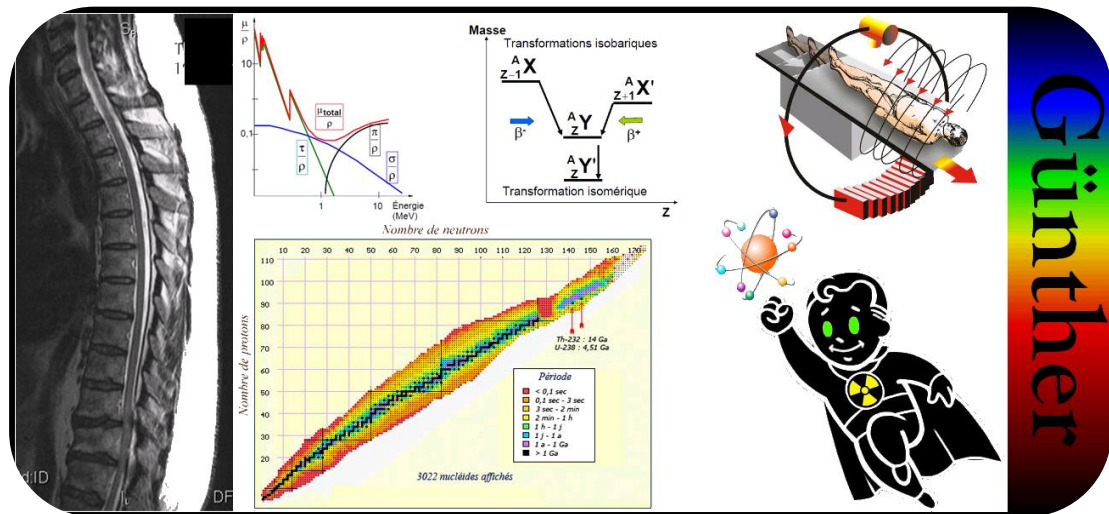


ANNATUT'

BIOPHYSIQUE

UE3a

[Année 2013-2014]



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



SOMMAIRE

1. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Particules, ondes et atomes	3
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Particules, ondes et atomes	7
2. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Interaction des rayonnements ionisants avec la matière.....	12
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Interaction des rayonnements ionisants avec la matière.....	15
3. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Rayons X	20
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Rayons X	24
4. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Noyau	28
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Noyau.....	31
5. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Transformations radioactives	34
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Transformations radioactives	37
6. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Lois cinétiques	40
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Lois cinétiques	41
7. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Eléments de radiobiologie et de radioprotection	42
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Eléments de radiobiologie et de radioprotection .	44
8. Résonance magnétique nucléaire (RMN)	46
Correction : Résonance magnétique nucléaire (RMN)	48
9. Imagerie par résonance magnétique (IRM)	50
Correction : Imagerie par résonance magnétique (IRM)	52

1. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Particules, ondes et atomes

2012 – 2013 (Pr Magné)

QCM1 : Le strontium 88 ($Z=38$) a une masse atomique de 87,8283g. Donnez les vraies.

- A) Le noyau de strontium compte 88 protons
- B) Le noyau de strontium compte 38 électrons
- C) Le noyau de strontium compte 88 nucléons
- D) L'atome de strontium compte 50 neutrons
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM2 : Le niobium 93 ($Z=41$) a une masse atomique de 92,9067g. Donnez les vraies.

- A) Le noyau comprend 41 protons
- B) L'atome compte 41 électrons
- C) Le noyau comprend 134 neutrons
- D) L'atome est composé, entre autres, de 93 nucléons
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM3 : L'argon est composé de 18 protons et a une masse atomique de 39,9482 g. Donnez les vraies.

- A) Le cortège électronique de l'argon est composé de 18 électrons
- B) L'argon compte 40 neutrons
- C) L'argon compte 40 nucléons
- D) L'argon compte 22 neutrons
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM4 : Quel est le rapport de la masse relativiste à la masse au repos d'un électron accéléré à une vitesse égale à 0,8 fois la vitesse de la lumière ?

- A) 2,2
- B) 1,25
- C) 1,7
- D) 5
- E) 13

QCM5 : A propos des atomes, on peut dire que :

- A) Leur masse relativiste est plus petite que leur masse au repos
- B) La masse atomique est définie comme la masse d'un atome exprimée en $1/12^e$ de la masse de l'atome de carbone 12
- C) La masse d'une mole d'atome en gramme s'exprime par le même nombre que la masse d'un atome en unité de masse atomique
- D) L'électronvolt est l'énergie acquise par un électron sans vitesse initiale sous l'effet d'une différence de potentiel de 1 millivolt
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM6 : On considère le calcium 41 ($Z=20$) de masse atomique 40,8698g. Donnez les vraies.

- A) 40,8698 représente la masse d'une mole d'atome lorsqu'elle s'exprime en u
- B) 40,8698 représente la masse d'un atome lorsqu'elle s'exprime en u
- C) Un atome de calcium 41 a une masse d'environ 6,83 g
- D) L'atome de calcium 41 est composé de 41 neutrons
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM7 : On considère un atome de phosphore ($Z=15$) de masse atomique 30,9738g. Donnez les vraies.

- A) Un atome de phosphore a une masse de 30,9738 g
- B) Un atome de phosphore a une masse de 30,9738 u
- C) Une mole d'atomes de phosphore a une masse de 30,9738 u
- D) $6,02 \cdot 10^{23}$ atomes de phosphore ont une masse de 30,9738 g
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM8 : Le rubidium ($Z=37$) a une masse atomique de 85,4678, on peut dire que :

- A) La masse d'un atome de rubidium est égale à 85,4678 g
- B) La masse d'un atome de rubidium est environ égale à $14 \cdot 10^{-23}$ u
- C) La masse d'une mole d'atomes de rubidium est égale à 85,4678 g
- D) Le noyau de rubidium est composé de 85 nucléons
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM9 : A propos des particules, on peut dire que :

- A) Le proton et le neutron ont une vitesse relativiste
- B) Le neutron est stable hors du noyau
- C) Le positon est l'antiparticule du neutron
- D) Le neutrino est plus lourd que le proton
- E) Le proton est plus lourd que le neutron

QCM10 : On considère le modèle de Bohr de l'atome. Quelle est l'énergie en eV de la couche L du phosphore (Z=15) sachant que sa constante d'écran est de 10 ?

- A) 85 eV
- B) -765 eV
- C) 17 eV
- D) 300 eV
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM11 : On considère le modèle de Bohr de l'atome. Quelle est l'énergie de la couche K de l'atome de Silicium (Z=14) sachant que sa constante d'écran est égale à 12 ?

- A) 54,4eV
- B) -54,4eV
- C) -4eV
- D) -5,44. 10^4 meV
- E) -0,544. 10^{-1} KeV

QCM12 : On considère le modèle de l'atome de Bohr. Que vaut la constante d'écran du fluor (Z=9) sachant que sa couche L possède une énergie de -54,4 eV ?

- A) 5
- B) 50
- C) -7
- D) 3
- E) 7

QCM13 : Quelle est la valeur la plus probable en eV de l'énergie des électrons de la couche L du Bore (Z=5) sachant que l'on ne connaît pas sa constante d'écran ?

- A) -13,6eV
- B) -12eV
- C) -75eV
- D) -480eV
- E) -168eV

QCM14 : A propos des ondes électromagnétiques :

- A) Le champ magnétique et le champ électrique sont en opposition de phase
- B) Le champ magnétique et le champ électrique sont parallèles à la direction de propagation
- C) Le champ magnétique et le champ électrique sont parallèles entre eux
- D) Est composée de photons d'énergie égale à $E = h\nu$
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM15 : A propos d'une onde électromagnétique de longueur d'onde de 400nm, on peut dire que :

- A) Son énergie est d'environ 3MeV
- B) Ce rayonnement est ionisant
- C) Cette onde fait partie du visible
- D) La longueur d'onde est la plus petite distance séparant deux points en opposition de phase
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM16 : Les ondes électromagnétiques :

- A) Transportent une énergie d'autant plus grande que leur fréquence est élevée
- B) Transportent une énergie d'autant plus petite que leur longueur d'onde est petite
- C) Sont considérées comme ionisantes dans le cas des rayonnements gamma
- D) Sont considérées comme ionisantes dans le cas des ondes infra-rouges
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM17: Concernant les rayonnements électromagnétiques :

- A) L'énergie des UV est supérieure à celle des rayonnements visibles
- B) L'énergie des rayons X est inférieure aux infra-rouges
- C) La longueur d'onde des ondes radio est supérieure à celle des infra-rouges
- D) La longueur d'onde des rayons gamma est inférieure à celle des rayons X
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM18 : Dans le domaine de la physique atomique, laquelle des unités suivantes n'est pas une unité d'énergie ?

- A) Le gramme
- B) Le kilo-électron-volt
- C) L'unité de masse atomique
- D) Le microjoule
- E) Le mégavolt

QCM19 : Le rayonnement électromagnétique est la propagation de deux vecteurs \vec{B} et \vec{E} vibrant :

- A) Parallèlement à la direction de propagation
- B) Perpendiculairement l'un par rapport à l'autre
- C) Dans la même direction
- D) La vibration est une fonction sinusoïdale du temps
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM20 : L'électron-volt représente :

- A) Une énergie de 96500J
- B) Une différence de potentiel unitaire
- C) Une charge électrique d'un électron
- D) Une énergie de $1,6 \cdot 10^{-19}$ J
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM21 : Dans le domaine de la physique atomique

- A) Les masses des particules sont toujours constantes
- B) A chaque particule en mouvement peut être associée une onde
- C) Les niveaux énergétiques des électrons sont parfaitement définis
- D) Les électrons des couches profondes sont d'autant plus liés à l'atome qu'il est gros
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM22 : A propos des généralités sur la matière, on peut dire que :

- A) Dans l'atome d'hydrogène, l'énergie de liaison d'un électron de la couche L est 4 fois inférieure à l'énergie de liaison d'un électron de la couche K
- B) L'énergie de liaison des électrons proches du noyau varie beaucoup d'un atome à l'autre
- C) L'énergie de liaison des électrons des couches externes varie beaucoup d'un atome à l'autre
- D) Dans le modèle de Bohr, la circonférence d'une orbitale est un multiple de la longueur d'onde de l'électron
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM23 : Le niobium 93 ($Z=41$) a une masse atomique de 92, 9067g. Donnez les vraies.

- A) Le noyau comprend 41 protons
- B) L'atome compte 41 électrons
- C) Le noyau comprend 134 neutrons
- D) L'atome est composé, entre autres, de 93 nucléons
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM24 : A propos des atomes, on peut dire que :

- A) Leur masse relativiste est plus petite que leur masse au repos
- B) La masse atomique est définie comme la masse d'un atome exprimée en $1/12^{\circ}$ de la masse de l'atome de carbone 12
- C) La masse d'une mole d'atome en gramme s'exprime par le même nombre que la masse d'un atome en unité de masse atomique
- D) L'électronvolt est l'énergie acquise par un électron sans vitesse initiale sous l'effet d'une différence de potentiel de 1 millivolt
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM25 : A propos des ondes électromagnétiques :

- A) Le champ magnétique et le champ électrique sont en opposition de phase
- B) Le champ magnétique et le champ électrique sont parallèles à la direction de propagation.
- C) Le champ magnétique et le champ électrique sont parallèles entre eux.
- D) Est composée de photons d'énergie égale à $E = h\nu$.
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM26 : A propos de l'écriture suivante $^{131}_{53}\text{I}^-$ on peut déduire :

- A) Le nombre de nucléons est de 131
- B) La masse d'une mole d'atome est d'environ 131 g
- C) La masse réelle d'un atome est d'environ 131 u.m.a.
- D) Il y a 53 électrons dans cet ion
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM27 : Sachant que la masse de l'électron est de $9,1 \cdot 10^{-31}$ kg, quelle sont parmi les valeurs suivantes celles qui correspondent aussi à la masse de l'électron ?

- A) 0,511 MeV B) 0,55 u.m.a. C) 0,055 u.m.a. D) 511 MeV E) $9,1 \cdot 10^{-34}$ kg

QCM28 : Concernant la structure de la matière

- A) L'unité de masse atomique vaut $1,66 \cdot 10^{-27}$ kg
B) Une particule rapide a une masse supérieure à sa masse au repos
C) L'électron-volt est une différence de potentiel de $1,6 \cdot 10^{-19}$ V
D) La longueur d'onde et la fréquence d'une radiation électromagnétique sont proportionnelles
E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM29 : Soit un rayonnement électromagnétique de 150 keV. Quelle est sa longueur d'onde exprimée en angström ?

- A) 150 B) 0,08 C) 0,15 D) 7,5 E) 18

QCM30 : Si l'on considère l'élément ${}^{235}_{92}\text{U}$, on a :

- A) 235 est le nombre de neutrons
B) 92 est toujours le nombre d'électrons
C) 143 est le nombre de neutrons
D) 92 est le nombre de protons
E) Aucune de ces réponses n'est correcte

Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Particules, ondes et atomes**2012 – 2013****QCM1: Réponses CD**

$Z=38$. Nous savons que le nombre de masse A de l'atome est égal à l'entier le plus proche de la masse atomique donc $A=88$. Or

- ✓ $Z = \text{numéro atomique} = \text{nombre de protons} (= \text{nombre d'électrons})$
- ✓ $A = \text{nombre de masse} = \text{nombre de nucléons (neutrons + protons) qui composent le noyau de l'atome}$
- ✓ $A - Z = N = \text{nombre de neutrons}$

- A) Faux : 88 c'est le nombre de masse, c'est à dire le nombre de nucléons (qui comptent aussi les neutrons)
 B) Faux : attention, il y a bien 38 électrons mais ils ne sont pas dans le noyau mais dans le cortège électronique
 C) Vrai : voir la A
 D) Vrai : $A - Z = N : 88 - 38 = 50$ neutrons. Ces neutrons sont dans le noyau qui fait bien partie de l'atome donc pas de piège à ce niveau là
 E) Faux

QCM2: Réponses ABD

- ⇒ $A=93$ (en effet, le nombre de masse est égal à l'entier le plus proche de la masse atomique de l'atome) nucléons (protons + neutrons)
- ⇒ $Z=41$ protons
- ⇒ $N = A - Z = 52$ neutrons

- A) Vrai : les protons sont bien dans le noyau
 B) Vrai : il y a autant d'électrons que de protons pour garantir l'électroneutralité (électron est de charge – et le proton de charge +)
 C) Faux : $N = A - Z$ et pas $A + Z$!
 D) Vrai : $A=93$
 E) Faux

QCM3: Réponses ACD

- ⇒ L'argon est composé de 18 protons donc $Z=18$. Il est donc composé de 18 électrons aussi.
- ⇒ $A=40$ nucléons (c'est l'entier le plus proche de la masse atomique)
- ⇒ $N = A - Z = 40 - 18 = 22$ neutrons

- A) Vrai
 B) Faux : le nombre de masse A représente le nombre de nucléons composant le noyau (les nucléons comptent les neutrons et les protons)
 C) Vrai
 D) Vrai
 E) Faux

QCM4: Réponse C

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\frac{m}{m_0} = \frac{1}{\sqrt{1 - (\frac{v}{c})^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - (\frac{0,8c}{c})^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - 0,8^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - 0,64}} = \frac{1}{\sqrt{0,36}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{36}{100}}} = \sqrt{\frac{100}{36}} = \frac{10}{6} = 1,7$$

QCM5: Réponse C

- A) Faux : la masse relativiste est toujours supérieure à la masse au repos :

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

- B) Faux : la masse atomique est la masse d'une mole d'atome (de $N=6,02.10^{23}$ atomes).
 C) Vrai
 D) Faux : différence de potentiel de 1 volt
 E) Faux

QCM6: Réponse B

- A) Faux : La masse atomique en u représente la masse d'un atome
 B) Vrai : La masse atomique en gramme représente la masse d'une mole d'atomes
 C) Faux : $m(g) = \frac{m(u)}{N_A} = \frac{41}{6.10^{23}} = 7.10^{-23}$ (n'hésitez pas à arrondir, ici j'ai pris 41 à la place de 40,8698 que j'ai ensuite arrondi à 42 pour retomber sur le bien connu $6 \times 7 = 42$)
 D) Faux : 41 nucléons (A=nombre de masse) Il y a $N=A-Z=41-20=21$ neutrons, $Z=20$ protons et 20 électrons
 E) Faux

QCM7: Réponses BD

- A) Faux La masse de l'atome s'exprime par la masse atomique exprimée en u
 B) Vrai
 C) Faux : La masse d'une mole d'atome s'exprime par la masse atomique exprimée en g
 D) Vrai : Une mole d'atome est bien composée de $N_A = 6,02.10^{23}$ atomes
 E) Faux

QCM8: Réponses CD

- A) Faux : la masse d'un atome est représentée par la masse atomique exprimée en u
 B) Faux : $m(g) = \frac{m(u)}{N_A} = \frac{85}{6.10^{23}} = 14.10^{-23}$ (ici, 85 a été arrondi à 84 pour retomber sur $14 \times 6 = 84$)
 Le calcul est bon, mais la masse doit être exprimée en gramme. Par contre, la masse de l'atome de rubidium est égale à 85,4678u
 C) Vrai
 D) Vrai

QCM9: Réponse E

- A) Faux : ils ont une vitesse non relativiste
 B) Faux : il est instable hors du noyau. Il se désintègre rapidement selon l'équation : $n^0 \rightarrow p^+ + e^- + \nu + E$
 C) Faux : Le positon (β^+) est l'antiparticule de l'électron (e^-)
 D) Faux : Le neutrino a une masse quasi nulle. Le proton a une masse d'environ 1,007 et le neutron 1,008
 Retenez électron < proton < neutron < particule alpha (EPNA)
 E) Vrai

QCM10: Réponse E

Couche K $\rightarrow n=1$
 Couche L $\rightarrow n=2$
 Couche M $\rightarrow n=3$
 Couche N $\rightarrow n=4$

...

$$W_n = -13,6 \times \frac{(Z-\sigma)^2}{n^2}$$

$$W_n = -13,6 \times \frac{(15-10)^2}{2^2} = -13,6 \times \frac{25}{4} = -85 \text{ eV}$$

En fait, il suffisait de faire par logique : on peut éliminer la A, la C et la D directement car l'énergie d'une orbitale est toujours négative (ce sont des puits d'énergie). La B est obsolète, un puit d'énergie de cette ampleur là c'est impossible !

