{Pb}$  peut se désintégrer soit par émission alpha soit par émission beta moins. Donnez les propositions vraies :

- A) Lors de la transformation par émission alpha, on obtient le  ${}^{206}_{80}\text{Hg}$ .
- B) Lors de la transformation par émission beta moins, on obtient le  ${}^{210}_{81}\text{Tl}$ .
- C) La désintégration par émission alpha permet une perte d'énergie plus important.
- D) Après l'émission alpha, 2 réactions bêta moins se succèdent, puis on obtient le  ${}^{206}_{82}\text{Pb}$  qui est stable, le noyau intermédiaire est le  ${}^{206}_{81}\text{Tl}$ .
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

## **Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Transformations radioactives**

**2017 - 2018**

### **QCM 1 : AD**

- A) Vrai
- B) Faux : c'est de la radioactivité par partition
- C) Faux : excès de protons
- D) Vrai
- E) Faux

### **QCM 2 : E**

- A) Faux :  $\beta^-$
- B) Faux : c'est son isotope.
- C) Faux : la radioactivité a lieu au niveau du NOYAU
- D) Faux : aucune modification de la charge électrique.
- E) Vrai

### **QCM 3 : C**

- A) Faux : voir B et C
- B) Faux
- C) Vrai
- D) Faux : 931,5 keV.
- E) Faux

### **QCM 4 : C**



### **QCM 5 : D**

### **QCM 6 : A**



$$\Delta M = 127,0111 - 126,9841 = 0,027 \text{ u} \rightarrow 0,027 \times 931,5 = 25,15 \text{ MeV} \quad \text{QCM 8 : AB}$$

$$\Delta M = 137,0012 - 136,9925 = 0,0087 \text{ u} \rightarrow 0,0087 \times 931,5 = 8,1 \text{ MeV}$$

### **QCM 7 : D**

$$\Delta M = 127,0111 - 126,9841 = 0,027 \text{ u} \rightarrow 0,027 \times 931,5 = 25,15 \text{ MeV}$$

Nb : problème d'énoncé sur ce qcm, faites comme si c'était une beta moins.

### **QCM 8 : AB**

$$\Delta M = 137,0012 - 136,9925 = 0,0087 \text{ u} \rightarrow 0,0087 \times 931,5 = 8,1 \text{ MeV}$$

### **QCM 9 : ABCD**

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

### **QCM 10 : B**

Béta moyen =  $25,15 / 3 = 8,38 \text{ MeV}$  CE et béta + possible!

- A) Faux : capture électronique est seulement spectre de raies
- B) Vrai
- C) Faux : on peut voir un spectre électronique aussi
- D) Faux : le gamma et conversion interne ne se diffère pas à leur énergie
- E) Faux

**QCM 11 : D**

$226 = 4 \times 56 + 2 = 4n + 2$  donc de la famille  $4n + 2$  qui correspond à l'Uranium 238

**QCM 12 : BD**

- A) Faux : Pas de réarrangement sur l'atome père
- B) Vrai
- C) Faux : pas d'électron libre
- D) Vrai : correspond à l'électron Auger
- E) Faux

**QCM 13 : ABCD**

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

**QCM 14 : A**

- A) Vrai
- B) Faux : seulement un spectre de raie
- C) Faux : noyau d'hélium
- D) Faux : pas d'électrons

**QCM 15 : ABD**

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Faux : le Plutonium 247
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 16 : B**

A) Faux, Faux,  $\Delta M = M(^{201}\text{Tl}) - M(^{201}\text{Hg}) = 200.971 - 200.970 = 0.001 \text{ u}$

$0.001 \times 931 = 0.931 \text{ MeV}$ .  $0.931 < 1.022 \text{ MeV}$  donc  $\beta^+$  impossible !!

- B) Vrai
- C) Faux, énergie cinétique de l'électron. Sinon le calcul est juste pour la C
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 17 : BD**

- A) Faux, ils ont pour origine le noyau
- B) Vrai
- C) Faux, conversion interne  $\rightarrow$  spectre électromagnétique (=photon) atomique (=édifice atomique = cortège électronique = électron) de raie
- D) Vrai

**QCM 18 : AB**

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Faux : La particule alpha est chargée, ses interactions sont OBLIGATOIRES.
- D) Faux : le NOYAU d'hélium

**QCM 19 : BD**

- A) Faux, cf B
- B) Vrai
- C) Faux, On a conservation du nombre de masse, donc A est toujours égal à 14, mais on obtient un atome d'azote (Z=7)
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 20 : ABCD**

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

**QCM 21 : D**

$$92,90638 - 92,90619 = 0,00019 \text{ u}$$

$$0,00019 \times 931 = 0,176 \text{ MeV}$$

**QCM 22 : C**

Il s'agit d'une capture électronique.

**QCM 23 : ABC**

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

**QCM 24 : AC**

- A) Vrai
- B) Faux, il y a changement de nature du noyau
- C) Vrai
- D) Faux : transfert d'énergie du noyau à un électron.
- E) Faux

**QCM 25 : ABD**

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Faux : ce sont les particules  $\beta^+$
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 26 : C**

$$\Delta M = M(^{251}\text{Cf}) - M(^{247}\text{Cm}) - M(^4\text{He}) = 251,1415 - 247,0704 - 4,0026 = 0.0685\text{u}$$

$$0.0685 \times 931 = 63.8 \text{ MeV}$$

Nb : faites  $0,0685 \times 1000 = 68,5$  et vous prenez la valeur du dessous ou alors  $\times 900$  et prenez la valeur du dessus.