QCM11: Réponses BDE

$$W_K = -13,6 \times \frac{(Z-\sigma)^2}{n^2} \text{ eV}$$

$$W_K = -13,6 \times \frac{(14-12)^2}{1^2} \text{ eV} = -13,6 \times \frac{4}{1} = -54,4 \text{ eV.}$$

Faites super attention aux différentes unités proposées, vérifiez bien qu'elles ne sont pas équivalentes !

QCM12: Réponse A

$$W_n = -13,6 \times \frac{(Z-\sigma)^2}{n^2} \text{ eV}$$

$$\frac{W_n \times n^2}{-13,6} = (Z-\sigma)^2$$

$$\sqrt{\frac{W_n \times n^2}{-13,6}} = Z - \sigma$$

$$\sigma = Z - \sqrt{\frac{W_n \times n^2}{-13,6}} = 9 - \sqrt{\frac{-54,4 \times 2^2}{-13,6}} = 9 - \sqrt{\frac{13,6 \times 4 \times 4}{13,6}} = 9 - \sqrt{16} = 9 - 4 = 5$$

QCM13: Réponse C

On calcule sans la constante d'écran. Le vrai résultat est forcément plus petit étant donné que l'on soustrait la constante d'écran. On sait aussi que le résultat sera plus petit que -13,6 qui est le maximum possible (pour la couche K de l'atome d'hydrogène)

(remarque : on ne demandait pas l'énergie de liaison des électrons mais leur énergie tout court, qui correspond à l'énergie de l'orbitale, donc le résultat est bien négatif)

$$W_n = -13,6 \times \frac{(Z-\sigma)^2}{n^2} \text{ eV}$$

$W_L = -13,6 \times \frac{5^2}{2^2} \text{ eV} = -13,6 \times \frac{25}{4} = -13,6 \times 6,25 = -14 \times 6 = -84 \text{ eV}$ environ (essayez de faire des approximations assez justes pour ne pas vous éloigner de trop du résultat. Faites tout de même attention, dans certains els calculs peuvent être réalisés simplement sans approximations qui risquent même de vous emmener dans la mauvaise direction)

Le résultat sera donc compris entre -13,6 et -84

QCM14: Réponse D

- A) Faux : Le champ électrique et le champ magnétique vibrent en phase, perpendiculaires entre eux et perpendiculaires à la direction de propagation.
 B) Faux
 C) Faux
 D) Vrai
 E) Faux

QCM15: Réponse C

$$E(\text{eV}) = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1240}{\lambda(\text{nm})} = \frac{1240}{400} = 3,1 \text{ eV}$$

- A) Faux : Retenez qu'une onde d'ordre 10^{-6} m est du domaine du visible et que donc son énergie est de l'ordre de l'eV.
 B) Faux : un rayonnement ionisant possède une énergie supérieure à 13,6eV
 C) Vrai : elle est même violette !
 D) Faux : la longueur d'onde c'est la plus petite distance séparant deux points en même état vibratoire (en phase)
 E) Faux

QCM16: Réponses AC

- A) Vrai : $E = h \nu$
 B) Faux : $E = \frac{hc}{\lambda}$
 L'énergie est inversement proportionnelle à la longueur d'onde. L'énergie est donc d'autant plus grande que la longueur d'onde est plus petite
 C) Vrai : les rayonnements gamma ont une énergie de l'ordre du MeV ce qui est bien supérieur à 13eV, ils sont donc ionisants
 D) Faux : les infra-rouges ont une énergie de l'ordre du meV, inférieur à 13eV, ils ne sont donc pas ionisants
 E) Faux

QCM17: Réponses AC

- A) Vrai
 B) Faux
 C) Vrai : L'énergie des ondes radio est inférieure à celle des infra-rouges donc leur longueur d'onde est supérieure à celle des infra-rouges car l'énergie et la longueur d'onde sont inversement proportionnelles.
 D) Faux : Les rayons X et les rayons gamma ne peuvent pas se différencier par leur énergie ! On ne peut les différencier que par leur origine : les rayons X viennent du cortège électronique et les rayons gamma viennent du noyau.
 ➤ Remarque : retenez l'évolution de l'énergie ou de la longueur d'onde et vous pourrez toujours raisonner de cette façon.
 ➤ Remarque bis : Quelques notions supplémentaires qui varient selon leur origine :
 • **radioactivité** : vient du noyau VS rayons X : vient du cortège électronique
 • **négonon** = β^- : vient du noyau VS électron : vient du cortège électronique (à part ça, se sont les mêmes particules)

QCM18 : Réponse E

- A) Faux : d'après la correspondance masse-énergie
 B) Faux
 C) Faux : c'est une unité de masse que l'on peut relier à l'énergie par la relation masse-énergie
 D) Faux
 E) Vrai

QCM19 : Réponses BD

Référez vous au schéma du cours

- A) Faux : perpendiculairement à la direction de propagation
- B) Vrai
- C) Faux
- D) Vrai
- E) Faux

QCM20 : Réponse D

- A) Faux : $1u=931,6 \text{ MeV}$
- B) Faux : L'électron-volt est l'énergie cinétique acquise par un électron soumis à une différence de potentiel de 1 volt.
- C) Faux
- D) Vrai
- E) Faux

QCM21 : Réponses BCD

- A) Faux : les masses des particules peuvent varier avec leur vitesse (masse relativiste)
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

QCM22 : Réponses ABD

- A) Vrai : Pour l'atome d'hydrogène $|W_n|= 13,6/n^2$
Pour passer de K à L, n est multiplié par 2, alors $|W_n|$ est divisé par 4
- B) Vrai
- C) Faux : L'énergie de liaison des électrons des couches externes ne varie que très peu selon les atomes
- D) Vrai
- E) Faux

QCM23: Réponses ABD

- ⇒ $A=93$ (en effet, le nombre de masse est égal à l'entier le plus proche de la masse atomique de l'atome)
nucléons (protons+ neutrons)
- ⇒ $Z=41$ protons
- ⇒ $N=A-Z= 52$ neutrons
- A) Vrai : les protons sont bien dans le noyau
- B) Vrai : il y a autant d'électrons que de protons pour garantir l'électroneutralité (électron est de charge – et le proton de charge +)
- C) Faux : $N=A-Z$ et pas $A+Z$!
- D) Vrai : $A=93$
- E) Faux

QCM24: Réponses C

- A) Faux : la masse relativiste est toujours supérieure à la masse au repos :

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

- B) Faux : la masse atomique est la masse d'une mole d'atome (de $N=6,02.10^{23}$ atomes).
- C) Vrai
- D) Faux : différence de potentiel de 1 volt
- E) Faux

QCM25: Réponse D

- A) Faux : Le champ électrique et le champ magnétique vibrent en phase, perpendiculaires entre eux et perpendiculaires à la direction de propagation
- B) Faux
- C) Faux
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 26 : Réponses ABC

- A) Vrai : $131=A=\text{nombre de masse}=\text{nombre de nucléons}$
 B) Vrai : le nombre de masse A est l'entier le plus proche de la masse atomique. Cette masse atomique exprimée en u est la masse d'un atome, et exprimée en gramme est la masse d'une mole d'atomes
 C) Vrai : voir justification précédente
 D) Faux : $53=Z=\text{nombre de protons}=\text{nombre d'électron dans le cas de l'atome (qui est électriquement neutre)}$. Ici nous sommes en présence de l'ion I^- qui possède donc un électron en plus. Il y a donc 54 électrons dans cet ion (une charge négative en plus, donc l'ion est bien négatif)

QCM 27 : Réponse A

Simple travail de conversion de u en g et en eV (d'après la correspondance masse-énergie)

$$1u = 1,6 \cdot 10^{-24} \text{ g} = 1,6 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,6 \text{ MeV}$$

- A) Vrai : $\frac{9,1 \cdot 10^{-31} \times 931,6 \cdot 10^6}{1,6 \cdot 10^{-27}} = 5 \cdot 10^3 \cdot 10^{-25} \cdot 10^{27} = 5 \cdot 10^5 = 0,5 \cdot 10^6 = 0,5 \text{ MeV}$
 B) Faux : $\frac{9,1 \cdot 10^{-31}}{1,6 \cdot 10^{-27}} = 5,7 \cdot 10^{-4} \text{ u}$
 C) Faux
 D) Faux

QCM 28 : Réponses AB

- A) Vrai : $1 \text{ uma} = 1/N_A$ (en grammes) or $N_A = 6 \cdot 10^{23}$ environ
 B) Vrai : d'après la formule

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$
 Si v augmente, $1 - \frac{v^2}{c^2}$ diminue, donc sa racine aussi, donc m augmente par rapport à m_0
 C) Faux : l'électronvolt c'est l'énergie cinétique acquise par un électron sans vitesse initiale sous l'effet d'une différence de potentiel de 1 Volt. $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
 D) Faux : longueur d'onde et fréquence sont inversement proportionnelles [relation de Duane et Hunt : $\lambda(\text{nm}) = 1240/E(\text{eV})$]
 E) Faux

QCM 29 : Réponse B

$$1 \text{ anstrom} = 10^{-10} \text{ m}$$

$$\lambda_{(\text{nm})} = 1240/E_{(\text{eV})} = 1240/(150 \cdot 10^3) = 124/(15 \cdot 10^3) = 120/(15 \cdot 10^3) = 40/(5 \cdot 10^3) = 8 \cdot 10^{-3} \text{ nm} = 8 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-9} = 8 \cdot 10^{-12} \text{ m}$$

$$= 0,08 \cdot 10^{-10} \text{ m} = 0,08 \text{ \AA}$$

QCM 30 : Réponses CD

- A) Faux : $235=A=\text{nombre de masse}=\text{nombre de nucléons}$
 B) Faux : $92=Z=\text{nombre de protons et nombre d'électrons en cas d'électro-neutralité seulement}$
 C) Vrai : $A-Z=235-92=143$ neutrons
 D) Vrai : $92=Z$
 E) Faux

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

2012 – 2013 (Pr Magné)

QCM1 : Quelle est en nanomètre la longueur d'onde du photon émis lors de la désexcitation d'un atome d'hydrogène par passage de son électron de la couche L à la couche K (en considérant le modèle de Bohr) ?

- A) 182 B) 121,5 C) 365 D) 652 E) 102

QCM2 : A propos des électrons des atomes, on peut dire que :

- A) Un électron de la couche K a une énergie égale à -13,6eV quel que soit l'atome
B) Un électron d'une couche la plus externe a une énergie de l'ordre de l'eV
C) Les électrons sont d'autant plus liés qu'ils sont sur une couche plus externe
D) L'énergie de l'électron d'une couche quelconque dépend entre autre de Z^2
E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM3 : A propos des atomes et de leur configuration :

- A) Un atome dans son état fondamental peut avoir sa première orbitale incomplète avec un électron sur la deuxième orbitale.
B) Un atome ionisé est stable.
C) L'excitation et la fluorescence sont deux moyens de restituer de l'énergie à la matière.
D) L'émission d'électron Auger est plus fréquent pour les atomes lourds.
E) A,B,C et D sont faux.

QCM4 : On considère l'atome de potassium ($Z=19$) dont les niveaux d'énergie en eV sont :

$$W_K = -3600$$

$$W_L = -300$$

$$W_M = -20$$

Quels sont les photons capables de provoquer une ionisation ou une excitation de cet atome de potassium ?

- A) $h\nu_1 = 3300\text{eV}$
B) $h\nu_2 = 280\text{eV}$
C) $h\nu_3 = 10\text{eV}$
D) $h\nu_4 = 3580\text{eV}$
E) $h\nu_5 = 21\text{eV}$

QCM5 : On considère l'atome de lithium ($Z=3$) dont les niveaux d'énergie selon le modèle de Bohr sont :

$$W_K = -55\text{eV}$$

$$W_L = -5\text{eV}$$

Quelle est la ou les longueur(s) d'onde (en nm) possible(s) du photon capable de l'ioniser sur sa couche L ?

- A) 125nm B) 240nm C) 500nm D) 800nm E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM6 : On considère l'atome de sodium ($Z=11$) dont les niveaux d'énergie selon le modèle de Bohr sont :

$$W_K = -1072\text{ eV}$$

$$W_L = -39\text{ eV}$$

$$W_M = -0,7\text{ eV}$$

Quels sont les photons capables d'exciter cet atome ?

- A) 10 eV B) 38,3eV C) 1,033 KeV D) 1033 eV E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM7 : On considère l'atome de Bore ($Z=5$) dont les niveaux d'énergie selon le modèle de Bohr sont :

$$W_K = -190 \text{ eV}$$

$$W_L = -7 \text{ eV}$$

Donnez les affirmations justes.

- A) On peut observer des photons de fluorescence d'énergie 190 eV et 183 eV
- B) On peut observer un photon de fluorescence d'énergie 7 eV
- C) On peut observer un électron Auger d'énergie cinétique 183 eV
- D) On peut observer un électron Auger d'énergie cinétique 176 eV
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM8 : On considère l'atome de Cobalt ($Z=27$) dont les niveaux d'énergie selon le modèle de Bohr sont :

$$W_K = -7,7 \text{ keV}$$

$$W_L = -0,9 \text{ keV}$$

$$W_M = -0,1 \text{ keV}$$

Il est excité par un photon qui provoque le passage d'un électron de la couche K à la couche M. Quels sont les photons de fluorescence qui peuvent être émis lors du retour à l'état fondamental ?

- A) 800 eV B) 5,9 keV C) 7,5 eV D) 7,7 keV E) 7,6 keV

QCM9 : On considère l'atome de potassium ($Z=19$) dont les niveaux d'énergie selon le modèle de Bohr sont :

$$W_K = -3,6 \text{ keV}$$

$$W_L = -0,2 \text{ keV}$$

$$W_M = -0,03 \text{ keV}$$

Quels sont les photons de fluorescence émis après une ionisation de cet atome par expulsion d'un électron de la couche L ?

- A) 3,4 keV B) 3,57 eV C) 0,2 keV D) 0,17 keV E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM10 : On considère l'atome de carbone ($Z=6$) dont les niveaux d'énergie selon le modèle de Bohr sont :

$$W_K = -284 \text{ eV}$$

$$W_L = -18 \text{ eV}$$

Cet atome subit une excitation qui fait passer un électron de la couche K à la couche L. Il se désexcite en émettant un électron Auger dont l'énergie cinétique est :

- A) 266 eV B) 284 eV C) 248 eV D) 300 eV E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM11 : On considère un faisceau de photons qui après avoir traversé un matériau d'épaisseur 6 cm se retrouve atténué d'un facteur 64. Que vaut la CDA en cm ?

- A) 6 cm B) 2 cm C) 1 cm D) 3 cm E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM12 : A propos de la couche de demi-atténuation et de l'atténuation des photons dans la matière. Donnez les vraies.

- A) Elle ne dépend que de la nature du matériau traversé
- B) Au bout de 5 CDA on considère qu'un faisceau de photons est atténué entièrement
- C) 4 CDA permettent de diminuer un faisceau de photons d'un facteur 128
- D) Le nombre de photons à la traversée d'un matériau décroît de façon linéaire
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM13 : Un matériau d'épaisseur 6 mm permet d'atténuer d'un facteur 8 l'intensité d'un faisceau de photons de 10 keV. Donnez les vraies.

- A) La CDA vaut 3 mm
- B) Le coefficient linéique d'atténuation est égal à 345 m^{-1}
- C) Un écran d'épaisseur de 2 cm permettra d'atténuer quasi totalement le faisceau de photons
- D) Un écran d'épaisseur 3 cm permettra d'atténuer quasi totalement le faisceau de photons
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM14 : La couche de demi-atténuation du plomb pour des photons d'énergie 100keV est de 0,35mm. La ou les épaisseurs qui atténue au moins 70% de ce rayonnement sont :

- A) 0,35mm B) 0,7mm C) 1,05mm D) 1,4mm E) 1,7mm

QCM15 : Après la traversée de 5mm de plomb, on ne récupère que 12,5% du rayonnement de photon initial. Que vaut la couche de demi-atténuation ?

- A) 5mm B) 2,5mm C) 1,66mm D) $2,5 \cdot 10^{-3}$ E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM16 : A propos de l'effet photo-électrique, on peut dire que:

- A) Une partie de l'énergie du rayonnement incident est absorbée par la matière
B) Il est plus fréquent pour les éléments lourds et les rayonnements incidents d'énergie importante
C) N'est possible qu'à partir d'un rayonnement incident d'énergie supérieure à 1,022MeV
D) Il se produit surtout sur les couches profondes de l'atome
E) Il peut être suivi d'une cascade de réarrangements électroniques

QCM17 : A propos des mécanismes d'atténuation des photons dans la matière :

- A) On peut observer des réarrangements électroniques après un effet Compton
B) Lors de l'effet Compton une partie de l'énergie du rayonnement incident est diffusée et l'autre est absorbée
C) Dans la création de paire, deux photons de 511keV créent une paire électron-positon
D) La diffusion de Thomson-Rayleigh est négligeable pour les rayons UV et IR
E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM18 : A propos des mécanismes d'atténuation des photons dans la matière :

- A) Dans l'effet Compton, lors d'un choc tangentiel l'énergie absorbée est maximale
B) La création de paire est une transformation de type inverse à l'annihilation
C) Lors de la diffusion de Thompson Rayleigh, la totalité de l'énergie du rayonnement incident est absorbée par la matière
D) Ils ne dépendent que de l'énergie du rayonnement incident
E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM19 : A propos des particules non chargées, on peut dire que :

- A) Les neutrons sont très pénétrants du fait (entre autre) de leur petit diamètre
B) Il existe des neutrons rapides et des neutrons lents
C) Les neutrons lents sont à l'origine de nombreuses ionisations
D) Dans un milieu riche en hydrogène, les neutrons sont directement ionisants
E) Dans un milieu riche en éléments lourds, les neutrons sont très ionisants

QCM20 : A propos des interactions entre les rayonnements ionisants et la matière

- A) Un rayonnement électromagnétique peut provoquer une simple excitation de l'atome
B) Lors de l'interaction par effet photoélectrique on néglige l'énergie de liaison des électrons
C) Il est possible pour un photon de fluorescence d'expulser à son tour un électron
D) L'électron émis par effet photo-électrique s'appelle électron Auger
E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM21 : A propos des mécanismes d'atténuation des rayonnements ionisants

- A) Lors de la réaction d'annihilation entre un positon et un électron, il y a émission de deux rayonnements γ à 90° l'un de l'autre
B) Les deux photons résultant de l'annihilation emportent chacun une énergie de 0,511 MeV
C) L'effet de création de paires se produit pour des énergies supérieures à celles de l'effet Compton
D) A très haute énergie, la diffusion de Thompson-Rayleigh est le phénomène prépondérant
E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM22 : Quelle est en keV l'énergie cinétique d'un électron d'énergie de liaison 69 keV expulsé de l'atome à la suite d'un effet photoélectrique produit par un rayonnement X de longueur d'onde 0,0124 nm ?

- A) 69 B) 100 C) 10 D) 62 E) 31

QCM23 : Un écran de plomb de 0,8 mm transmet 25 % un flux de photons γ d'énergie 200 keV. Quelle est exprimée en mm la CDA du plomb vis-à-vis de ce rayonnement ?

- A) 16 B) 8 C) 4 D) 0,4 E) 0,2

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

2012 – 2013

QCM1: Réponse B

$$E = |W_K| - |W_L| = 13,6 - \frac{13,6}{2^2} = 13,6 - \frac{13,6}{4} = 13,6 - 3,4 = 10,2 \text{ eV}$$

$$\text{D'après la relation de Duane et Hunt : } E(\text{eV}) = \frac{1240}{\lambda(\text{nm})}$$

$$\lambda(\text{nm}) = \frac{1240}{E} = \frac{1240}{10,2} = 121,5 \text{ nm (arrondi à 124nm possible)}$$

QCM2: Réponse BD

A) Faux : cette affirmation n'est vraie que pour l'atome d'hydrogène

D'après la formule : $W_n = -13,6 \times \frac{(Z - \sigma)^2}{n^2} \text{ eV}$, pour l'atome d'hydrogène $Z=1$ et la constante d'écran σ est nulle. Donc

W_K est égale à $-13,6 \text{ eV}$. Pour les autres atomes, le Z n'est plus égale à 1 et la constante d'écran n'est plus nulle étant donné que davantage d'électrons se trouvent dans le cortège électronique

B) Vrai

C) Faux : Les électrons ont une énergie de liaison d'autant plus faible que la couche est éloignée (l'énergie de liaison est inversement proportionnelle au rang de l'orbitale. Par contre, l'énergie de l'orbitale elle est proportionnelle au rang de l'orbital du fait du signe -)

D) Vrai

QCM3: Réponse E

A) Faux : A l'état fondamental, un électron va d'abord se placer sur l'orbitale de rang le plus faible jusqu'à la remplir entièrement avant d'aller se placer sur l'orbitale de rang supérieur.

B) Faux : A l'état ionisé l'atome possède un excès d'énergie $|W_i|$ il n'est donc pas stable et va devoir restituer cette énergie à la matière par fluorescence et émission d'un électron Auger. (Un atome excité est aussi instable avec un excès d'énergie $|W_i| - |W_j|$)

C) Faux :

⇒ Restitution d'énergie : fluorescence + électron Auger

⇒ Absorption d'énergie : excitation + ionisation

D) Faux : elle est plus fréquente pour les atomes légers et pour les électrons des couches externes qui sont moins liés que ceux des couches internes

E) Vrai

QCM4: Réponses ABDE

A) Vrai : $|W_K| - |W_L| = 3600 - 300 = 3300 \text{ eV}$. Cela correspond au passage d'un électron de la couche K à la couche L.

B) Vrai : $|W_L| - |W_M| = 300 - 20 = 280 \text{ eV}$. Correspond au passage d'un électron de la couche L à la couche M.

C) Faux : $E < |W_M|$ Il ne peut pas ioniser la couche la plus facile à ioniser et ne correspond pas au passage d'une couche à une autre.

D) Vrai : $|W_K| - |W_M| = 3600 - 20 = 3580 \text{ eV}$. Correspond au passage d'un électron de la couche K à la couche M.

E) Vrai : $E > |W_M|$ Ce photon peut donc ioniser un électron de la couche M.

Pour résoudre cet exercice rapidement (comme on parlait soit d'excitation soit d'ionisation) il suffisait d'éliminer les photons qui n'avaient pas l'énergie suffisante pour ioniser la couche la plus facile à ioniser (la couche M dont l'énergie de liaison des électrons est la plus faible car la plus éloignée). En effet, tous les photons d'énergie supérieure à cette énergie là étaient tous capables de ioniser cette couche et répondaient donc à la question.

QCM5: Réponses AB

Pour ioniser le lithium sur sa couche L il faut que l'énergie du photon soit supérieure à 5 eV

$$E > 5 \text{ eV}$$

$$E = \frac{1240}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{1240}{E}$$

$$\lambda < \frac{1240}{5} \text{ (rappel pratique, pour diviser par 5 on divise par 10 et on multiplie par 2)}$$

Attention comme la longueur d'onde et l'énergie sont inversement proportionnelles, si l'énergie est plus grande que ... alors la longueur d'onde sera plus petite que...

$$\lambda < 248 \text{ nm}$$

QCM6: Réponses BCD

-passage de l'électron de la couche K à L : $|W_K| - |W_L| = 1072 - 39 = 1033 \text{ eV} = 1,033 \text{ KeV}$

-K à M : $|W_K| - |W_M| = 1072 - 0,7 = 1071,3 \text{ eV} = 1,0713 \text{ KeV}$

-L à M : $|W_L| - |W_M| = 39 - 0,7 = 38,3 \text{ eV}$

(A. FAUX : il serait capable de ioniser un électron de la couche M mais il n'est capable d'aucune excitation.)

QCM7: Réponses ABCD

- Après une excitation (passage de l'électron de la couche K à L) on peut avoir pour restituer l'énergie excédentaire :

-un électron de la couche L qui redescend sur la couche K en émettant un **photon de fluorescence** d'énergie : $|W_K| - |W_L| = 190 - 7 = 183 \text{ eV}$

-un **électron Auger** émis après l'émission d'un photon de fluorescence ($E = 183 \text{ eV}$) qui part avec une énergie cinétique de $183 - 7 = 176 \text{ eV}$. (cet électron part de la couche L qui est la plus éloignée : on enlève à l'énergie incidente l'énergie nécessaire à l'arrachage de l'électron de sa couche qui correspond à l'énergie de liaison de l'électron.

- Après une ionisation par expulsion d'un électron de la couche K on peut avoir :

-un électron libre qui vient combler la case vacante en émettant un **photon de fluorescence** d'énergie $|W_K| = 190 \text{ eV}$

-un **électron Auger** qui part de la couche L expulsé par le photon de fluorescence d'énergie 190 eV . Son énergie cinétique est donc de $190 - 7 = 183 \text{ eV}$

- Après une ionisation par expulsion d'un électron de la couche L on peut avoir :

-un électron libre qui vient combler la case vacante en émettant un **photon de fluorescence** d'énergie $|W_L| = 7 \text{ eV}$. ce photon de fluorescence n'est pas capable d'expulser un électron auger.

QCM8: Réponses ADE

Un électron est passé de la couche K à la couche M, nous avons donc une case vacante sur l'orbitale K.

Plusieurs cas de figure pour la fluorescence :

-un électron libre vient combler cette case vacante en émettant un **photon de fluorescence** d'énergie égale à la valeur absolue de l'énergie de la couche K : $E = 7,7 \text{ keV}$

-un électron de la couche L vient combler la case vacante de la couche K en émettant un photon de **fluorescence** d'énergie $E = |W_K| - |W_L| = 6,8 \text{ keV}$.

-> un électron de la couche M peut alors combler la case laissée vacante sur la couche L en émettant un **photon de fluorescence** d'énergie $E = |W_L| - |W_M| = 0,8 \text{ keV}$

-un électron de la couche M retourne combler la case vacante sur la couche K en émettant un **photon de fluorescence** d'énergie $E = |W_K| - |W_M| = 7,6 \text{ keV}$

Au final mouvements possibles : $M \rightarrow K$, $M \rightarrow L$, $L \rightarrow K$ + électron libre car ionisation.

A) Vrai

B) Faux : cette énergie correspond à l'énergie cinétique d'un électron auger obtenu après expulsion d'un électron de la couche L par un photon de fluorescence d'énergie $E = |W_K| - |W_L| = 6,8 \text{ keV}$

C) Faux : cette énergie correspond à l'énergie cinétique d'un électron Auger obtenu après expulsion d'un électron de la couche M par un photon de fluorescence d'énergie $E = 7,7 \text{ keV}$

D) Vrai

E) Vrai

QCM9: Réponses CD

-Un électron libre vient combler la case laissée vacante sur la couche L en émettant un photon de fluorescence d'énergie $E = |W_L| = 0,2 \text{ keV}$

-Un électron de la couche M vient combler la case laissée vacante sur la couche L en émettant un photon de fluorescence d'énergie $E = |W_L| - |W_M| = 0,17 \text{ keV}$

A) Faux : cette énergie correspond à l'énergie du photon de fluorescence $E = |W_K| - |W_L|$

B) Faux : cette énergie correspond à l'énergie du photon de fluorescence $E = |W_K| - |W_M|$

C) Vrai

D) Vrai

E) Faux

QCM10: Réponse C

$T = (|W_K| - |W_L|) - |W_L| = (284 - 18) - 18 = 248 \text{ eV}$

Il ne faut pas oublier d'enlever l'énergie de liaison de l'électron qui sera expulsé de la couche L.

QCM11: Réponse C

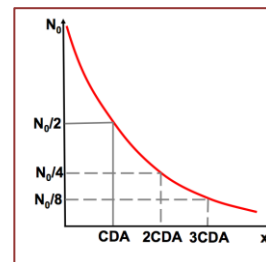
$$64 = 2^6$$

(rappel des puissances de 2 : 2-4-8-16-32-64-128...)

$N(k.CDA) = \frac{N(0)}{2^k}$ Nous avons identifié k comme étant égal à 6 donc l'épaisseur de matériau est : $6\text{cm} = k \text{ CDA}$ or $k=6$ donc $CDA=1\text{cm}$

QCM12: Réponse E

- A) Faux : La CDA dépend de la nature du matériau traversé et de l'énergie du rayonnement incident.
 B) Faux : il faut 10 CDA pour atténuer totalement un faisceau de photons ?
 C) Faux : $N(k.CDA) = \frac{N(0)}{2^k} \rightarrow N(4CDA) = \frac{N(0)}{2^4}$ or $2^4 = 16$. Le faisceau de photons est donc diminué d'un facteur 16.
 D) Faux : le nombre de photons diminue de manière exponentielle (rappelez vous de la courbe)
 E) Vrai

**QCM13: Réponses BCD**

- A) Faux : $N(k.CDA) = \frac{N(0)}{2^k}$
 2 mm de matériau permettent d'atténuer d'un facteur 8. Or $8=2^3$. Donc $3CDA=6\text{mm} \rightarrow 1 \text{ CDA} = 2\text{mm}$
 B) Vrai : $CDA = \frac{\ln 2}{\mu}$

$$\mu = \frac{\ln 2}{CDA} = \frac{0,69}{2,10 \cdot 10^{-3}} = 0,345 \cdot 10^3 = 345 \text{ m}^{-1}$$

 C) Vrai : 10 CDA permettent d'atténuer totalement le faisceau de photons. $10 \times 2\text{mm} = 20\text{mm} = 2\text{cm}$
 D) Vrai : 3 cm étant supérieur à 2cm, si 2 cm atténuent totalement le faisceau, 3 cm aussi
 E) Faux

QCM14: Réponses BCDE

Le faisceau a été atténué de 70%, cela signifie que 30% du faisceau a réussi à traverser le plomb.
 On va trouver l'épaisseur qui atténue 70% du faisceau et les réponses justes seront toutes les valeurs supérieures ou égales (car l'énoncé indique « au moins » 70%)

\Rightarrow Deux méthodes :

$$N(k.CDA) = \frac{N(0)}{2^k}$$

On pose $k.CDA = x$ donc $k = \frac{x}{CDA}$

$$N(x) = \frac{N(0)}{2^{\frac{x}{CDA}}}$$

$$\frac{N(x)}{N(0)} = \frac{1}{2^{\frac{x}{CDA}}} = \frac{1}{2^{0,45}} = \frac{0,3 N(0)}{N(0)} = 0,3 = \frac{3}{10}$$

$$2^{\frac{x}{0,35}} = \frac{10}{3}$$

$$\ln 2 \times \frac{x}{0,35} = \ln 10 - \ln 3 = \ln(2 \times 5) - \ln 3 = \ln 2 + \ln 5 - \ln 3 = 0,69 + 1,61 -$$

$$1,1 = 1,2$$

$$\frac{0,69}{0,35} x = 1,2$$

$$x = \frac{1,2 \times 0,35}{0,7} = \frac{1,2 \times 0,35}{0,35 \times 2} = 0,6 \text{ mm}$$

Plus simple mais plus approximatif (je pense que ça sera ce qui se rapprochera le plus du concours pour vous éviter des tonnes de calculs assez longs) :

On considère d'une atténuation de 70% est un peu plus faible qu'une atténuation de 75%. Le faisceau qui traverse équivaut alors à 25% du faisceau initial. Or nous savons qu'il faut 2 CDA pour atténuer le faisceau initial de 75%.

Donc il faut minimum une épaisseur $e = 2CDA = 2 \times 0,35 = 0,7\text{mm}$.

Comme cette épaisseur atténue un peu plus que ce qu'on cherchait à la base, on sait que l'épaisseur recherchée est un peu plus faible.

QCM15: Réponse C

On ne récupère que 12,5%, le faisceau initial a été atténué de 87,5% .

Or :

1 CDA atténue 50%

2 CDA atténuent 75% (il reste 25%)

3 CDA atténue 87,5% (il reste 12,5%)

Donc $3CDA = 5/3 = 1,66\text{mm} (< 6/3)$

QCM16: Réponses DE

- A) Faux : Lors de l'effet photo-électrique, la totalité de l'énergie de rayonnement incident est transmise à un électron de la matière qui est alors expulsé. La matière absorbe toute l'énergie du rayonnement incident. C'est dans l'effet Compton que l'énergie du rayonnement incident se partage entre le photo-électron de la matière qui est expulsé (énergie absorbée) et le photon de fluorescence (énergie diffusée)
- B) Faux : Il est effectivement plus fréquent pour les éléments lourds mais plus fréquent pour les rayonnements incidents d'énergie faible.
- C) Faux : concerne la création de paire
- D) Vrai
- E) Vrai : un photo-électron est expulsé laissant une case quantique vacante qui représente un excès d'énergie pour l'atome qui est dans une configuration instable : il est ionisé. Il s'ensuit alors des réarrangements électroniques (fluorescence et émission d'électron Auger)

QCM17: Réponses AB

- A) Vrai : Dans l'effet Compton, une partie de l'énergie du rayonnement incident est absorbée par un électron qui est expulsé (c'est le photo-électron) et l'autre est diffusée (photon de fluorescence). Le photo-électron induit une cascade de réarrangements électroniques.
- B) Vrai : c'est la définition
- C) Faux : Attention, c'est un photon de 1022keV qui crée une paire électron-positon qui se désintègre rapidement en deux photons de 511keV chacun.
- D) Faux : La diffusion de Thompson Rayleigh est importante pour les photons peu énergétiques (IR, UV, visible) et négligeable pour les photons très énergétiques (γ et X)
- E) Faux

QCM18: Réponse B

- A) Faux : elle est minimale (l'énergie cinétique du photo-électron est donc faible). Imaginez deux voitures qui se rentrent dedans. Si le choc est frontal, ça fait beaucoup de dégâts elles se transmettent un maximum d'énergie. Si le choc est tangentiel, elle s'effleurent à peine et la transmission d'énergie est minimale.
- B) Vrai
- C) Faux : la diffusion de Thompson Rayleigh consiste en un simple changement de direction du rayonnement incident. C'est dans l'effet photo-électrique que la totalité du rayonnement incident est absorbée par la matière.
- D) Faux : ils dépendent aussi de la nature du milieu traversé (plomb, eau...)
- E) Faux

QCM19: Réponses AB

- A) Vrai : leur petit diamètre et le fait qu'ils n'interagissent qu'avec les noyaux font qu'ils ne sont que très peu atténués et qu'ils pénètrent alors beaucoup dans la matière.
- B) Vrai
- C) Faux : les neutrons lents sont très vite absorbés par la matière (leur faible énergie cinétique ne suffit pas à expulser des électrons, on aura à la limite des excitation ou des mécanisme de vibration/chaleur)
- D) Faux : les neutrons γ sont indirectement ionisants. Ils vont percuter un noyau d'hydrogène (constitué d'un proton) qui une fois sorti de l'atome va percuter des électrons et les expulser. C'est ce proton qui est ionisant.
- E) Faux : ils ne le sont que très peu voire pas du tout du fait de leur taille/masse ridicule par rapport aux éléments de la matière.