**QCM 27 : ACD**

- A) Vrai, excès de proton donc un proton se transforme en neutron  $\rightarrow \beta^+$  ou capture électronique.
- B) Faux.
- C) Vrai.
- D) Vrai, par contre la désintégration  $\beta^-$  émet un antineutrino
- E) Faux

**QCM 28 : AD**

- A) Vrai, désintégration  $\beta^+$  donc perte d'un proton.
- B) Faux.
- C) Faux.
- D) Vrai, radioactivité  $\alpha$  donc perte de 4 nucléons et de 2 protons.
- E) Faux

**QCM 29 : C**

- A) Faux : spectre continu.
- B) Faux : transformation isobarique.
- C) Vrai.
- D) Faux : ça aurait été possible lors d'une transformation  $\beta^+$ .
- E) Faux.

**QCM 30 : B**

- A) Faux : c'est une beta +, donc neutrino.
- B) Vrai.
- C) Faux :  $X = {}^{124}_{50}\text{Sn}$ .
- D) Faux : Voir C.
- E) Faux.

**QCM 31 : E**

$$\Delta M = 210 - 209.935 = 0.065 \text{u} \quad 0.065 \times 931 = 60.515 \text{ MeV}$$

**QCM 32 : BD**

- A) Faux : beta -.
- B) Vrai.
- C) Faux : voir D.
- D) Vrai.
- E) Faux.

**QCM 33 : C**

- A) Faux : transformation alpha donc spectre de raie.
- B) Faux : c'est un émetteur beta moins.
- C) Vrai
- D) Faux : A et Z sont justes mais on obtient un Thorium et non un Protactinium (Pa), le numéro atomique est propre à chaque éléments.
- E) Faux

**QCM 34 : ACD**

- A) Vrai
- B) Faux : on obtient:  ${}^{210}_{83}\text{Bi}$ .
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

**6. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Lois cinétiques****2016 – 2017 (Pr. Humbert)**

*(Ayant du mal à trouver les vraies données des éléments chimique : période radioactive, activité, constante de radioactivité,..., elles seront anecdotiques donc fausses mais ça ne changera pas le principe du QCM, de la façon de calculer)*

**QCM 1 : A propos des généralités, donnez les réponses exactes :**

- A) Tout nucléide instable est destiné à se désintégrer de manière stochastique et stationnaire dans le temps.
- B) La probabilité pour qu'un nucléide subisse une transformation radioactive pendant l'intervalle de temps dépend des conditions physique et chimique de l'environnement.
- C) Le nombre de nucléide instable décroît linéairement au cours d'un temps t.
- D) Au bout de 4 périodes il restera seulement 6,75% de nucléide stable.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 2 : Quelle est la constante radioactivité  $\lambda$  (en  $s^{-1}$ ) de l'Or (Z= 79) sachant que sa période est de 30sec ?**

- A)  $4,6 \cdot 10^{-2}$
- B)  $3,4 \cdot 10^{-2}$
- C)  $2,3 \cdot 10^{-2}$
- D)  $1,5 \cdot 10^{-2}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 3 : Attention, les Aliens nous attaque ! Ils nous ont largué une bombe atomique de gaz hilarant de 400 MBq sur la tête en ce jour de 2016 ! Depuis tout le monde ne s'arrête non-stop de rigoler comme un ours polaires. Sachant que les effets s'estompent à partir d'une activité 12,5 MBq et que la période T de la molécule de gaz hilarant est de 4 ans, en quelle année nous n'imiterons plus les ours polaires ?**

- A) 2032
- B) 2036
- C) 2040
- D) 2044
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 4 : Une pluie d'argent (Z = 47) nous ai tombé sur la tête sur une surface de  $400\text{km}^2$  et ayant une période de  $3\text{j}$  ( $= 2,8 \cdot 10^5\text{s}$ ). Evaluer le nombre de noyau d'argent par  $\text{m}^2$  (à un moment t) correspondant au seuil de  $A_{(t)}$  de 1000 MBq.**

- A)  $4,2 \cdot 10^{12}$
- B)  $6,5 \cdot 10^{13}$
- C)  $2,5 \cdot 10^{14}$
- D)  $3,2 \cdot 10^{15}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 5 (suite) : Quelle est la masse minimale d'argent qui a été déposée sur une surface de  $400\text{km}^2$  ?**

*Données : masse molaire M de Ar =  $108\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$*

- A) 2g
- B) 18g
- C) 25g
- D) 42g
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 6** : On souhaite utiliser chez un patient une molécule de période radioactive égale à 12 heures. La molécule marquée a par ailleurs une période biologique dans l'organisme égale à 4 heures. L'activité de cette molécule à  $t=0$  est égale à 640 MBq.