QCM20 : Réponses AC

- A) Vrai : Si l'énergie du REM est strictement égale à l'écart entre deux énergies de liaison, on peut avoir excitation de l'atome.
- B) Faux : On ne peut pas négliger l'énergie de liaison des électrons dans l'effet photoélectrique
- C) Vrai : C'est le principe de l'émission d'un électron Auger
- D) Faux : Il s'agit d'un photo-électron. L'électron Auger est émis lorsqu'un photon de fluorescence provoque l'expulsion d'un électron d'une couche plus externe
- E) Faux

QCM21 : Réponses BC

- A) Faux : Les deux photons γ émis lors de l'annihilation sont à 180° l'un de l'autre
- B) Vrai : Cela est dû au fait que le positon et l'électron ayant chacun une masse équivalente à 0,511 MeV s'annihilent en formant deux photons
- C) Vrai : Ces énergies sont au moins supérieures à 1,022 MeV (énergie équivalente aux masses des deux particules formées)
- D) Faux : Ce type de diffusion est important pour les photons peu énergétiques et négligeable pour les photons plus énergétiques (X, γ)
- E) Faux

QCM22 : Réponse E

Le transfert d'énergie dans le cas de l'effet photoélectrique est total, on a donc la relation $h\nu = T + |W|$

L'énergie du photon X vaut $h\nu = \frac{1240}{\lambda} = \frac{1,24 \cdot 10^3}{1,24 \cdot 10^{-2}} = 10^5 \text{ eV} = 100 \text{ keV}$

D'où l'énergie cinétique du photo-électron expulsé : $T = h\nu - |W| = 100 - 69 = 31 \text{ keV}$

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

QCM23 : Réponse D

L'écran transmet 25 % du rayonnement initial, donc $\frac{1}{4} = \frac{1}{2^2}$.

Ainsi l'épaisseur de l'écran de plomb vaut $2CDA$, d'où $CDA = \frac{0,8}{2} = 0,4 \text{ mm}$

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

3. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Rayons X

2012 – 2013 (Pr Magné)

QCM1 : A propos des particules chargées on peut dire :

- A) L'interaction électron-électron ou arrêt par freinage est impliqué dans le phénomène de création de rayons X
- B) L'interaction électron-noyau ou arrêt par collision est impliquée dans le phénomène de création de rayons X
- C) L'interaction électron-électron est à l'origine d'un spectre de raies de fluorescence
- D) L'interaction électron-noyau est à l'origine d'un spectre continu de fluorescence
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM2 : Soit une anode de Tungstène bombardée par un flux d'électrons accélérés sous une tension U :

- A) Les électrons peuvent interagir par collision avec les noyaux de tungstène
- B) Lorsque les électrons incidents interagissent par freinage avec la cible, ils peuvent perdre une énergie entre 0 et U de manière discontinue
- C) Le spectre de raies du tube à rayons X correspond à une interaction par effet photo-électrique des électrons incidents avec les atomes de la cible
- D) Le spectre de rayons X est un spectre de raie
- E) Le spectre de rayons X est un spectre continu

QCM3 : A propos du spectre des rayons X :

- A) Le rayonnement par freinage a un spectre de raies d'énergie
- B) Le spectre de raie de fluorescence constitue la majeure partie du spectre des rayons X
- C) Les photons X les plus énergétiques sont automatiquement absorbés par la cible
- D) La surface sous la courbe spectrale des rayons X correspond au rendement du tube à rayons X
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM4 : A propos des interactions des électrons avec la matière :

- A) L'interaction électron-électron est un arrêt par collision
- B) L'interaction électron-électron est à l'origine de réarrangement par émission de photons de fluorescence
- C) L'interaction électron-noyau aboutit au final à une accélération de l'électron incident
- D) L'interaction électron-noyau est à l'origine d'un spectre de fluorescence quantifié
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM5 : A propos du tube à rayons X de Coolidge

- A) La cible ou cathode est fait d'un métal lourd
- B) Le courant de chauffage permet d'accélérer les électrons émis par la cathode
- C) La haute tension appliquée est de l'ordre du mV
- D) Le courant anodique est le courant appliqué à l'anode pour permettre aux électrons de quitter le filament
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM6 : A propos du tube de Coolidge :

- A) Le courant de chauffage représente le courant produit par les électrons accélérés
- B) Ce courant de chauffage est de l'ordre de l'ampère
- C) La tension accélératrice est de l'ordre du kilovolt
- D) La cathode émet des photons qui interagissent avec les électrons de l'anode
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM7 : A propos du tube de Coolidge

- A) Le courant de saturation correspond à la valeur du courant de chauffage pour laquelle le courant anodique est maximal
- B) L'anode est en métal léger qui possède un point de fusion élevé
- C) La température seuil de la cathode à partir de laquelle les électrons sont émis est de 1473°C
- D) Cette température dépend du métal de l'anode
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM8 : A propos de la production des rayons X

- A) Les rayons X sont des électrons créés par interaction des photons avec la matière
- B) L'énergie cinétique des électrons circulant dans le tube est proportionnelle à la tension accélératrice appliquée aux bornes du tube à rayons X
- C) Le courant anodique appliqué au tube permet l'émission d'électron par l'anode
- D) Les rayons X sont des rayonnements ionisants
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM9 : A propos des rayons X :

- A) En radiologie on applique une tension assez élevée aux bornes du tube à rayons X pour obtenir un flux de rayons X dans l'axe du tube
- B) Le flux énergétique de rayons X correspond à un nombre d'électrons émis par unité de temps
- C) Si l'énergie maximale des rayons X est de 50keV, le flux de photons sera perpendiculaire à l'axe des électrons incidents
- D) Si l'énergie maximale des rayons X est de 10 MeV, le flux de photons sera dans l'axe des électrons incidents
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM10 : A propos du spectre énergétique des rayons X :

- A) Il possède une composante continue
- B) Il possède une composante en raies de fluorescence
- C) La surface sous la courbe représentant la distribution énergétique des rayons X correspond au flux énergétique
- D) Il y a auto-absorption des photons X peu énergétiques par la cible
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM11 : On considère un tube de Coolidge (anode en tungstène $Z=74$) fonctionnant sous une tension de 100kV. Que vaut la puissance émise par le tube ?

On donne $k=2 \cdot 10^{-6}$ SI et $I=1$ mA

- A) 1480 B) 370 C) 740 D) $7,4 \cdot 10^{-3}$ E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM12 : Les rayons X émis par un tube de Coolidge :

- A) Sont produits par l'interaction des photons avec la matière
- B) L'interaction avec la cible fait intervenir les électrons de la cible : c'est l'interaction par freinage
- C) Les rayons X sont émis selon un spectre de raie
- D) Les rayons sont émis selon un spectre continu
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM13 : Un tube à rayons X fonctionne sous une tension de 125kV. Quelle est en nm la longueur d'onde minimale des photons X émis ?

- A) 0,01 B) 10^{-11} C) 80 D) 1,5 E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM14 : Dans un tube à rayons X :

- A) L'énergie maximale des rayons X dépend directement de la haute tension
- B) L'augmentation de la haute tension modifie la puissance rayonnée
- C) L'augmentation de la haute tension modifie le spectre de raies caractéristiques des rayons X
- D) L'augmentation de la haute tension modifie le spectre continu des rayons X
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM15 : A propos des rayons X :

- A) L'augmentation du courant anodique modifie la puissance rayonnée
- B) Si on augmente le courant de chauffage on augmente l'énergie des raies caractéristiques
- C) Si on augmente le courant de chauffage on augmente le flux énergétiques
- D) Si on augmente le courant anodique on augmente l'énergie maximale des rayons X
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM16 : Dans un tube à rayons X à anode de Tungstène ($Z=74$, on note trois régimes de fonctionnement ;

- Régime 1 : tension $U=100$ kV ; courant anodique $I=40$ mA
- Régime 2 : tension $U=100$ kV ; courant anodique $I=20$ mA
- Régime 3 : tension $U=200$ kV ; courant anodique $I=20$ mA

- A) La puissance rayonnée dans le régime 1 est égale à celle dans le régime 3
- B) Le rendement en régime 1 est le double de celui en régime 2
- C) L'énergie maximale des rayons X en régime 1 est identique à celle en régime 2
- D) La fluence énergétique en régime 3 est la double de celle en régime 2
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM17 : La longueur d'onde minimale des rayons X produit par un tube de Coolidge est de $4 \cdot 10^{-11}$ m. Quelle est en kV la tension de fonctionnement du tube ?

- A) 31000 B) 310 C) 31 D) 0,31 E) Aucune de ces proposition n'est exacte

QCM18 : Dans un tube de Coolidge :

- A) Le rendement est toujours très faible à cause de l'auto-absorption dans la cible des photons X de faible énergie
- B) Le rendement est proportionnel au milliampérage du tube
- C) La haute tension détermine le domaine énergétique des rayons X produits
- D) Les rayons X sont principalement d'origine nucléaire
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM19 Le Pr Kardajian, radiologue de renommée internationale, décide de voir ce qui se cache sous l'imposante carrure de Mr PUC. Il utilise alors un tube de Coolidge (anode en tungstène $Z=74$) fonctionnant sous une tension de 150kV. Que vaut la puissance consommée par ce tube en Watt ?

On donne $k=2 \cdot 10^{-6}$ SI et $I=1$ mA

- A) 1665
- B) 370
- C) 150
- D) 75
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM20 : Pour améliorer le rendement d'un tube à rayons X, il faut :

- A) Augmenter l'intensité de chauffage
- B) Prendre une cible de numéro atomique plus élevée
- C) Augmenter la pression du gaz dans le tube
- D) Diminuer la tension aux bornes du circuit de chauffage
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM21 : A propos du tube de Coolidge, on peut dire :

- A) L'énergie maximale du rayonnement X produit augmente avec l'intensité du courant de chauffage
- B) Le flux de rayons X ne dépend pas de la haute tension aux bornes du générateur
- C) On choisit une cible à numéro atomique élevé pour augmenter le rendement en rayons X
- D) Le rendement de ce tube est environ égal à 2%
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM22 : Un tube de Coolidge fonctionne initialement sous une tension de 100kV, son rendement est alors de 2%. On augmente la haute tension à 150kV, que vaut le nouveau rendement ?

- A) 4%
- B) 10%
- C) 3%
- D) 14%
- E) Aucune de ces propositions n'est correcte

QCM23 : La surface limitée par la courbe de densité spectrale en rayonnement émis par un générateur de rayons X a pour expression :

- A) kiZ^2
- B) kiZ^2U^2
- C) $kiU^2/2$
- D) $ki^2ZU/2$
- E) $kiZU^2/2$

QCM24 : Dans un tube de Coolidge :

- A) Le rayonnement X est émis selon un spectre continu et de raies
- B) Il y règne un vide poussé
- C) La collision des électrons et des noyaux de la cible produit un rayonnement de raies de fluorescence
- D) L'énergie maximale du rayonnement X dépend de la surface et de la température du filament
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM25 : L'énergie maximale rayonnée dans un générateur de rayons X :

- A) Croit avec l'intensité du courant de chauffage
- B) Dépend de la nature de la cible
- C) Est proportionnelle à l'intensité du faisceau électronique
- D) Est proportionnelle à la haute tension appliquée
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM26 : A propos des tubes à rayons X, on peut dire que :

- A) Le filament et la cible sont formés de métaux légers
- B) Le filament constitue la cathode du tube
- C) Le vide poussé entre l'anode et la cathode permet d'accélérer les électrons
- D) Les électrons sont émis à partir de la cathode
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM27 : L'énergie maximale du rayonnement de freinage de rayons X :

- A) Est proportionnelle au numéro atomique de la cible
- B) Est égale à l'énergie cinétique des électrons
- C) Augmente lorsque la haute tension diminue
- D) Est proportionnelle à la longueur d'onde minimale du rayonnement
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM28 : A propos du rendement d'un tube à rayons X :

- A) Il est de l'ordre de 30%
- B) Il varie dans le sens inverse de la puissance consommée
- C) Il dépend du Z de la cathode
- D) Il varie dans le même sens que la puissance rayonnée
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM29 : A propos de l'image par rayons X :

- A) Une tension élevée est idéale pour observer un contraste entre tissu mou et os
- B) Une tension faible est idéale pour observer un contraste en tissu mou et os
- C) L'imagerie par rayons X est une imagerie d'émission, en effet le tube à rayons X émet des photons X
- D) L'imagerie par rayons X est irradiante
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM30 : A propos de l'imagerie par rayons X

- A) Elle est basée sur la création de contraste
- B) Les contrastes naturels nous permettent de visualiser des vaisseaux sanguins après injection d'iode
- C) Les rayons X sont directement visualisés par le radiologue
- D) La radioscopie permet d'observer des phénomènes en temps réel
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Rayons X**2012 – 2013****QCM1: Réponses CD**

- A) Faux : l'interaction électron-électron est appelée arrêt par collision
- B) Faux : l'interaction électron-noyau est appelée arrêt par freinage.
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

QCM2: Réponses DE

- A) Faux : l'interaction électron noyau est un interaction par freinage
- B) Faux : de manière continue. C'est à dire que cette énergie peut prendre toutes les valeurs possibles entre 0 et u.
- C) Faux : on parle d'effet photo-électrique pour l'atténuation des photons et non pas des électrons.
- D) Vrai : c'est une de ses composantes
- E) Vrai : c'est une de ses composantes.

QCM3 : Réponse E

- A) Faux : Le rayonnement par freinage correspond au spectre continu
- B) Faux : c'est le spectre continu qui constitue la majeure partie du spectre des rayons X
- C) Faux : Ce sont les photons les moins énergétiques qui sont absorbés par la cible, d'où la différence au début de la courbe du spectre théorique et réel des rayons X
- D) Faux : la surface sous cette courbe correspond au flux énergétique = puissance émise par le tube
- E) Vrai

QCM4 : Réponses AB

- A) Vrai : les électrons étant des particules chargées, quand ils vont interagir ensemble on va assister à un « choc physique », ils vont tous les deux se percutés et se repoussés.
- B) Vrai : quand l'électron incident va arriver dans la cible, il va rencontrer les électrons du cortège électronique des atomes. Il va alors pouvoir, selon son énergie cinétique, arracher ou déplacer les électrons de la cible. On se retrouve alors avec des cases vacantes qui vont pouvoir être comblées par des électrons libres se trouvant dans la cible et par les électrons des autres orbitales. Nous avons donc des photons de fluorescence qui sont émis, leur énergie étant fixée par la transition électronique. On parle de spectre de raie, donc quantifié
- C) Faux : Certes nous avons une accélération de l'électron incident lorsqu'il passe près du noyau, mais ceci n'est pas la finalité. L'électron incident arrive atteint une énergie cinétique T à partir de laquelle est prélevée l'énergie E du rayonnement de fluorescence continu (il aura donc une énergie comprise entre 0 et T). Une fois le rayonnement émis, l'électron incident se retrouve avec une énergie cinétique $T' = T - E$ qui est donc inférieure à son énergie cinétique initiale. Il a été ralenti, d'où le rayonnement « par freinage ».
- D) Faux : le rayonnement par freinage est un rayonnement continu donc non quantifié : il peut prendre toutes les valeurs possibles entre 0 et T
- E) Faux

QCM5 : Réponse E

- A) Faux : cible= anode= métal lourd (le plus souvent en tungstène)
- B) Faux : le courant de chauffage appliqué à la cathode= filament permet aux électrons de quitter la cathode
- C) Faux : elle est de l'ordre de la dizaine de keV (50-150 keV)
- D) Faux : le courant anodique représente le courant d'électrons qui circulent dans le tube
- E) Vrai

QCM6 : Réponses BC

- A) Faux : le courant de chauffage est le courant appliqué à la cathode pour permettre l'émission d'électrons
- B) Vrai : Courant de chauffage de l'ordre de 0,5 à 1 A
- C) Vrai
- D) Faux : la cathode émet des électrons qui par interaction avec les atomes de la cible vont créer des photons= les photons X
- E) Faux

QCM7 : Réponse A

- A) Vrai : lorsque l'on augmente le courant de chauffage, à partir d'une certaine valeur le courant anodique (=courant d'électrons émis) n'augmente plus, on atteint un courant (de chauffage) de saturation
- B) Faux : l'anode est un métal lourd (Z élevé pour augmenter les probabilités d'interaction des électrons avec les électrons du cortège électronique des atomes de la cible). Par contre elle possède bel et bien un point de fusion élevé
- C) Faux : $1200^{\circ}\text{C} = 1473,2 \text{ K}$
- D) Faux : si elle doit dépendre de quelque chose, c'est bien du métal du filament= cathode
- E) Faux

QCM8 : Réponses BD

- A) Faux : attention, les rayons X sont des **photons** créés par l'interaction des électrons émis par la cathode avec les atomes de l'anode
- B) Vrai : la tension accélératrice fixe l'énergie cinétique des rayons X. $E_c (\text{eV}) = U (\text{V})$
- C) Faux : c'est à partir de la cathode que sont émis les électrons, et le courant anodique représente le courant d'électrons, c'est le courant de chauffage qui permet l'émission d'électron par la cathode
- D) Vrai : leur énergie est supérieure à 13,6 eV
- E) Faux

QCM9 : Réponse ACD

- A) Vrai
- B) Faux : un nombre de photons !
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

QCM10 : Réponses ABCD

- A) Vrai : elle vient de l'interaction électron-noyau
- B) Vrai : elle vient de l'interaction électron-électron
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

QCM11 : Réponse C

$$\phi = k_i Z U^2 / 2 = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 74 \cdot 10^{10} / 2 = 740$$

QCM12 : Réponses CD

- A) Faux : les rayons X sont des photons créés par l'interaction des électrons avec la matière
- B) Faux : interaction électron-électron= par collision
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

QCM13 : Réponse A

Energie est longueur d'onde étant inversement proportionnelles, une énergie maximale correspond à une longueur d'onde minimale :

$$E = 1240 / \lambda$$

$$\lambda = 1240 / E = 1240 / 1250 \cdot 10^2 = 10^{-2} \text{ nm} = 10^{-11} \text{ m}$$

QCM14 : Réponses ABD

- A) Vrai
- B) Vrai : $\phi = k_i Z U^2 / 2$
- C) Faux : le spectre de raies caractéristiques ne dépend que de la cible
- D) Vrai : le spectre continu dépend de l'énergie cinétique des électrons donc de la haute tension
- E) Faux

QCM15 : Réponse A

- A) Vrai : $\varphi = kiZU^2/2$
 B) Faux : rien à voir, surtout que le courant de chauffage ne permet que de faire partir les électrons du filament
 C) Faux : c'est le courant anodique qui intervient la dedans : $\varphi = kiZU^2/2$
 D) Faux : l'énergie maximale des rayons X dépend de l'énergie cinétique maximale des électrons qui dépend de la haute tension
 E) Faux

QCM16 : Réponse C

$$\varphi = kiZU^2/2$$

- A) Faux : $\varphi_1 = k \cdot 40 \cdot 10^{-3} \cdot Z \cdot 100 \cdot 10^{3 \times 2} / 2 = kZ \cdot 4 \cdot 10^8$
 $\varphi_3 = k \cdot 20 \cdot 10^{-3} \cdot Z \cdot 400 \cdot 10^{3 \times 2} / 2 = 8 \cdot 10^8 kZ$
 B) Faux : $r = \varphi/P = kiZU^2/2P = kiZU^2/2UI = k'ZU$. Les U sont égales dont le rendement aussi
 C) Vrai : la tension accélératrice est la même donc l'énergie maximale des rayons X est la même
 D) Faux : $\varphi_2 = k \cdot 20 \cdot 10^{-3} \cdot Z \cdot 100 \cdot 10^{3 \times 2} / 2 = kZ \cdot 2 \cdot 10^8$
 $\varphi_3 = k \cdot 20 \cdot 10^{-3} \cdot Z \cdot 400 \cdot 10^{3 \times 2} / 2 = 8 \cdot 10^8 kZ$
 E) Faux

QCM17 : Réponse C

$$E(eV) = U(V) = 1240/\lambda = 1240/4 \cdot 10^{-2} = 310 \cdot 10^2 = 31 \text{ kV}$$

Attention, λ en nm !

QCM18 : Réponse C

- A) Faux : il est faible à cause des pertes par chaleur
 B) Faux : $r = \varphi/P = kiZU^2/2P = kiZU^2/2UI = k'ZU$
 C) Vrai : $U(V) = E_{\max}(eV)$
 D) Faux : les rayons X sont principalement issus du cortège électronique (c'est les rayons gamma qui sont d'origine nucléaire !)
 E) Faux

QCM19 : Réponse D

$$P = UI = 150kV \times 1 \text{ mA} = 150 \text{ W}$$

QCM20 : Réponse B

- $r = \varphi/P = kiZU^2/2P = kiZU^2/2UI = k'ZU$
 A) Faux : I n'intervient pas dans la formule du rendement
 B) Vrai : le rendement est proportionnel à Z
 C) Faux :
 D) Faux : il faut augmenter la tension U pour augmenter le rendement r
 E) Faux

QCM21 : Réponses CD

- A) Faux
 B) Faux : $r = \varphi/P = kiZU^2/2P = kiZU^2/2UI = k'ZU$
 C) Vrai : voir la formule ci dessus
 D) Vrai : le rendement du tube à rayons X est très faible , le reste du flux étant dissipé sous forme de chaleur
 E) Faux

QCM22 : Réponse C

$$r = \varphi/P = kiZU^2/2P = kiZU^2/2UI = k'ZU$$

Du 1^{er} au 2^e cas, U est multiplié par 1,5 donc r sera multiplié par 1,5. $2 \times 1,5 = 3\%$

QCM23 : Réponse E

Cette surface correspond à la fluence énergétique = flux énergétique = puissance émise par le tube

QCM24 : Réponses AB

- A) Vrai : le spectre continu vient du rayonnement par freinage lors de l'interaction électron-noyau et le spectre de raies vient de l'arrêt par collision lors de l'interaction électron-électron
- B) Vrai
- C) Faux
- D) Faux : l'énergie maximale du rayonnement X dépend seulement de la haute tension
- E) Faux

QCM25 : Réponse D

La haute tension appliquée permet d'accélérer les électrons émis par le filament. Les électrons acquièrent alors une énergie cinétique à partir de laquelle sera prélevée l'énergie des rayons X. Si cette énergie augmente, l'énergie des rayons X augmente alors.

QCM26 : Réponses BD

- A) Faux : l'anode=cible est constituée d'un métal lourd pour augmenter la probabilité de rencontre des électrons accélérés avec les atomes de la matière. Dans son livre, le professeur Magné rajoute que le filament est fait du même métal que l'anode.
- B) Vrai : filament=cathode= émetteur d'électrons
- C) Faux : Le vide poussé va faciliter le mouvement des électrons, mais c'est la haute tension appliquée au tube qui les accélère.
- D) Vrai
- E) Faux

QCM27 : Réponse B

- A) Faux : l'énergie maximale du rayonnement de freinage correspond à l'accélération maximale des électrons. Cette accélération est apportée par la haute tension. Elle permet aux électrons d'atteindre une énergie cinétique E_c maximale égale à la valeur de la haute tension. C'est à partir de cette énergie cinétique que vont se faire les rayonnements par freinage.
- B) Vrai
- C) Faux : Elle augmente quand la haute tension augmente
- D) Faux : énergie et longueur d'onde sont toujours inversement proportionnelle
- E) Faux

QCM28 : Réponse BD

- A) Faux : il est très faible ! de 1 à 2% (on a surtout une production de chaleur)
- B) Vrai : $r = \phi/P$ (ou ϕ la puissance rayonnée par la cible et P la puissance consommée)
- C) Faux : il dépend du Z de l'anode= cible
- D) Vrai
- E) Faux

QCM29 : Réponse BD

- A) Faux : avec une tension élevée, l'atténuation par effet photo électrique diminue, le contraste selon Z diminue alors
- B) Vrai : l'effet photo-électrique est favorisé
- C) Faux : c'est une imagerie par transmission : on récupère les photons X qui ont été transmis après la traversée du patient
- D) Vrai
- E) Faux

QCM30 : Réponse AD

- A) Vrai :
- B) Faux : l'injection d'iode permet de créer un contraste artificiel pour visualiser des structures qui ne contrastent pas naturellement
- C) Faux : les rayons X ne font pas partie des rayonnements du visibles, ils sont convertis par un film radiologique (qui imprime les rayons X : pour la petite histoire, les rayons X modifient des grains d'argent qui seront plus ou moins foncés selon la quantité de rayons X qui arrive) ou par informatique (=numérisation directe)
- D) Vrai
- E) Faux

4. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Noyau

2012 – 2013 (Pr Magné)

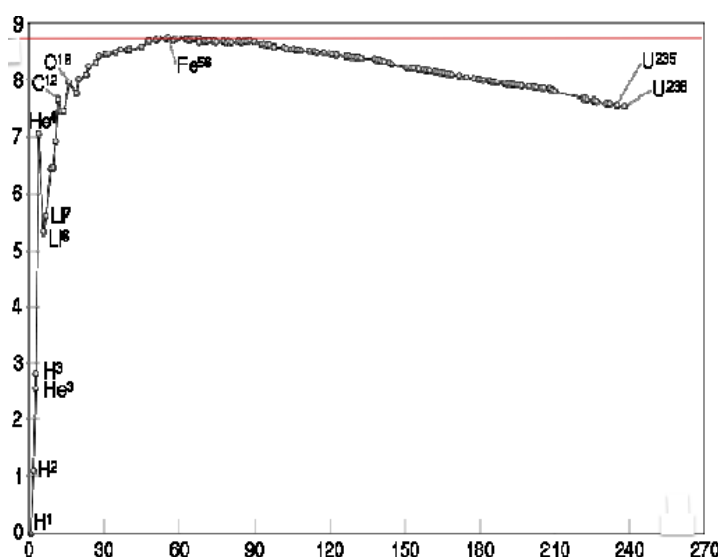
QCM1 : A propos des généralités sur les particules et les atomes, on peut dire que :

- A) La masse de l'électron est égale à $1/2000^e$ d'u
- B) Les atomes $^{15}_6C$, $^{16}_7N$ et $^{17}_8O$ sont des isotones
- C) Les atomes $^{15}_6C$, $^{15}_7N$ et $^{15}_8O$ sont des isotopes
- D) Les atomes $^{15}_8O$ et $^{16}_8O$ sont des isobares
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM2 : A propos des nuclides suivants : $^{114}_{49}In$, $^{110}_{49}In$ et $^{98}_{49}In$

- A) Ces nuclides sont des isotopes.
- B) L'abondance isotopique du $^{114}_{49}In$ est de 97% cela signifie qu'il représente 97% des atomes d'indium.
- C) Le $^{114}_{49}In$ est un isobare du $^{114}_{48}Cd$.
- D) Le $^{98}_{49}In$ est composé d'autant de protons que de neutrons.
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM3 : A propos du graphique ci dessous :



- A) L'axe des abscisses représente le numéro atomique des atomes
- B) L'axe des ordonnées représente l'énergie de liaison des atomes
- C) Il représente la stabilité des atomes selon leur nombre de masse
- D) L'énergie de liaison par nucléon du noyau le plus stable est de 8,5MeV
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM4 : A propos de la stabilité des nuclides:

- A) Elle est toujours inversement proportionnelle au nombre de masse
- B) Plus l'énergie de liaison par nucléon est grande, plus le noyau est stable
- C) L'énergie de liaison des nucléons est de l'ordre de l'eV
- D) L'énergie de liaison des nucléons d'un noyau est équivalente au défaut de masse entre la masse du noyau en gramme et la masse des particules libres en uma
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM5 : La ligne de stabilité des nuclides naturels représente la fonction :

- A) $E_L = f(Z)$ (où E_L est l'énergie de liaison)
- B) $A = f(Z)$
- C) $Z = f(N)$
- D) $(A - Z) = f(Z)$
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM6 : A propos des forces nucléaires :

- A) La force électrostatique est une force répulsive
- B) La cohésion du noyau est assurée par une interaction forte
- C) Cette interaction forte est répulsive à une distance de $2 \cdot 10^{-17}$ m
- D) L'attractivité de cette interaction forte aux faibles distances explique le phénomène d'incompressibilité
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM7 : A propos du modèle des noyaux :

- A) Le modèle simple en goutte sphérique permet d'expliquer la stabilité particulière de certains nuclides
- B) Le modèle en couche est basé sur le principe que les neutrons et protons se répartissent comme les électrons autour du noyau
- C) Dans le modèle mixte, le cœur est assimilé à une goutte sphérique
- D) Dans le modèle mixte le cœur est assimilé au modèle en couche
- E) Aucune de ces propositions n'est correcte

QCM8 : A propos des particules :

- A) Les particules sont classées selon 2 familles : les leptons et les quarks
- B) Il existe deux types de particules: les leptons et les quarks
- C) Le proton est constitué de deux quarks up et de un quark down
- D) Le neutron est constitué de deux quarks up et de un quark down
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM9 : Sachant que la masse atomique du ${}^7_3\text{Li}$ est de 7,0160u, calculez l'énergie de liaison du noyau, en eV

Aide: $m_n = 1,00866$, $m_p = 1,00728$, $m_e = 0,00055$, $m({}^1_1\text{H}) = 1,00783$

- A) 10^{-7}
- B) $15 \cdot 10^3$
- C) 39
- D) $39 \cdot 10^6$
- E) $5 \cdot 10^6$

QCM10 : Que vaut l'énergie de liaison par nucléon du ${}^{11}_6\text{C}$ sachant que sa masse atomique est de 11,0114u ?

Aide: $m_n = 1,00866$, $m_p = 1,00728$, $m_e = 0,00055$, $m({}^1_1\text{H}) = 1,00783$

- A) 6,6 MeV
- B) 18 MeV
- C) 2 MeV
- D) $6,6 \cdot 10^6$ eV
- E) 159 eV

QCM11 : Que vaut l'énergie de liaison du néon ${}^{20}_{10}\text{Ne}$ sachant que sa masse atomique vaut 20,1108u ?

Aide: $m_n = 1,00866$, $m_p = 1,00728$, $m_e = 0,00055$, $m({}^1_1\text{H}) = 1,00783$

- A) 50 eV
- B) 22 eV
- C) 980 MeV
- D) 20 MeV
- E) 50 MeV

QCM12 : Que vaut l'énergie de liaison par nucléon de l'hélium ${}^4_2\text{He}$ sachant que sa masse atomique vaut 4,0026u

Aide: $m_n = 1,00866$, $m_p = 1,00728$, $m_e = 0,00055$, $m({}^1_1\text{H}) = 1,00783$

- A) 28 MeV
- B) $7 \cdot 10^6$ eV
- C) $28 \cdot 10^6$ eV
- D) 7 MeV
- E) 69 MeV

QCM13 : A propos de la réaction suivante : ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + x$

- A) C'est une réaction de fission
- B) C'est une désintégration β^+
- C) x doit être remplacé par ${}^1_0\text{n}$
- D) x doit être remplacé par γ
- E) Aucune de ces propositions n'est correcte

QCM14 : A propos des phénomènes de fusion et de fission

- A) La fission libère davantage d'énergie que la fusion
- B) La fusion de deux éléments légers permet d'aboutir à un élément plus lourd et plus stable. On a gain de masse et donc libération d'énergie
- C) La fission concerne les éléments lourds et instables
- D) La fission se fait spontanément
- E) Aucune de ces propositions n'est correcte

**QCM15 : Soit la réaction de fission suivante : ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{146}_{58}\text{Ce} + {}^{85}_{34}\text{Se} + 5 {}^1_0\text{n}$
Que vaut l'énergie libérée ?**

Données: $M(235,92) = 235,0439$, $m_n = 1,00866$, $M(146,58) = 145,9164$, $M(85,34) = 84,9177$

- A) 163 keV
- B) 12 eV
- C) 120 MeV
- D) 163 MeV
- E) 250 MeV

QCM16 : A propos des noyaux et de la radioactivité :

- A) Les isotopes ont un même nombre de masse
- B) Tous les nuclides de numéro atomique supérieur à 83 sont stables
- C) La fission conduit à une diminution de l'énergie de liaison par nucléon
- D) La fusion consiste en un partage d'un noyau lourd instable
- E) Aucune de ces propositions n'est correcte

QCM17 : A propos de la réaction de fission suivante : ${}^{238}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{86}_{36}\text{Kr} + {}^{140}_{56}\text{Ba} + 12 {}^1_0\text{n}$

Que vaut l'énergie libérée par la réaction ?

On donne les énergie de liaison par nucléon suivantes : E_L/A (238,92)= 6,5 MeV, E_L/A (86,36)= 8,2 MeV, E_L/A (140,56)=8,8 MeV

- A) 397 MeV B) 0,25 GeV C) $396 \cdot 10^3$ keV D) 280 MeV E) 420 MeV

QCM18 : A propos de la réaction de fission suivante : ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{198}_{77}\text{Ir} + {}^{31}_{15}\text{P} + 6 {}^1_0\text{n}$

Que vaut l'énergie libérée par 1g d'uranium 235 ?

On donne les énergies de liaisons suivantes : $E_L(235,92)= 1762,5$ MeV, $E_L(198,77)= 780$ MeV, $E_L(31,15)= 1356,8$ MeV

Aide: $1\text{u}= 1,66 \cdot 10^{-24}\text{g}$

- A) $1,5 \cdot 10^{11}$ J B) $9,6 \cdot 10^{23}$ MeV C) 374 MeV D) $5,9 \cdot 10^{-11}$ J E) $7 \cdot 10^{10}$ J

QCM19 : A propos de la réaction de fusion suivante : ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He}$

Que vaut l'énergie libérée par la réaction ?