- A) Si la molécule est administrée au patient à  $t=0$ , l'activité dans l'organisme à  $t=12h$  est de 80MBq.
- B) Si la molécule est administrée au patient à  $t=12h$  (elle est resté dans son flacon pendant 12h), l'activité dans l'organisme à  $t= 15h$  est de 160 MBq.
- C) Si la molécule n'est pas administrée au patient, l'activité de cette dernière à  $t=48h$  est négligeable.
- D) Si la molécule est administré au patient à  $t=0h$ , l'activité dans l'organisme à  $t=3h$  est de 320 MBq.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 7** : Un générateur du rubidium-81 (atome père) permet d'obtenir par élution du krypton-81m (atome fils). Le rubidium-81 décroît avec une période de 3 heures et le krypton-81m avec une période de 3 secondes (pour se transformer en krypton-81). On reçoit au temps  $t = 0$  un tel générateur avec une activité de 160 MBq de rubidium-81. Quelle est (en MBq) l'activité du krypton-81m qui peut être obtenu par élution 9 heures après ? ( $t_{\max} = 125 \text{ sec}$ )

- A) 160 MBq
- B) 80 MBq
- C) 40 MBq
- D) 20 MBq
- E) Activité proche de 0

**QCM 8** : Un générateur du rubidium-81 (atome père) permet d'obtenir par élution du krypton-81m (atome fils). Le rubidium-81 décroît avec une période de 3 heures et le krypton-81m avec une période de 3 secondes (pour se transformer en krypton-81). On reçoit au temps  $t = 0$  un tel générateur avec une activité de 160 MBq de rubidium-81. Quelle est (en MBq) l'activité du krypton-81 qui peut être obtenu par élution 9 heures après ?

- A) 160 MBq
- B) 140 MBq
- C) 80 MBq
- D) 60 MBq
- E) Toutes les propositions sont fausses.

**QCM 9** : Donnez les propositions vraies :

- A) La constante radioactive permet de calculer la probabilité qu'un nucléide subisse une transformation radioactive pendant l'intervalle de temps (dt), elle dépend des conditions physiques et chimiques du nucléide.
- B) La croissance du nombre de noyaux radioactifs se fait de manière exponentielle.
- C) La période radioactive correspond au temps au bout duquel l'effectif de la population de radionucléides est réduit de moitié.
- D) Soit 2 noyaux A et B, avec  $\lambda_A > \lambda_B$ . La période radioactive du nucléide B est alors plus importante que celle du noyau A.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 10** : Calculez la constante radioactive du Thorium 234.

Données :  $T = 24j = 2,1 \cdot 10^6 \text{ s}$

- A)  $\lambda = 0,35 \cdot 10^{-6} \text{ h}^{-1}$
- B)  $\lambda = 0,35 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}$
- C)  $\lambda = 29 \cdot 10^{-3} \text{ j}^{-1}$
- D)  $\lambda = 3,5 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 11** : Calculez la période radioactive du Radon 222.

Données:  $\lambda = 0,2 \text{ j}^{-1}$  ;  $t_j = 86400 \text{ sec}$

- A)  $T = 5250 \text{ s}$
- B)  $T = 35 \text{ j}$
- C)  $T = 3,5 \text{ j}$
- D)  $T = 302\,400 \text{ s}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 12 : Calculez la période effectrice de l'Iode 131.**

**Données :  $T_{RADIO} = 8j$  ;  $T_{BIO} = 30j$**

- A)  $T_{EFF} = 38j$
- B)  $T_{EFF} = 2\,273\text{ s}$
- C)  $T_{EFF} = 3,7\text{ j}$
- D)  $T_{EFF} = 6,3\text{ j}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 13 : Donnez les propositions vraies :**

- A) L'activité correspond au nombre moyen de désintégrations radioactives par unités de temps.
- B) L'activité est inversement proportionnelle à la constante radioactive.
- C) 1 Bq correspond à 1 désintégration par seconde.
- D) L'activité radioactive décroît de manière exponentielle, contrairement au nombre de noyaux radioactifs.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 14 : Calculez le nombre de noyaux du Plomb 201, sachant que l'activité est de 14 MBq.**

**Données :  $T = 9,3h$**

- A)  $1,5 \times 10^6$  noyaux.
- B)  $1,5 \times 10^{14}$  noyaux.
- C)  $7 \times 10^{11}$  noyaux
- D)  $7 \times 10^5$  noyaux.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 15 : Un gramme de plutonium 240 présente une radioactivité de 2,3 GBq. Donnez les propositions vraies**

**: Données :  $N_A = 6,022 \times 10^{23}\text{ mol}^{-1}$**

- A)  $T = 7,6 \times 10^{11}\text{ s}$
- B)  $T = 1 \times 10^7\text{ s}$
- C)  $\lambda = 9,2 \times 10^{-13}\text{ s}$
- D)  $\lambda = 6,7 \times 10^{-8}\text{ s}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 16 : Un générateur de krypton-81m permet d'obtenir par élution du krypton-81. Le krypton-81m décroît avec une période de 3 sec (pour se transformer en krypton-81). A  $t=0$  on mesure une activité de 160 MBq de krypton-81m. Quelle est la fraction de noyaux de krypton-81 au bout de 9 sec dans le générateur ?**

- A) 12,5%
- B) 25%
- C) 50%
- D) 87,5%
- E) Proche de 0

**QCM 17 : Quelle est au bout de 4h la radioactivité en MBq d'un mélange constitué de 300 MBq de 18-fluor dont la période est de 120min et de 800 MBq de  $^{68}_{31}\text{Ga}$  dont la période est de 1h ?**

- A) 1100 MBq.
- B) 350 MBq.
- C) 175 MBq.
- D) 125 MBq.
- E) 75 MBq.