On donne : $M(2,1)=2,0141$, $M(4,2)=4,0026$

- A) 48 MeV B) 18 MeV C) 20 MeV D) 24 MeV E) 28MeV

QCM20 : A propos de la réaction de fusion suivante : ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$

Que vaut l'énergie libérée par 1g d'hélium formé?

On donne les énergies de liaisons par nucléon en MeV suivantes : E_L/A (2,1)= 1, E_L/A (3,1)= 3,2, E_L/A (4,2)=8,5

Aide: $1\text{u}= 1,66 \cdot 10^{-24}\text{g}$

- A) 22,4 MeV B) $3,35 \cdot 10^{21}$ GeV C) $3,6 \cdot 10^{-12}$ D) $0,5 \cdot 10^{12}$ J E) $2,1 \cdot 10^{12}$ MeV

Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Noyau**2012 – 2013****QCM1: Réponses AB**

- A) Vrai : définition de votre cours
B) Vrai : Des isotones sont des atomes qui ont le même nombre de neutrons ($N=A-Z$) ici, le carbone possède $15-6=9$ neutrons, l'azote $16-7=9$ neutrons et l'oxygène $17-8=9$ neutrons.
C) Faux : Des isotopes ont le même nombre de protons, ils ont donc le même numéro atomique et sont donc les mêmes éléments ! Ici en revanche, ces atomes sont des isobares (ils ont le même nombre de masse $A=15$)
D) Faux : ces atomes sont des isotopes. Leur nombre de masse A n'est pas identique (d'ailleurs, s'il l'était vu que se sont les mêmes éléments, se seraient exactement les mêmes atomes !)
E) Faux

QCM2 : Réponses ABCD

- A) Vrai : ils ont tous le même nombre de protons (Z).
B) Vrai : c'est la définition (qui est logique soit dit en passant)
C) Vrai : ils ont le même nombre de nucléons (A = nombre de masse)
D) Vrai : $Z=49$ protons, et $A-Z=N=98-49=49$ neutrons.
E) Faux

QCM3 : Réponses CD

- A) Faux : l'axe des abscisses représente le nombre de masse
B) Faux : l'axe des ordonnées représente l'énergie de liaison rapportée sur le nombre de masse
C) Vrai
D) Vrai
E) Faux

QCM4 : Réponse B

- A) Faux : pour les noyaux avec $A<58$, la stabilité augmente quand A augmente, pour les noyaux avec $A>58$, elle diminue quand A augmente
B) Vrai
C) Faux : elle est de l'ordre du MeV. Par contre l'énergie de liaison des électrons d'un atome est de l'ordre de l'eV
D) Faux : elle est équivalente au défaut de masse de l'atome qui vaut : la masse du noyau en uma moins la somme des nucléons dissociés en uma (pour avoir l'énergie, il faut multiplier par 931,6)
E) Faux

QCM5 : Réponse D

La ligne de stabilité des nuclides naturelles (ou vallée de stabilité) est représentée par un graphique avec le nombre de nucléons en ordonnées et le numéro atomique en abscisse. Elle représente alors N en fonction de Z donc la fonction $N=f(Z)$ ou $(A-Z)=f(Z)$

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

QCM6 : Réponses ABCD

- A) Vrai
B) Vrai
C) Vrai : l'interaction forte aux faibles distance est répulsive (ce qui explique le phénomène d'incompressibilité : si on comprime notre élément, quand les neutrons/protons et les quarks de ces particules seront trop proches, ils vont se repousser grâce aux gluons). Elle est par contre attractive à partir d'une distance de $1/2 \cdot 10^{-15}$ m pour assurer la cohésion du noyau
D) Vrai
E) Faux

QCM7 : Réponses BD

- A) Faux
B) Vrai : ils se répartissent en couche et doivent remplir une couche avant de remplir la suivante
C) Faux
D) Vrai
E) Faux

QCM8 : Réponses BC

- A) Faux : les particules sont classées selon 3 familles (on ne connaît à notre stade de pauvre étudiant en médecine que la première= la famille ordinaire LOL) et selon 2 types : les leptons (électron, neutrino...) et les quarks (up et down qui constituent les protons et les neutrons)
B) Vrai
C) Vrai : proton : uud et neutron : udd
D) Faux
E) Faux

QCM9 : Réponse D

$$Z=3, N=4$$

$$\Delta M = 3m_e + 3m_p + 4m_n - M({}_3^7\text{Li}) = 0,04213 \text{ u}$$

$$E_L = 0,04213 \times 931,5 = 39 \text{ MeV}$$

QCM10 : Réponses AD

$$Z=6, N=5$$

$$\Delta M = 6m_e + 6m_p + 5m_n - 11,0114 = 0,07888$$

$$E_L = 0,07888 \times 931,5 = 73 \text{ MeV}$$

$$E_L/A = 6,6 \text{ (en gros vous divisez par 10 et vous dites que c'est inférieur à 7,3)}$$

QCM11 : Réponse E

$$Z=10, N=10$$

$$\Delta M = 10m_e + 10m_p + 10m_n - M(20,10) = 10 m(\text{H}) + 10m_n - M(20,10) = 0,0541$$

$$E_L = 0,0541 \times 931,5 = 50,4 \text{ MeV}$$

QCM12 : Réponse C

$$E_L/A = 41 \text{ MeV}$$

$$E_L = 451 \text{ MeV (environ } 931/2)$$

$$E_L = \Delta M \times 931,5$$

$$931/2 = \Delta M \times 931$$

$$\Delta M = 0,5 = 5m_p + 5m_e + 6m_n - M(11,5)$$

$$M(11,5) = 5m_p + 5m_e + 6m_n - 0,5 = 10,6 \text{ u (ouais, en fait, c'est con, la masse atomique c'est l'entier le plus proche du nombre de masse... FAIL !)}$$

QCM13 : Réponse C

- A) Faux : c'est une réaction de fusion : deux éléments légers s'unissent pour former un élément plus lourd
B) Faux
C) Vrai
D) Faux
E) Faux

QCM14 : Réponse C

- A) Faux : la fusion libère davantage d'énergie, retenez c'est le principe du soleil et l'objectif du projet ITER ☺
B) Faux : attention on aboutit bien à un élément plus « lourd » dans le sens où son numéro atomique est plus élevé mais la masse de ce noyau est inférieure à la somme des masses des deux noyaux initiaux. On a perte de masse et donc libération d'énergie
C) Vrai
D) Faux : elle se fait sous l'impulsion d'un neutron
E) Faux

QCM15 : Réponse D

$$\Delta M = 235,0439 + 1,00866 - 145,9164 - 84,9177 - 5 \times 1,00866$$

$$\Delta M = 0,17516$$

$$E = 0,17516 \times 931,5 = 163 \text{ MeV}$$

QCM16 : Réponse E

A) Faux : ils ont le même numéro atomique

B) Faux

C) Faux : on aboutit à un noyau plus stable donc son énergie de liaison par nucléon est plus élevée

D) Faux : c'est le principe de la fission

E) Vrai

QCM17 : Réponses AC

$$\Delta E = 86 (8,2 - 6,5) + 140 (8,8 - 6,5) + 11 (0 - 6,5) = 396,7 \text{ MeV}$$

QCM18 : Réponses AB

$$\Delta E = \Delta E_L = (780 + 1356,8) - 1762,5 = 374,4 \text{ MeV} \text{ (=libérés par un noyau de } 235\text{u)}$$

$$1\text{u} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

$$E = 374,4 / (235 \times 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}) = 9,6 \cdot 10^{23} \text{ MeV pour } 1\text{g d'uranium}$$

$$E = 9,6 \cdot 10^{23} \cdot 10^6 \times 1,6 \cdot 10^{-19} = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ J}$$

QCM19 : Réponse D

$$\Delta M = 2,0141 + 2,0141 - 4,0026 = 0,0256 \text{ u}$$

$$E = 0,0256 \times 931,5 = 24 \text{ MeV}$$

QCM20 : Réponses BD

$$\Delta E_L = 2(8,5 - 1) + 2(8,5 - 3,2) + 1(0 - 3,2) = 22,4 \text{ MeV} \text{ (=libéré par la formation d'un noyau de } 4\text{u)}$$

$$1\text{u} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

$$E = 22,4 / (4 \times 1,66 \cdot 10^{-24}) = 0,335 \cdot 10^{25} \text{ MeV} = 0,335 \cdot 10^{25} \times 10^6 \times 1,6 \cdot 10^{-19} = 0,5 \cdot 10^{12} \text{ J}$$

5. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Transformations radioactives

2012 – 2013 (Pr Magné)

QCM1: A propos des transformations radioactives, donnez les propositions exactes.

- A) Une transformation isomérique implique un changement d'élément atomique par libération de particules β^+ ou β^-
- B) La radioactivité alpha est l'émission spontanée d'un atome d'Hélium par des noyaux lourds
- C) L'émission d'un rayonnement γ peut-être consécutif à une transformation α ou β
- D) L'émission d'une particule β^+ a lieu dans le cadre de la transformation d'un neutron en proton
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM2 : On considère la transformation suivante : $^{211}_{84}\text{Po} \rightarrow ^{207}_{82}\text{Pb} + ^4_2\text{He}$. On donne les masses atomiques (en u) : $M(211,84) = 210,98665$; $M(207, 82) = 206,97589$; $M(4, 2) = 4,00260$. Quelle est l'énergie emportée par la particule alpha en MeV ?

- A) 8,2
- B) 9,3
- C) 6,4
- D) 8,9
- E) 7,6

QCM3 : A propos de la radioactivité alpha, donnez les propositions exactes.

- A) La réaction générale de désintégration peut s'écrire : $^A_Z X \rightarrow ^{A-4}_{Z-2} X + ^4_2 \alpha$
- B) On observe un spectre énergétique de raie, caractéristique de l'émission alpha
- C) L'énergie libérée par cette réaction est partagée de manière équitable entre le noyau fils et la particule alpha.
- D) C'est en fin de parcours de la particule alpha que le nombre d'ionisations est le plus faible
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM4 : Soit un noyau X qui se désintègre selon une transformation α en $^{210}_{82}\text{Pb}$. Ce noyau se désintègre en un noyau Y en émettant un négaton et un antineutrino. Quelle est la nature des noyaux X et Y ?

- A) $X = ^{214}_{84}\text{Po}$
- B) $X = ^{206}_{80}\text{Hg}$
- C) $Y = ^{209}_{81}\text{Tl}$
- D) $Y = ^{211}_{83}\text{Bi}$
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM5 : A propos de la radioactivité alpha, donnez les propositions exactes

- A) Les particules alpha ont une vitesse non relativiste
- B) Comme source externe, le rayonnement alpha est potentiellement dangereux pour l'être humain car il provoque de nombreuses ionisations au niveau de l'épiderme
- C) L'alpha-immunothérapie est une technique bien au point couramment utilisée en radiothérapie métabolique
- D) Le pic de Bragg correspond à un maximum d'ionisations provoquées par des particules alpha en fin de parcours
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM6: A propos de la radioactivité β^+ :

- A) C'est une transformation dite isomérique
- B) Est due à l'instabilité des noyaux pourvus d'un excès de protons
- C) Equivaut à la capture d'un photon par un noyau
- D) Est due à la transformation d'un neutron en proton et s'accompagne d'une diminution du numéro atomique
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM7 : Le neutron à l'état libre se transforme spontanément selon la réaction :

- A) $n \rightarrow \alpha + (\beta^-)$
- B) $n \rightarrow p + (\beta^-) + \nu$
- C) $n \rightarrow p + (\beta^-) + \bar{\nu}$
- D) $n \rightarrow ^2_1\text{H} + \gamma$
- E) Aucune de ces réponses n'est exacte

QCM8: Soit la réaction $^{37}_{16}\text{S} \rightarrow ^{37}_{17}\text{Cl} + \beta^- + \bar{\nu}$

On donne la différence de masse atomique en uma , entre le Soufre et le Chlore :

$$\Delta m = 0.00504 \text{ uma.}$$

Sachant que l'antineutrino emporte une énergie de 0.69 MeV, quelle est en MeV l'énergie cinétique de l'électron provenant de la réaction?

- A) 2
- B) 3
- C) 6
- D) 8
- E) 4

QCM9: Le $^{219}_{86}\text{Rn}$ se transforme en $^{215}_{84}\text{Po}$. Quelle est approximativement l'énergie libérée par cette transformation en eV ?

On donne les masses atomiques en u : $\mathcal{M}(219, 86) = 219,00948$; $\mathcal{M}(215, 84) = 214,99942$; $\mathcal{M}(4, 2) = 4,00260$; $\mathcal{M}(0, -1) = \mathcal{M}(0, 1) = 0,00055$

- A) $7,5 \cdot 10^6$ B) $7 \cdot 10^6$ C) $6,5 \cdot 10^6$ D) $0,007 \cdot 10^8$ E) $0,075 \cdot 10^8$

QCM10 : A propos de la capture électronique

- A) C'est une transformation isomérique
 B) C'est une transformation isobarique
 C) Elle s'accompagne d'une émission de photons de fluorescence par réarrangement électronique
 D) Une application médicale est la scintigraphie cardiaque au thallium 201
 E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM11: On considère la transformation radioactive du fluor 18 en oxygène 18. Nous constatons la présence de photons. Quels peuvent-ils être ?

- A) Un photon gamma résultant de la transformation isomérique du fluor 18 en oxygène 18
 B) Un photon d'annihilation du β^+ émis lors de cette transformation
 C) Un photon de réarrangement électronique du fluor dû à une capture électronique
 D) Une émission provenant directement de la capture par le noyau de fluor d'un négaton
 E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM12 : Concernant la radioactivité gamma:

- A) L'énergie du photon est directement proportionnelle à la différence de masse
 B) Le spectre caractéristique de ce phénomène est continu mais contrairement au spectre des rayons X il ne présente pas de raie caractéristique de l'atome
 C) Il est utilisé dans le principe du PET-scan, c'est à dire que l'on capte les photon émis lors de l'annihilation du positon avec un électron
 D) Du fait de leurs faibles capacité de pénétration, les rayons gamma ne sont heureusement pas dangereux pour la santé (sauf inhalé)
 E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM13: Concernant la conversion interne:

- A) L'énergie en excès est émis sous forme de rayonnement gamma
 B) Par le même phénomène, la capture électronique met en jeu le noyau et un électron
 C) Le spectre correspondant à la conversion interne est d'origine électronique
 D) Le spectre correspondant à la conversion interne est d'origine nucléaire
 E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM14 : Le Barium $^{137*}_{56}\text{Ba}$ se désexcite 2 fois par Conversion Interne. Les électrons sont expulsés avec des énergies cinétiques respectif de $T_1=200$ keV et $T_2=400$ keV.

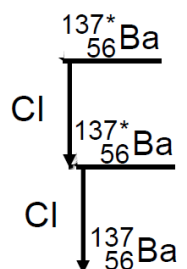
On prend l'hypothèse que les 2 électrons proviennent de la couche K .

On arrondit 931.5 à 1000.

$W_K(56\text{Ba}) = -37.5$ keV ; $W_L = -5.6$ keV

Déduisez en la masse la plus élevée du Barium dans ce cas en u:

- A) 138,10914 B) 137,10914 C) 138,109815 D) 137,109815 E) Over 9000



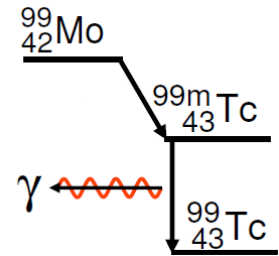
QCM15 : A propos des transformations isomériques :

- A) L'excès d'énergie peut être libéré par une conversion interne c'est à dire que l'énergie est transmis à un électron par un photon venant du noyau
 B) Un rayon X peut être directement émis du noyau par radioactivité
 C) Une réaction isomérique est une modification du nombre N sans modification du nombre Z de l'élément
 D) Un atome dans un état métastable aura une désexcitation différée
 E) Aucune de ces propositions n'est correcte

QCM16 : Un atome de $^{99}_{42}\text{Mo}$ ($Z=42$) se désintègre une première fois (réaction A), en $^{99\text{m}}_{43}\text{Tc}$ ($Z=43$). Il subit ensuite une deuxième désintégration (réaction B) en $^{99}_{43}\text{Tc}$ ($Z=43$) par émission gamma. Le photon émis expulse lui même un électron de la couche K avec une énergie cinétique $T=150\text{ keV}$.

Données : $M(^{99}_{43})=98,90640$; $W_k= 500\text{ keV}$. On arrondira 931,5 à 1000

- A) La première désintégration est de type β^-
- B) La différence de masse de la réaction B est environ de 0.650 MeV
- C) La masse de $^{99\text{m}}_{43}\text{Tc}$ est environ de $98,90705\text{ u}$
- D) La masse du $^{99}_{42}\text{Mo}$ est de $M(^{99}_{43})+M(\beta^-)$
- E) Aucune de ces propositions n'est correcte



Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Transformations radioactives

2012 – 2013

QCM1 : Réponses BC

- A) Faux : dans le cadre d'une transformation isomérique, l'élément atomique ne change pas. Il va y avoir libération d'énergie par radioactivité γ ou après conversion interne (que vous verrez prochainement) mais les particules β n'interviennent pas.
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Faux : elle a lieu dans le cadre de la transformation d'un proton en neutron
- E) Faux

QCM2 : Réponse E

$$\Delta M = \mathcal{M}(211,84) - \mathcal{M}(207,82) - \mathcal{M}(4,2) = 210,98665 - 206,97589 - 4,00260 = 0,00816 \text{ u}$$

On convertit maintenant cette masse en énergie : $E = 0,00816 \times 931,5 = 7,6 \text{ MeV}$

Astuce : pour convertir la masse en énergie, il suffit de multiplier par 1000. On obtient 8,16. Or, le bon résultat doit être légèrement inférieur donc on peut éliminer les propositions A, B et D. Puis on élimine la C car l'erreur d'approximation n'est pas importante à ce point.