**QCM 18 : Le Radon a une période de 3,8 jours. Sachant qu'il a une activité de 800 MBq initialement, dans combien de jours il aura une activité de 220 MBq ?**

- A) 3,8 j
- B) 7,4 j
- C) 7,8 j
- D) 10,9 j
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 19** : On souhaite utiliser chez un patient une molécule de période radioactive égale à 40min. La molécule marquée a par ailleurs une période biologique dans l'organisme égale à 2h. L'activité de cette molécule à  $t=0$  est égale à 720 MBq. Donnez les propositions vraies :

- A) Si la molécule n'est pas administrée à un patient, l'activité de cette dernière sera de 360 MBq à  $t=1h20min$ .
- B) Si la molécule est administrée à un patient à  $t=0min$ , l'activité de cette dernière sera de 360 MBq à  $t=2h$ .
- C) Si la molécule est administrée à un patient à  $t=0min$ , l'activité de cette dernière sera de 180 MBq à  $t=1h$ .
- D) Si la molécule est administré à un patient à  $t=2h$ , l'activité de cette dernière sera de 45 MBq à  $t=2h30min$ .
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 20** : Le Radon-222 a une période biologique de 140 jours et une période effectrice de 28 jours. Qu'elle est sa période physique ?

- A) 27 jours.
- B) 35 jours.
- C) 43 jours.
- D) 49 jours.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Lois cinétiques****2016 – 2017****QCM 1 : A**

- A) Vrai  
 B) Faux, dépend de la nature et du niveau d'énergie du noyau  
 C) Faux, décroissance exponentielle.  
 D) Faux, 6,75% de nucléide instable

**QCM 2 : C**

$$\lambda = \ln(2)/T \rightarrow 0,7 / 30 = 2,3 \cdot 10^{-2} \text{ s}^{-1}$$

**QCM 3 : B**

Passer de 400 MBq à 12,5 MBq correspond à 5 périodes.  $5 \times 4 = 20$ ans de rigolade  $\rightarrow 2016 + 20 = 2036$

**QCM 4 : E**

$$N(t) = A(t) / \lambda \quad \lambda = \ln(2) / T \rightarrow 0,7 / 2,8 \cdot 10^5 = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}$$

**QCM 5 : B**

$$m = \frac{A \cdot M}{\lambda} = 2,5 \cdot 10^{14} \text{ par m}^2 \text{ donc } 2,5 \cdot 10^{14} \times 4 \cdot 10^8 \text{ par km}^2 \lambda \cdot N$$

$$m = 10 \cdot 10^{22} \times 108 / 6 \cdot 10^{23} = 18 \text{g}$$

**QCM 6 : BD**

$$N(t) = 1 \cdot 10^9 / 2,5 \cdot 10^{-6} = 4 \cdot 10^{14}$$

- A) Faux, la période effectrice est de 3h ( $1/T_{\text{eff}} = 1/T_{\text{bio}} + 1/T_{\text{radio}}$ ) donc au bout de 12h (soit 4T) l'activité est de 40MBq.  
 B) Vrai, dans le flacon la molécule a subit 1 seul période donc l'activité au bout de 12h est de 320 MBq. Puis elle est administré au patient pendant 3h donc elle subit 1 période de plus  $\rightarrow 160$  MBq.  
 C) Faux, l'activité est négligeable après 10 périodes hors là la molécule reste dans son flacon et subit 4 périodes  
 D) Vrai  
 E) Faux

**QCM 7 : D**

Le rubidium-81 se transforme en krypton-81m avec  $T_1 \gg T_2$ . Donc on est dans un régime d'équilibre. Dans 9h l'atome père aura subit 3 période et aura donc une activité de 40 MBq. La période de l'atome fils métastable sera a peu près la même.

**QCM 8 : E**

L'atome petit fils est stable, donc son activité est de 0

**QCM 9 : CD**

- A) Faux : Elle ne dépend pas des conditions physique/chimiques  
 B) Faux : la décroissance  
 C) Vrai  
 D) Vrai car  $\lambda$  et T sont inversement proportionnel.  
 E) Faux

**QCM 10 : BCD**

$$\lambda = 0,7/2,1 \cdot 10^6 = 0,35 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1} = 3,5 \times 10^{-7} \text{ s}^{-1} \quad \lambda = 0,7/24 = 0,029 \text{ j}^{-1}$$

**QCM 11 : CD**

$$T = 0,7/0,2 = 3,5 \text{ jours !} \quad T = 3,5 \times 24 \times 3600 = 302 \ 400 \text{ s}$$

**QCM 12 : D**

$$T_{\text{EFF}} = 1/8 + 1/30 = 30/240 + 8/240 = 38/240 = 6,3 \text{ jours}$$

**QCM 13 : AC**

- A) Vrai  
 B) Faux : proportionnelle  
 C) Vrai : donc il faut mettre la constante radioactive en  $s^{-1}$   
 D) Faux : Activité et noyau sont proportionnels.  
 E) Faux

**QCM 14 : C**

- 1) calculer la constante radioactive  $\lambda = 0,7/(9,3 \times 3600) = 2 \cdot 10^{-5} s^{-1}$  (ne pas hésiter à arrondir les valeurs pour aller plus vite) (9,3 → 9)  
 2) Calcule du nombre de noyaux  $N = A/\lambda = 14 \cdot 10^6 / 2 \cdot 10^{-5} = 7 \cdot 10^{11}$  noyaux.

**QCM 15 : AC**

$$\lambda = 9,2 \cdot 10^{-13} s^{-1}$$

$$T = 0,7 / 9,2 \cdot 10^{-13} = 7,6 \times 10^{11} s$$

**QCM 16 : D**

L'atome père a subi 3 période. Au départ il y avait 100% de noyaux donc au bout de 3T il reste 12,5%. Cela veut donc dire qu'il y a 87,% d'atome fils.