QCM3 : Réponse B

- A) Faux : il s'agit d'une réaction isobarique et pas isomérique. On a donc : ${}^A_ZX \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2\alpha$
- B) Vrai
- C) Faux : la quasi-totalité de l'énergie libérée est emportée par la particule α sous forme d'énergie cinétique
- D) Faux : l'ionisation en fin de parcours est la plus importante : c'est le pic de Bragg
- E) Faux

QCM4 : Réponse A

La première désintégration est de type α , donc le nombre de masse de X vaut $210 + 4 = 214$ et son numéro atomique est $82 + 2 = 84$. On a donc $X = {}^{214}_{84}\text{Po}$

La seconde désintégration s'accompagne de l'émission d'un électron et d'un antineutrino, elle est de type β^- donc le nombre de masse est conservé et le numéro atomique de Y vaut $82 + 1 = 83$. On a donc $Y = {}^{210}_{83}\text{Bi}$

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

QCM5 : Réponses AD

- A) Vrai : En effet, les particules α sont des particules lourdes et chargées, leur vitesse est donc « faible »
- B) Faux : les particules alpha ne représentent un danger pour l'homme que lorsqu'elles sont inhalées ou absorbées. En source externe, elles sont arrêtées par l'air ou la couche cornée de la peau
- C) Faux : c'est une technique peu utilisée qui n'en est qu'au stade de tentatives de greffe d'une particule alpha à un anticorps
- D) Vrai : cf. cours
- E) Faux

QCM6 : Réponses BD

- A) Faux : c'est une transformation Isobarique
- B) Vrai
- C) Faux : cela correspond à une création de paire!
- D) Vrai
- E) Faux

QCM7: Réponse C

Transformation à connaître par cœur

QCM8 : Réponse E

Calculons d'abord l'énergie totale de la réaction :

$$E(\text{totale}) = \Delta m \times 931,5 \text{ (relation uma/MeV)} = 5,04 \times 10^{-3} \times 931,5 \text{ MeV}$$

$$= 0,93 \times 5 \text{ MeV (environ)}$$

$$= 4,5 + 0,15 = 4,65 \text{ MeV (environ)}$$

L'énergie totale est répartie en Energie de l'électron + Energie de l'antineutrino

$$\text{Donc } E(\text{totale}) = E(\text{électron}) + E(\text{antineutrino})$$

$$\text{Soit } E(\text{electron}) = 4,65 - 0,65 = 4 \text{ MeV}$$

QCM9 : Réponse B

$$\Delta M = \mathcal{M}(219, 86) - \mathcal{M}(215, 84) - \mathcal{M}(4, 2) = 219,00948 - 214,99942 - 4,00260 = 0,00746 \text{ u}$$

Puis on convertit cette masse en énergie : $E = 0,00746 \times 931,5 = 6,94889 \text{ MeV}$ soit environ $7,10^6 \text{ eV}$

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

QCM10 : Réponses BCD

A) Faux : Il s'agit d'une transformation isobarique, à nombre de masse A constant

B) Vrai : cf. item A

C) Vrai : La capture électronique laisse une case vacante dans une couche électronique de l'atome, il y a réarrangement électronique et émission de photons de fluorescence

D) Vrai : Au cours de cet examen, le thallium 201 se désintègre en mercure 201 par capture électronique, il y a émission de photons de fluorescence qui peuvent être détectés

E) Faux

QCM11 : Réponse B

A) Faux : On a changement d'élément avec conservation du nombre de masse, donc la transformation est isobarique

B) Vrai : Les photons d'annihilation ont pour valeur $511 \text{ keV} = 0,511 \text{ MeV}$

C) Faux : Les photons éventuels ne peuvent provenir que d'un réarrangement électronique de l'oxygène et non du fluor (c'est l'oxygène, élément fils, qui est ionisé après la désintégration)

D) Faux : On n'enregistre pas de spectre d'origine nucléaire, seul le spectre d'origine atomique par réarrangements électroniques est détecté

E) Faux

QCM12 : Réponse A

A) Vrai: $E = mc^2$

B) Faux: Le spectre est un spectre de raie, le reste c'est du blabla pour vous embrouiller

C) Faux: La radioactivité gamma est à la base de la gamma-caméra mais n'intervient pas dans le TEP (tomographie par émission de positon)

D) Faux: Leur pouvoir de pénétration est grand, de sorte qu'il faille du béton pour les stopper

E) Faux

QCM13 : Réponse C

A) Faux: Pas lors de la conversion interne mais lors d'une émission gamma qui sont les deux transformations isomériques du cours.

B) Faux: ce n'est pas le même phénomène bien que les deux soit en rapport entre le noyau et un électron

C) Vrai: La Cl expulse un électron qui peut lui même rentrer en contact avec d'autre corps, elle laisse une case vacante qui sera comblé entraînant un nouveau photon et possiblement toutes les interactions vu en cours

D) Faux

E) Faux

QCM14 : Réponse C

$$M(^{137}\text{Ba}) = (137-56) \times m_{\text{neutron}} + 56 \times m_{\text{proton}} = 81 \times 1,00866 + 56 \times 1,00728 = 81,70146 + 56,40768 = 138,10914$$

$$M(^{137}_{56}\text{Ba}) = M(^{137}_{56}\text{Ba}) + \frac{(200 + 37,5) \times 10^{-3}}{1000} + \frac{(400 + 37,5) \times 10^{-3}}{1000}$$

$$= 138,10914 + 0,0002375 + 0,0004375 = 138,109815$$

QCM15 : Réponse D

- A) Faux : La transmission d'énergie à l'électron est non radiative. Les raies que l'on observe par la suite sont d'origine électronique
- B) Faux : Le rayonnement est émis par le noyau, il s'agit donc d'un rayon γ
- C) Faux : Lors d'une transformation isomérique, l'élément perd de la masse mais sans modification de ces nombres de proton ou de neutron
- D) Vrai : Le temps de désexcitation est supérieur à 1s
- E) Faux

QCM16: Réponses ABC

- A) Vrai : En effet, le nombre de masse est conservé (transformation isobarique) avec émission d'une particule de nombre de charge -1 ($42=43-1$) et de nombre de masse 0, c'est une particule β^-
- B) Vrai : $\Delta M = T + |W_k|$ On peut laisser ce résultat en énergie grâce à la correspondance masse-énergie
- C) Vrai : $M(99m, 43) = M(99, 43) + \Delta M(u) = 98,90640 + 0.650/1000 = 98,90705$
- D) Faux : La masse de ce noyau ne se calcule pas si facilement, il faut intégrer l'énergie emportée par la particule β^- et l'antineutrino... De plus, dans tous les cas il faudrait utiliser la masse $M(99m, 43)$ car cette désintégration β^- concerne les noyaux 99Mo et 99mTc
- E) Faux

6. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Lois cinétiques

2011 – 2012 (Pr Magné)

QCM1 : Quelle est en MBq à l'instant $t=0$ l'activité d'une mole d'atomes de carbone 14 ($T=5700$ ans) ?
On donne les approximations suivantes : $1 \text{ an} \approx 3 \cdot 10^7 \text{ s}$; $\ln 2 \approx 0,7$; $7/5,7 \approx 1,2$; $N_A \approx 6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

- A) $6,2 \cdot 10^4$ B) 62 C) $2,4 \cdot 10^{12}$ D) $2,4 \cdot 10^6$ E) $2,4 \cdot 10^7$

QCM2 : La constante radioactive du krypton-81m est $5,3 \cdot 10^{-2} \text{ s}^{-1}$. Quelle est approximativement la période de ce gaz radioactif ?

Rappel : $\ln 2 \approx 0,7$

- A) 13 s B) 2 mn C) 53 mn D) 1 h E) 30 s

QCM3 : Un flacon d'iode-131 a une activité de 128 mCi à l'instant $t=0$, quelle est approximativement son activité au bout de 48 j ? On donne $T=8\text{j}$

- A) 2 mCi B) 21,3 mCi C) 74 MBq D) $7,4 \cdot 10^7 \text{ Bq}$ E) $7,4 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$

QCM4 : Une solution de thallium-201 reçue le mardi à 8h contient 150 MBq dans un volume de 2,5 mL, le lundi suivant à 8h après utilisation du produit il reste 1 mL de solution dont l'activité est 15 MBq. Quelle est la période du thallium 201 ?

- A) 3 j B) 6 j C) 48 h D) 6 h E) 4 h

QCM5 : Le rubidium 81 ($^{81}_{37}\text{Rb}$) se désintègre en krypton 81m ($^{81\text{m}}_{36}\text{Kr}$), selon une période radioactive de 4,6 h. L'activité du krypton 81m, de période $T=13 \text{ s}$, décroît aux trois-quarts en l'espace de 9 heures. A quoi cela est-il dû ?

- A) L'intervalle de temps considéré représente 16 périodes de décroissance de $^{81\text{m}}_{36}\text{Kr}$
B) Il y a équilibre radioactif entre $^{81}_{37}\text{Rb}$ et $^{81\text{m}}_{36}\text{Kr}$
C) La décroissance de la population des atomes de $^{81\text{m}}_{36}\text{Kr}$ n'obéit pas à une loi exponentielle
D) L'intervalle de temps considéré représente la somme des périodes de décroissance de $^{81}_{37}\text{Rb}$ et $^{81\text{m}}_{36}\text{Kr}$
E) Aucune de ces propositions n'est exacte

Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Lois cinétiques**2012 – 2013****QCM1 : Réponse D**

Dans une mole d'atomes de carbone 14, on a N_A atomes, d'où l'activité :

$$A = \lambda N_A = \frac{\ln 2}{T} N_A \approx \frac{0,7 * 6.10^{23}}{5,7.10^3 * 3.10^7} = \frac{7 * 6.10^{22}}{5,7 * 3.10^{10}} = 1,2 * 2.10^{12} = 2,4.10^{12} Bq = 2,4.10^6 MBq$$

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

QCM2 : Réponse A

$$\text{La période vaut } T = \frac{\ln 2}{\lambda} \approx \frac{0,7}{5,3.10^{-2}} = \frac{7}{53} \cdot 10^{-1+3} \approx \frac{1}{6} \cdot 10^2 \approx 16 s$$

En tenant compte des approximations, on en déduit que $T = 13 s$

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

QCM3 : Réponses ACD

On étudie la situation à $t = 48 h$ càd $t = 6T$

$$\text{L'activité vaut alors } A = \frac{A_0}{2^6} = \frac{128}{8^2} = \frac{128}{64} = 2 mCi = 2 * 37 MBq = 74 MBq = 7,4.10^7 Bq$$

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

QCM4 : Réponse A

Le lundi à 8h, 6j se sont écoulés depuis la dernière mesure de l'activité (mardi à 8h). L'activité de 1 mL de solution le mardi vaut $A_{mardi} = \frac{150}{2,5} = \frac{150}{25} * 10 = 6 * 10 = 60 MBq.mL^{-1}$. Le rapport de l'activité du mardi et de l'activité du lundi

vaut $\frac{A_{mardi}}{A_{lundi}} = \frac{60}{15} = 4 = 2^2$ donc il s'est écoulé deux périodes entre les deux mesures de l'activité, d'où $2T = 6 j$ et $T = 3 j$

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

QCM5 : Réponse B

A) Faux : $16T = 16 * 13 = 160 + 60 + 18 = 238 s \approx 4h \neq 9 h$, et de toute façon ça n'expliquerait pas le phénomène observé (la décroissance serait beaucoup plus importante)

B) Vrai : En effet, la période du rubidium 81 est très supérieure à celle du krypton 81m, on est en équilibre séculaire. Ainsi, l'activité du fils (krypton 81m) est égale à celle du père (rubidium 81) à l'équilibre, ce qui fait qu'après $9h \approx 2 * 4,6 h$, l'activité du Krypton est divisée par $2^2 = 4$, ce qui correspond à une décroissance aux trois-quarts

C) Faux : Toutes les transformations radioactives obéissent à une loi exponentielle

D) Faux : Non seulement cela n'aurait aucune conséquence, mais en plus c'est faux ! ($4,6 h + 13 s \neq 9 h$)

E) Faux

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

2012 – 2013 (Pr Magné)

QCM1 : A propos de la dosimétrie

- A) Elle quantifie l'énergie absorbée par les tissus irradiés par unité de temps
- B) Reculer de 2m par rapport à la source émettrice permet de la diminuer d'un facteur 8
- C) La dose absorbée par un échantillon s'exprime en Sievert (sv)
- D) La dose absorbée est une grande de radioprotection
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM2 : A propos du transfert d'énergie linéique :

- A) C'est la distance pour laquelle 50% du rayonnement incident est absorbé
- B) Le transfert d'énergie linéique des rayons gamma est plus important que celui des particules alpha, d'où la dangerosité de ces rayonnements
- C) Les électrons ont un transfert d'énergie linéique inférieur à celui des particules alpha
- D) Les rayons X et les rayons gamma ont le même transfert d'énergie linéique
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM3 : Un homme est irradié par une source ponctuelle située à 1m de lui émettant des photons gamma. Il reçoit dans ces conditions un débit de dose de l'ordre de 0,0024 mGy/h. Si le sujet se place à 3m de la source, le débit de dose reçu est :

- A) Divisé par 3
- B) Multiplié par 9
- C) Divisé par 9
- D) Multiplié par 3
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM4 : Pour se protéger lors d'une radioscopie, un radiologue revêt des gants d'épaisseur 0,9mm (CDA=0,3mm). Sans gants, il est exposé à une dose de 80 mGy. Avec ses gants, la dose délivrée est :

- A) 20 mGy
- B) 40 mGy
- C) 10 mGy
- D) 30mGy si ses mains sont exposées trois fois plus longtemps
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM5 : A propos des grandeurs de radioprotection :

- A) La dose efficace est la dose totale absorbée pondérée par le facteur de dangerosité du rayonnement
- B) La dose équivalente est la dose totale absorbée pondérée par le facteur de sensibilité des tissus
- C) Les rayonnements alpha ont un facteur de dangerosité plus élevé que celui des rayons gamma
- D) Une dose exprimée en Sievert est une dose prenant au moins en compte la nature du rayonnement
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM6 : On considère une irradiation des testicules (facteur de sensibilité $W_t=0,20$) par des rayonnements gamma (facteur de pondération $W_r=1$). La dose absorbée par les pauvres testicules est de 20 mGy. Donnez les affirmations justes :

- A) La dose équivalente est de 20 mGy
- B) La dose efficace est de 4 sV
- C) Les effets sur les testicules seront obligatoires
- D) Les effets sur les testicules seront stochastiques
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM7 : On veut estimer l'irradiation d'un sujet soumis à une inhalation accidentelle d'un radio-isotope source de rayonnement β^- très énergétique). La dose absorbée par les poumons est de 0,8 Gy.