**QCM 17 : D**

Au bout de 4h la radioactivité du 18-fluor est de 75 MBq:  $300/2^2 = 75$ MBq. Au bout de 4h la radioactivité du  $^{68}_{31}\text{Ga}$  est de 50 MBq:  $800/2^4 = 50$  MBq.  $75+50 = 125$  MBq.

**QCM 18 : B**

Pour passer de 800 MBq à 220 MBq le radon a subi un peu moins de 2 périodes. Donc un peu moins de  $3,8 \times 2 = 7,6$  Une seule réponse possible 7,4 j.

**QCM 19 : CD**

- A) Faux, la molécule n'est pas administrée dans l'organisme donc on ne compte que la période radioactive/physique. 1h20min correspond à 2 période :  $720/2^2 = 180$  MBq.  
 B) Faux, la molécule est administrée dans l'organisme donc il faut calculer  $T_{\text{eff}} = 30$ min. 2h correspond à 4 périodes :  $720/4^2 = 45$  MBq.  
 C) Vrai, la molécule est administrée dans l'organisme donc il faut calculer  $T_{\text{eff}} = 30$ min. 1h correspond à 2 périodes :  $720/2^2 = 180$  MBq.  
 D) Vrai, la molécule n'est pas administrée dans l'organisme pendant 2h donc on ne compte que la période radioactive/physique. 2h correspond à 3 période :  $720/2^3 = 90$  MBq. Puis elle est administré 30min dans l'organisme donc on tient compte de la période effectrice à partir de ce moment. 30min correspond à 1 période :  $90/2^1 = 45$  MBq.  
 E) Faux.

**QCM 20 : B**

$$1/28 = 1/140 + 1/T_{\text{physique}} \quad T_{\text{physique}} = 35 \text{ jours}$$

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

### 2016 – 2017 (Pr. Darcourt)

#### **QCM 1 : Donnez les propositions vraies :**

- A) L'énergie rayonnée par une source radioactive se mesure par la fluence énergétique, elle est en  $J.m^{-2}$ .
- B) L'éclairement énergétique permet de mesurer l'énergie reçue par une surface irradiée.
- C) La dose absorbée, s'exprime en Gray, elle correspond à la dose équivalence pondérée par un facteur de «dangerosité » du rayonnement.
- D) La dose efficace s'exprime en Sievert, elle correspond à la dose équivalente pondérée d'un facteur de sensibilité des tissus.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

#### **QCM 2 : Donnez les propositions vraies :**

- A) Les ionisations sont responsables des effets biologiques.
- B) Pour être ioniser un tissu biologique, une onde infrarouge doit obligatoirement posséder une énergie supérieure à 13,6 eV.
- C) Seuls les rayonnements ionisants sont capables de produire des effets sur l'ADN, il faut une source énergétique importante.
- D) Plus une tumeur est oxygénée plus elle répondra aux traitements par rayonnements ionisants, cela s'explique par l'effet oxygène.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

#### **QCM 3 : A propos des effets cellulaires :**

- A) Selon la loi de Bergonie et Tribondeau, la radiosensibilité augmente avec les capacités de division et diminue avec la différenciation.
- B) Il faut des fortes doses de radioactivités pour avoir des effets sur l'ADN.
- C) La radiosensibilité dépend du cycle cellulaire, elle est plus importante en phase G2 et en mitose.
- D) Il y a peu d'effets sur le cytoplasme.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

#### **QCM 4 : Donnez les propositions vraies :**

- A) En France, la dose efficace est de 2,4 mSv.
- B) En médecine, les patients peuvent être exposés aux rayonnements ionisants uniquement en cas de traitements, en effet pour le diagnostique, les doses sont trop faibles pour être ionisantes.
- C) L'exposition à la radioactivité naturelle d'origine cosmique augmente avec l'altitude : elle double tout les 1500m
- D) En dessous de 100mSv, on considère qu'il n'a aucun effet sur l'organisme : c'est la limite supérieure des faibles doses.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

#### **QCM 5 : Un patient se présente aux urgences, il a avalé de l'uranium 238, qui est un émetteur alpha avec un facteur de dangerosité de $W_r = 20$ . La dose absorbée par système digestif est égale à 15mGy. Donnez les propositions vraies.**

Données :  $W_t$  (estomac, gros intestin, poumon) = 0,12

$W_t$  (Cerveau, œsophage, foie, petit intestin ...) = 0,05

- A) La dose équivalente est égale à 300 mGy.
- B) La dose équivalente est égale à 0,3 Sv.
- C) La dose efficace au niveau du gros intestin correspond à 36 Sv.
- D) la dose efficace au niveau du petit intestin est de 15mGy.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

#### **QCM 6 : A propos des grandeurs et unités en dosimétrie :**

- A) La densité linéique d'ionisation (DLI) est le nombre de paires d'ions produits par unité de longueur.
- B) Le transfert d'énergie linéique du rayon gamma est plus élevé que celui de la particule alpha.
- C) La dose déposée s'exprime en Sievert.
- D) Le Gray peut aussi s'exprimer en  $J.kg^{-1}$ .
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 7 : A propos de radioprotection :**

- A) Nous sommes plus exposés au rayonnement ionisants d'origine artificielle que d'origine terrestre.
- B) Un examen diagnostique irradiant a une dose efficace délivrée d'à peu près 1mSv à 10mSv.
- C) Une radio du thorax sans produit injecté est un examen irradiant.
- D) Un IRM est un examen irradiant.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 8 : Concernant la radioprotection, donnez la (les) proposition(s) juste(s) :**

- A) La dose équivalente a pour unité le gray.
- B) Le becquerel est l'unité de la dose efficace.
- C) En dessous de la dose de 100 mSv nous n'avons observé aucun symptôme et aucune conséquence sur la santé.
- D) 5 mSv correspond à la dose repère de l'irradiation moyenne naturelle en France.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 9 : Donnez les propositions vraies :**

- A) Pour une même dose absorbée, la dose équivalente d'un flux de particules alpha sera supérieure à celle d'un flux d'électrons rapides.
- B) La dose efficace permet de prendre en compte la sensibilité des tissus.
- C) Selon la loi de Bergonie et Tribondeau, la radiosensibilité augmente avec les capacités de division et diminue avec la différenciation.
- D) En France, 100mSv correspond à l'irradiation moyenne naturelle.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Éléments de radiobiologie et de radioprotection****2016 – 2017****QCM 1 : ABD**

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Faux : dose absorbée mesure l'énergie déposée dans un échantillon de matière, elle est pondérée par aucun facteur.
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 2 : AD**

- A) Vrai
- B) Faux : Une onde infrarouge est non ionisante !
- C) Faux : les effets sur l'ADN peuvent être spontanés, dus au tabac, à la pollution atmosphérique ...
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 3 : ACD**

- A) Vrai
- B) Faux : on a des effets sur l'ADN dès les faibles doses.
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 4 : CD**

- A) Faux : ce n'est pas la dose efficace de la radioprotection naturelle, en France la dose efficace est de 3,3 mSv/an.
- B) Faux : les rayonnements ionisants sont utilisés aussi bien pour le diagnostic que pour la radiothérapie, même si les doses sont plus faibles en diagnostic qu'en thérapie, cela reste ionisant.
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 5 : B**

- A) Faux : la dose équivalente est en Sievert.
- B) Vrai
- C) Faux : 36 mSv.
- D) Faux : 15 mGy
- E) Faux

**QCM 6 : ACD**

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

**QCM 7 : BC**

- A) Faux : le contraire
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Faux : un IRM n'utilise pas de rayonnement ionisant

**QCM 8 : C**

- A) Faux : elle a pour unité le sievert.
- B) Faux : c'est l'unité de l'activité d'une source radioactive.
- C) Vrai.
- D) Faux : la dose repère est de 2,4 mSv.
- E) Faux.

**QCM 9 : ABC**

- A) Vrai
- B) vrai
- C) Vrai
- D) Faux : c'est la limite des faibles doses.
- E) Faux

## 8. Résonance magnétique nucléaire (RMN) et Imagerie par résonance magnétique (IRM)

Imagerie par résonance magnétique (IRM) et imagerie par résonance magnétique

**QCM 1 : Parmi ces atomes, lesquels peuvent faire l'objet d'un phénomène de RMN**

- A)  $^{31}_{15}\text{P}$
- B)  $^{14}_7\text{N}$
- C)  $^{15}_7\text{N}$
- D)  $^{27}_{13}\text{Al}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 2 : A propos de précession, donnez les réponses justes :**

- A) En absence d'un champ magnétique  $B_0$  tous les protons précessent dans le même sens.
- B) En présence d'un champ magnétique  $B_0$  tous les protons précessent dans un sens.
- C) C'est à ce moment que l'on mesure l'aimantation.
- D) C'est à ce moment que le système reçoit de l'énergie.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 3 : Dans un appareil à IRM, on applique un champ magnétique principal de 3T. Quelle est la fréquence de précession des protons ? On considère le rapport gyromagnétique du proton égal à 3.108, et  $\pi=3$**

- A) 170,4 MHz
- B) 127,8 MHz
- C) 85,2 MHz
- D) 42,6 MHz
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 4 : A propos de la RMN, Donnez les réponses vraies :**

- A) Lors d'une application d'un champ  $B_1$ , l'aimantation  $M$  bascule en forme de pavillon de trompette.
- B) Lors de l'arrêt du champ  $B_1$ , le système restitue l'énergie qu'il a emmagasiné.
- C) Pour obtenir le phénomène de résonance, on peut appliquer à l'échantillon une onde électro-magnétique de fréquence égale à la fréquence de Larmor.
- D) Le paramètre de relaxation  $T_2$  représente au temps d'annulation de la composante transverse et est égale à  $0,37T_0$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 5 : Concernant les rapports entre les paramètres de la séquence et ceux de la relaxation en séquence spin-écho, donnez les réponses vraies :**

- A) L'association d'un TR court et d'un TE court donne une image pondérée en  $T_1$ .
- B) L'association d'un TR court et d'un TE long donne une image pondérée en  $T_2$ .
- C) L'association d'un TR long et d'un TE court donne une image pondérée en  $\rho$ .
- D) L'association d'un TR long et d'un TE court donne une image pondérée en  $T_2$ .
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 6 : Donnez les propositions vraies :**

- A) Le contraste de la tumeur sera maximale lors d'une image en  $T_1$ .
- B) Sur une image pondérée en  $T_2$ , la tumeur sera en hyperdensité par rapport à la substance grise.
- C) Sur une image pondérée en  $\rho$ , la tumeur apparaîtra en hypersignal par rapport à la substance grise.
- D) Sur une image pondérée en  $T_1$ , la tumeur apparaîtra en hypersignal par rapport à la substance grise.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 7 : A propos des sources de contrastes, donnez les réponses vraies :**

- A) Sur une image pondérée en rho, l'eau apparaîtra en hyposignal par rapport à l'os.  
 B) Sur une image pondérée en T1, la graisse apparaîtra en hyposignal par rapport à l'os.  
 C) Sur une image pondérée en T2, l'os apparaîtra en hyposignal par rapport à l'eau.  
 D) Sur une image pondérée en T1, l'eau apparaîtra en hyposignal par rapport à l'os.  
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

	Rho (%)	T1 (ms)	T2(ms)
Substance blanche	90	850	95
Substance grise	85	750	80
Tumeur	80	880	290

**QCM 8 : Donnez les propositions vraies :**

- A) Le neutron ne possède pas de spin, en effet, c'est un phénomène qui concerne uniquement les particules chargées.  
 B) La précession correspond à l'application d'un rayonnement électromagnétique dont l'énergie correspond à la différence d'énergie entre les niveaux parallèles et antiparallèles.  
 C) L'onde électromagnétique utilisée est non ionisante, c'est un des avantages de l'IRM.  
 D) Lors de la résonance le vecteur  $M_0$  décrit une demi-sphère.  
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 9 : Donnez les propositions vraies :**

- A) Lors de la précession, il y a un excès d'électrons qui précessent dans le sens parallèle.  
 B) Lors de la relaxation, le vecteur  $M_0$  retrouve sa position initiale, en formant une enveloppe dite « en pavillon de trompette ».  
 C) Le signal de précession libre est une sinusoïde amortie, en effet  $M_z$  décroît au cours de la relaxation.  
 D) Les paramètres T1 et T2 sont choisis lors du réglage de la séquence IRM.  
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 10 : Une stéatose hépatique correspond à une accumulation de graisse dans le foie. Donnez les propositions vraies**

- A) Le contraste graisse/tissu hépatique sain, sera maximal lors d'une image pondérée en T1.  
 B) Le contraste graisse/tissu hépatique sain, sera maximal lors d'une image pondérée en T2.  
 C) La graisse apparaîtra en hyposignal par rapport au tissu hépatique sur les images IRM acquises lors d'une séquence pondérée en T2.  
 D) La graisse apparaîtra en hyposignal par rapport au tissu hépatique sur les images IRM acquises lors d'une séquence pondérée en T1.  
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 11 : Quel couple de TE/TR permet d'obtenir un contraste entre ces deux tissus**

- A) TR = 400 ms et TE = 20 ms  
 B) TR = 300 ms et TE = 80 ms  
 C) TR = 1500 ms et TE = 90 ms  
 D) TR = 1300 ms et TE = 30 ms  
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

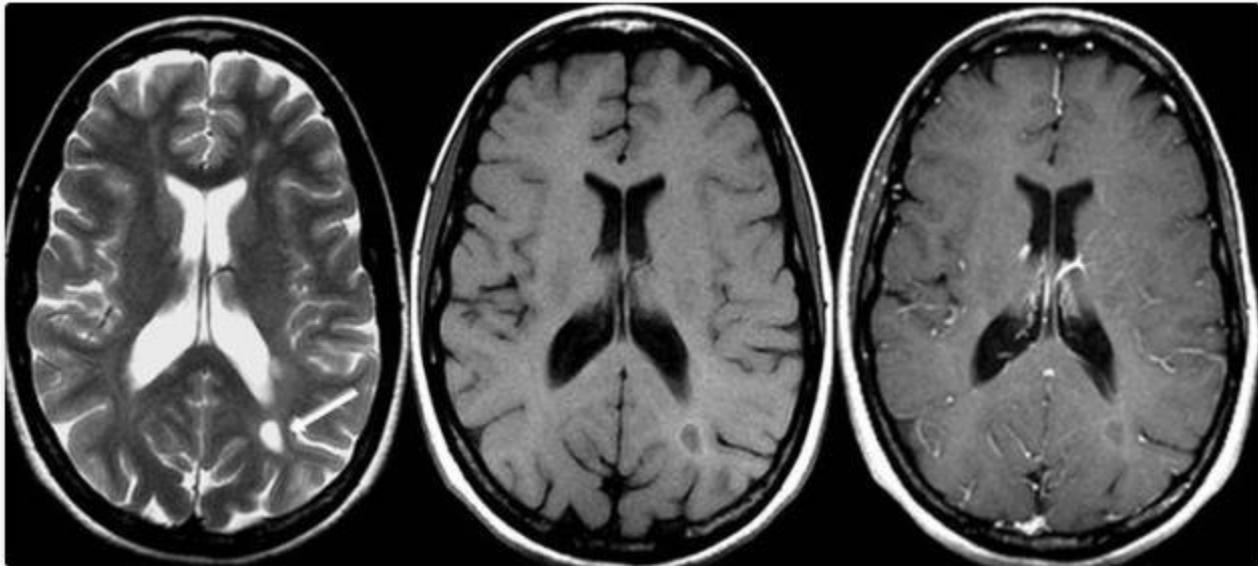
	T1 en ms	T2 en ms
EAU	3000	3000
SUBSTANCE GRISE	810	100
SUBSTANCE BLANCHE	680	90
FOIE	420	45
GRAISSE	240	85

**QCM 12 : Donnez les propositions vraies :**

- A) L'intensité d'une séquence pondérée en T1 est inférieure à celle d'une séquence pondérée en T2.  
 B) L'intensité d'une séquence pondérée en T1 est inférieure à celle d'une séquence pondérée en rho  
 C) La durée d'acquisition d'une séquence pondérée en T1 est inférieure à celle d'une séquence pondérée en T2 ou en Rho.  
 D) La durée d'acquisition d'une séquence pondérée en T1 est supérieure à celle d'une séquence pondérée en T2 ou en Rho.  
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

	T1 (en ms)	T2 (en ms)
TISSU A	300	90
TISSU B	1400	85

**QCM 13 : Donnez les propositions vraies:**



Coupe axiale d'un cerveau humain avec 3 pondérations différentes. De gauche à droite : pondération T1, pondération T2 avec produit de contraste et pondération T2 sans produit de contraste.

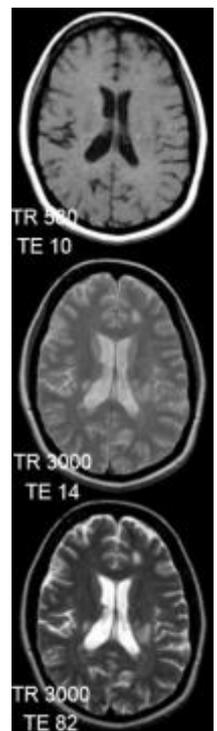
- A) La lésion montrée par la flèche est de type graisseuse.
- B) La lésion montrée par la flèche est de type aqueuse.
- C) La lésion montrée par la flèche est de type solide.
- D) En T1, la lésion est en hypersignal par rapport au tissu sain environnant.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

**QCM 14 : A propos de la RMN, donnez les propositions vraies :**

- A) Lors de la résonance, l'application d'une onde radiofréquence à la fréquence de Larmor a le même effet que l'application d'un champ  $B_1$  perpendiculaire à  $B_0$  à la fréquence de Larmor.
- B) On mesure l'énergie du système lors de la phase de précession.
- C) Les ondes radiofréquence (qu'utilise la RMN) sont des ondes ionisantes.
- D) Lors de la précession, les protons précessent dans 2 sens, le sens parallèle et le sens anti-parallèle.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 15 : A propos de ces images d'IRM, donnez les propositions vraies :**

- A) La coupe du milieu correspond à une image pondérée en T1.
- B) Sur la coupe du haut, le liquide céphalo-rachidien apparaît en hyposignal par rapport à la graisse.
- C) Sur une image pondérée en T2, le liquide apparaîtra en hypersignal par rapport au liquide.
- D) Sur une image pondéré en rho (coupe du milieu), plus le nombre d'atome d'hydrogène est important sur une substance, plus cette substance apparaîtra en hypersignale par rapport aux autres.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses



**Correction : Résonance magnétique nucléaire (RMN) et Imagerie par résonance magnétique (IRM)****2016 – 2017****QCM 1 : ABCD**

Il suffit que le moment magnétique ne soit pas égale à zéro, autrement il ne faut pas que Z et A soient paires simultanément

**QCM 2 : E**

- A) Faux, en absence de  $B_0$  c'est Bagdad
- B) Faux, 2 sens!
- C) Faux, c'est lors de la relaxation
- D) Faux, c'est lors de la résonance.
- E) Faux

**QCM 3 : B**

1T = 42,6 MHz (ptite valeur à avoir en tête) donc 3T = 127,8 MHz

**QCM 4 : BCD**

- A) Faux, en demi-sphère lors de la bascule/résonance
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 5 : AC**

- A) Vrai
- B) Faux, en T1
- C) Vrai
- D) Faux, rho
- E) Faux

**QCM 6 : E**

- A) Faux, meilleur contraste en T2.
- B) Faux, densité en IRM? WTF!
- C) Faux, hyposignal
- D) Faux, hyposignal
- E) Faux

**QCM 7 : CD**

- A) Faux, rho = proton = hydrogène = eau = hypersignal :P
- B) Faux
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 8 : CD**

- A) Faux : Les quarks qui composent le neutrons sont chargés et la résultante de leur spin est non nulle.
- B) Faux : c'est la résonance
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 9 : B**

- A) Faux : ce sont les protons qui précèdent.
- B) Vrai

- C) Faux : c'est Mxy que l'on mesure et qui décroît.  
D) Faux ++ T1 et T2 sont propres aux tissus, on ne le choisit pas ! On choisit TR et TE. (piège fréquent)  
E) Faux.

**QCM 10 : B**

Le contraste doit se faire en T2. La graisse a un T2 > à celui du tissu hépatique (=foie dans le tableau), elle sera donc en hypersignale par rapport au tissu sain.

**QCM 11 : A**

Il faut un contraste en T1, donc TE court et TR court donc réponse A

**QCM 12 : C**

Plus TR augmente plus la durée de l'examen augmente. Plus le TE augmente, plus l'intensité du signal diminue.

- A) Faux : c'est l'inverse  
B) Faux : elle est sensiblement identique  
C) Vrai  
D) Faux : voir C  
E) Faux

**QCM 13 : B**

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

**QCM 14 : AD**

- A) Vrai.  
B) Faux, on mesure l'énergie lors de la relaxation.  
C) Faux, ce sont des ondes non-ionisantes.  
D) Vrai.  
E) Faux.

**QCM 15 : BCD**

- A) Faux, l'image du milieu correspond à une image en rho.  
B) Vrai.  
C) Vrai.  
D) Vrai.  
E) Faux.