Données : Facteur de sensibilité des poumons= 0,12 ; facteur dangerosité rayonnements β^- = 10

- A) La dose équivalente est de 8 Sv
- B) La dose efficace est de 88 mSv
- C) Cette dose fait craindre des effets stochastiques
- D) Les poumons peuvent subir des mutations cellulaires
- E) Aucune des ces propositions n'est exacte

QCM8 : A propos des effets moléculaires des rayonnements :

- A) La radiolyse de l'eau s'effectue par l'équation : $\text{H}_2\text{O} + \text{RI} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + + \text{e}^-$
- B) Les produits de la radiolyse de l'eau peuvent être à l'origine de peroxydes oxydants très puissants
- C) L'effet oxygène permet d'augmenter la durée de vie des produits de la radiolyse de l'eau
- D) L'effet oxygène explique le fait qu'une tumeur bien oxygénée répond davantage aux traitements par rayonnements ionisants
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM9 : A propos des effets des rayonnements ionisants :

- A) L'altération des bases de l'ADN est plus fréquente que les cassures simple brin
- B) Les lésions double brin de l'ADN sont plus difficiles à former que les lésions simples brins
- C) Les lésions de l'ADN se font principalement par les produits de la radiolyse de l'eau
- D) Les radicaux libres créés au niveau moléculaires sont physiologiquement neutralisés par l'organisme
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM10 : A propos des effets des rayonnements ionisants :

- A) Les effets déterministes (comme la transformation d'une cellule en cellule cancéreuse) sont proportionnels à la dose
- B) Les effets déterministes apparaissent à partir d'une dose absorbée de 1mGy
- C) Les effets stochastiques (comme les brûlures cutanées) apparaissent à partir de 100mSv
- D) Les rayonnements ionisants peuvent aboutir à des conséquences tissulaires au bout de deux ou trois jours
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM11 :

- A) Les trois règles pour se protéger de l'exposition externe sont : distance, temps et écran
- B) La durée d'une contamination externe dépend de la vitesse d'élimination physiologique du radioélément
- C) Les principes fondamentaux de la radioprotection sont : justification, optimisation et limitation des doses
- D) La limitation des doses est de la responsabilité du médecin
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM12 : A propos de l'exposition aux rayonnements ionisants :

- A) L'exposition cosmique est la principale exposition d'origine naturelle
- B) L'exposition industrielle est la principale exposition d'origine artificielle
- C) L'exposition cosmique augmente avec l'altitude
- D) L'exposition naturelle au radon est indépendante de la géographie
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM13 : A propos de l'exposition aux rayonnements ionisants :

- A) L'exposition totale moyenne par an en France est de 2, 4 mSv
- B) Cette exposition est dangereuse
- C) Elle est principalement d'origine médicale
- D) Est plus importante pour un acte thérapeutique que diagnostique
- E) 100 mSv est la limite des faibles doses

QCM14 : Concernant l'exposition aux sources radioactives en France :

- A) On s'irradie davantage en montagne qu'en mer
- B) La radioactivité utilisée en milieu médical est la plus importante source d'exposition d'origine artificielle
- C) La radioactivité d'origine naturelle est plus exposante que la radioactivité d'origine artificielle
- D) La dose moyenne en France par habitant de la radioexposition vaut environ 3.5 mSv/ an
- E) Aucune de ces propositions n'est correcte

Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Eléments de radiobiologie et de radioprotection

2012 – 2013

QCM1 : Réponse E

- A) Faux : elle quantifie l'énergie absorbée par unité de volume des tissus irradiés
- B) Faux : l'énergie absorbée décroît comme le carré de la distance (donc diminuée d'un facteur 4)
- C) Faux : dose absorbée en Gray, dose efficace en Sievert
- D) Faux : la dose absorbée est une grandeur physique ! Elle permet de mesurer la quantité d'énergie absorbée par les tissus. La dose équivalente et la dose efficace sont des grandeurs de radio-protection : elles s'expriment en Sievert et représentent les conséquences des rayonnements sur la personne
- E) Vrai

QCM2 : Réponses CD

- A) Faux : définition= Il représente la quantité d'énergie transférée au milieu par unité de longueur
- B) Faux : TEL (alpha) > TEL (électron) > TEL (gamma et X)
- C) Vrai : la particule alpha est lourde et s'enfonce d'avantage que l'électron
- D) Vrai
- E) Faux

QCM3 : Réponse C

Le débit de dose (quantité rayonnement reçue en gros) décroît comme le carré de la distance

QCM4 : Réponse C

CDA=0,3 mm

e=3 CDA

Donc dose qu'il reste : Dose initiale/ $2^3 = 80/8 = 10$ mGy (cette dose est proportionnelle au temps d'exposition car elle est fixée par le débit de dose qui représente une dose reçue par unité de temps)

QCM5 : Réponses CD

- A) Faux : c'est la définition de la dose équivalente H
- B) Faux : c'est la définition de la dose efficace E
- C) Vrai : W (X et gamma)= 1, W (électron rapide)=10, W (alpha)=20
- D) Vrai : $E (sv) = D (Gy) \times W_r \times W_t = H(sv) \times W_t$ (avec $H = D(Gy) \times W_r$)
- E) Faux

QCM6 : Réponse B

- A) Faux : Dose équivalente H (sv)= $D(Gy) \times W_r = 20.10^{-3} \times 1 = 20$ mSv
- B) Vrai : Dose efficace E (sv)= $H \times W_t = 20.10^{-3} \times 0,20 = 4$ mSv
- C) Faux : A partir de D=1Gy apparaissent des effets déterministes= obligatoires
- D) Faux : Au dessus de 100mSv apparaissent des effets stochastiques aléatoires
- E) Faux

QCM7 : Réponses ACD

- A) Vrai : Dose équivalente H (sv)= $D(Gy) \times W_r = 0,8 \times 10 = 8$ Sv
- B) Faux : Dose efficace E (sv)= $H \times W_t = 8 \times 0,12 = 0,96$ Sv= 960 mSv
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

QCM8 : Réponses BCD

- A) Faux : radiolyse de l'eau : $H_2O + RI \rightarrow HO\cdot + e^- + H^+$
- B) Vrai
- C) Vrai : les produits de la radiolyse de l'eau s'unissent à l'oxygène pour se transformer en radicaux libre de plus longue durée de vie par effet oxygène
- D) Vrai : l'effet oxygène potentialise l'effet des rayonnements ionisants : si la tumeur est oxygénée, possibilité d'effet oxygène : création de radicaux libres de longue durée de vie à l'origine de la destruction de la tumeur
- E) Faux

QCM9 : Réponses ABCD

- A) Vrai : elle est deux fois plus fréquente
- B) Vrai
- C) Vrai : 70% des lésions se font indirectement (via produits radiolyse de l'eau) contre 30% qui se font directement par ionisation
- D) Vrai : par des enzymes (ex : peroxydase)
- E) Faux

QCM10 : Réponse E

- A) Faux : effets déterministes= obligatoires= brûlures, = à partir d'une dose de 1Gy, puis loi du tout ou rien
- B) Faux : il apparaissent à partir de 1Gy, ou 100mSv (100mSv est la limite des faible dose= important ++)
- C) Faux : ils apparaissent bien à partir de 100 mSv (en dessous, il en sont pas démontrés donc on ne peut rien affirmer), mais ne concernent que les transformations tumorales, ou les mutations génétiques transmissibles
- D) Faux : les effets tissulaires demandent du temps : semaines ou années
- E) Vrai

QCM11 : Réponses ACD

- A) Vrai
- B) Faux : contamination interne (+ dépend période effective du radioélément)
- C) Vrai
- D) Vrai : Il n'y a aucune limitation des doses par la loi pour les patients donc c'est de la responsabilité du médecin de ne pas l'exposer de trop
- E) Faux

QCM12 : Réponse C

- A) Faux : c'est l'exposition terrestre la plus importante
- B) Faux : c'est l'exposition médicale (30% contre 3%)
- C) Vrai : double tous les 1500m
- D) Faux : dépend de la géographie : nous on a de la chance, les corse non (ceci explique cela.... ☺)
- E) Faux

QCM13 : Réponses DE

- A) Faux : ça c'est l'exposition naturelle, l'exposition totale moyenne est de 3,5 mSv
- B) Faux : la limite des faibles doses c'est 100mSv, valeur à partir de laquelle commencent à apparaître les effets déterministes et stochastiques
- C) Faux : principalement d'origine naturelle (70%)
- D) Vrai : 1-10mSv pour un diagnostic, 60-80mSv pour une thérapie (mais comme c'est localisé, on considère que ce n'est pas dangereux !)
- E) Vrai

QCM14 : Réponses ABCD

- A) Vrai : L'exposition naturelle à la radioactivité d'origine cosmique augmente avec l'altitude (elle double tous les 1500m)
- B) Vrai : L'exposition médicale est d'environ 1mSv contre 0,1 mSv pour les autres sources de radioactivité artificielle (industrielle et militaire)
- C) Vrai : En France, la dose efficace correspondant à la radioactivité d'origine naturelle est de 2,4 mSv (dose repère) alors que la radioactivité d'origine artificielle ne correspond qu'à 1,1 mSv
- D) Vrai : 2,4 mSv pour la radioactivité d'origine naturelle et 1,1 mSv pour la radioactivité d'origine artificielle
- E) Faux

8. Résonance magnétique nucléaire (RMN)

2012 – 2013 (Pr Magné)

QCM1 : Parmi ces noyaux, lesquels ont un moment magnétique nul :

- A) $^{12}_6\text{C}$
- B) $^{16}_8\text{O}$
- C) $^{31}_{15}\text{P}$
- D) ^1_1H
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM2 : A propos de la RMN :

- A) La précession des atomes d'hydrogène est le résultat de l'application d'un champ tournant à la fréquence de Larmor
- B) Le champ B_0 responsable de la précession des atomes d'hydrogène est produit par des aimants supra-conducteurs
- C) Dans un champ magnétique B_0 , les atomes d'hydrogène précessent autour du champ à la fréquence de Larmor
- D) Lors de la précession, les protons précessent tous dans le même sens, sur le même niveau d'énergie
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM3 : A propos de la RMN :

- A) La résonance consiste à faire basculer le champ magnétique B_0 responsable de la précession des atomes d'hydrogène
- B) Pour obtenir le phénomène de résonance, on peut appliquer un champ B_1 tournant à la fréquence de Larmor, perpendiculairement à B_0
- 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) Lors de la résonance, les protons des atomes d'hydrogène se répartissent tous sur le niveau d'énergie le plus faible
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM4 : A propos de la RMN :

- A) La relaxation de l'aimantation intervient lorsque l'on coupe B_0 responsable de la précession des atomes d'hydrogène
- B) La relaxation de l'aimantation permet la mesure du champ magnétique macroscopique M
- C) La relaxation de l'aimantation dans la projection parallèle à B_0 s'effectue selon un temps T_1 , temps spin-réseau ou temps de décroissance en z
- D) La relaxation de l'aimantation dans la projection perpendiculaire à B_0 s'effectue selon un temps T_2 , temps spin-spin ou temps de recroissance en xy
- E) Le temps de relaxation longitudinale est beaucoup plus faible que le temps de relaxation transversale

QCM5 : A propos de la RMN :

- A) Le champ magnétique B_0 dans un appareil d'IRM est 20 fois supérieur au champ magnétique terrestre
- B) Lors de la relaxation, au bout d'un temps T_2 , l'aimantation transversale a atteint 0,63 fois sa valeur finale
- C) Lors de la relaxation, au bout d'un temps T_1 , l'aimantation longitudinale a atteint 0,37 fois sa valeur initiale
- D) Lors de la précession, la fréquence de l'impulsion radio-fréquence est choisie en fonction du contraste que l'on souhaite observer sur les images IRM
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM6 : Dans un appareil à IRM, on applique un champ magnétique principal de 2T. Quelle est la fréquence de précession des protons ?

On considère le rapport gyromagnétique du proton égal à 3.108 , et $\pi = 3$

- A) 6.108 MHz
- B) 3.108 MHz
- C) 108MHz
- D) 105 GHz
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM7 : Dans un appareil à IRM, on mesure une fréquence de résonance de 21,3 MHz. En sachant que la fréquence de résonance du proton placé dans un champ magnétique de 1T est de 42,5 MHz, que vaut le champ magnétique appliqué :

- A) 0,5T
- B) 1T
- C) 2T
- D) 3T
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM8 : Dans un appareil à IRM, on augmente l'intensité du champ B_0 d'un facteur 2. L'énergie de l'onde radio-fréquence appliquée pour la précession est :

- A) Divisée par 2
- B) Multipliée par 2
- C) Inchangée
- D) Divisée par 4
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM9 : On considère le phénomène de RMN. Pour des protons soumis à un champ $B_0=2T$, quelle est l'énergie de l'onde radio-fréquence à appliquer pour que le phénomène de résonance ait lieu ?

Rapport gyromagnétique du proton 3.108

- A) 6 eV
- B) 6.10^{-7} eV
- C) 3.10^{-7} eV
- D) 0,6 μ eV
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

Correction : Résonance magnétique nucléaire (RMN)**2012 – 2013****QCM1 : Réponse AB***Rappel de cours :*

- ⇒ Z et N pairs : $I=0$
- ⇒ Z et N impairs : $I=k$
- ⇒ Z ou N impairs : $I=k/2$

- A) Vrai : $^{12}_6C$: Z=6, N=6 donc $I=0$
 B) Vrai : $^{16}_8O$: Z=8, N=8 donc $I=0$
 C) Faux : $^{31}_{15}P$: Z=15, N=16 donc $I=k/2$
 D) Faux : 1_1H : Z=1, N=0 donc $I= 1/2$
 E) Faux

QCM2 : Réponses BC

- A) Faux : le champ B0 responsable de la précession des protons n'est pas tournant, c'est le champ B1 responsable de la résonance qui est tournant
 B) Vrai
 C) Vrai
 D) Faux : les protons précessent dans le sens parallèle (up) ou anti-parallèle (down). Le sens parallèle équivaut à un niveau d'énergie plus faible que le sens anti-parallèle donc nous aurons davantage de protons dans le sens parallèle (5 sur 1 million). Ce déséquilibre de répartition empêche que tous les spins s'annulent (=se compensent) et permet alors l'apparition d'une aimantation macroscopique que l'on va vouloir mesurer pour créer des images
 E) Faux

QCM3 : Réponse BC

- A) Faux : Lors de la résonance on cherche à faire basculer le moment magnétique macroscopique M (qui décrit lors de sa bascule un arc de cercle= demi-sphère). Le déplacer nous permettra de le mesurer lors de la phase de relaxation (=retour à l'état d'équilibre)
 B) Vrai
 C) Vrai : soit on applique un champ magnétique B1 soit on applique une onde radio-fréquence
 D) Faux : Ils se répartissent équitablement sur les deux niveaux d'énergie
 E) Faux

QCM4 : Réponse B

- A) Faux : la relaxation c'est quand on arrête l'impulsion radio-fréquence (ou champ B1) responsable de la résonance des protons
 B) Vrai
 C) Faux : c'est le temps de recroissance en z
 D) Faux : c'est le temps de disparition de la composante xz
 E) Faux : $T1 \gg T2$ d'où la forme en pavillon de trompette

QCM5 : Réponse E

- A) Faux : champ terrestre= 10^{-6} T
 B) Faux : au bout d'un temps T1, l'aimantation longitudinale a atteint 0,63 fois sa valeur finale (attention, c'est bien la valeur FINALE vu qu'elle croît, sa valeur initiale est nulle)
 C) Faux : au bout d'un temps T2, l'aimantation transversale a atteint 0,37 fois sa valeur initiale (puisqu'elle décroît)
 D) Faux : rien à voir, elle est choisie en fonction du champ magnétique B0 surtout
 E) Vrai

QCM6 : Réponses CD

$$\nu_0 = \frac{\gamma B_0}{2\pi} = 3.108 \times 2 / 2 \times 3 = 108 \text{ MHz}$$

QCM7 : Réponse A

On a la moitié de 42,5MHz, donc la moitié de $1T = 0,5$ T

QCM8 : Réponse B

$E = h\nu = h \frac{\gamma B_0}{2\pi}$, donc E et B0 sont proportionnel

QCM9 : Réponses BD

$E = h\nu = h \frac{\gamma B_0}{2\pi} = 4.10^{-15} \times 3.108 \times 3/6 = 6.10^{-7} \text{ eV}$

Ou alors vous avez appris par cœur que $\frac{\gamma}{2\pi} = 42,6 \text{ MHz.s}^{-1}$ et vous faites : $4.10^{-15} \times 3 \times 42,6.106$

9. Imagerie par résonance magnétique (IRM)

2012 – 2013 (Pr Magné)

QCM1 : On considère deux tissus A et B ayant la même densité de protons, on donne :

	Tissu A	Tissu B
T1	1000ms	100ms
T2	100ms	60ms

On réalise une acquisition avec un TR de 400ms et un TE de 20ms

- A) C'est une acquisition pondérée en T2
- B) Le tissu A et le tissu B apparaissent en isosignal
- C) Le tissu A est en hypersignal par rapport au tissu B
- D) Le tissu A est en hyposignal par rapport au tissu B
- E) Aucune des ces propositions n'est exacte

QCM2 : On considère les paramètres suivants :

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

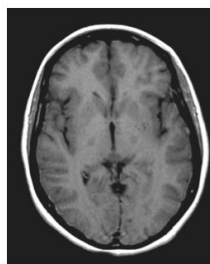
- A) Le meilleur contraste obtenu entre la tumeur et le tissu sain sera obtenu en pondération en T1
- B) En image pondérée en densité de proton, la tumeur apparaît en hypodensité par rapport aux tissus sains
- C) En images pondérées en T1, la tumeur apparaît en hypersignal par rapport à la substance blanche
- D) En images pondérées en T2, la tumeur apparaît en hyposignal par rapport aux tissus sains
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM3 : Quel couple de TE/TR permet d'obtenir un contraste entre ces deux tissus :

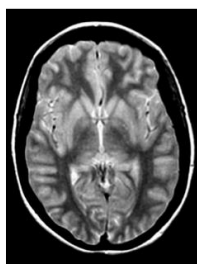
	T1	T2
Tissu A	100 ms	400 ms
Tissu B	89 ms	80 ms

- A) TE= 25 ms et TR= 1800ms
- B) TE=100ms et TR= 1800ms
- C) TE= 20 ms et TR= 300ms
- D) TE=100ms et TR=300 ms
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

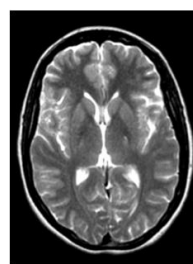
QCM4 : A propos des images suivantes :



TR 480
TE 10

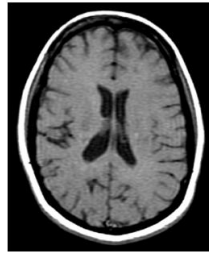
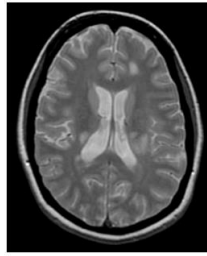
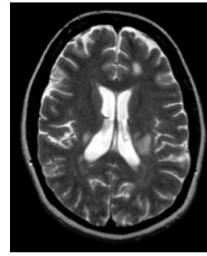


TR 5000
TE 10



TR 5000
TE 103

- A) La première image est pondérée en T2
- B) La deuxième image est pondérée en T1
- C) La troisième image est pondérée en rho
- D) La pondération de la première image est adaptée pour mettre en évidence une calcification intra-cérébrale
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM5 :TR 580
TE 10TR 3000
TE 14TR 3000
TE 82

- A) La première image est pondérée en T2
- B) La deuxième image est pondérée en T1
- C) La troisième image est pondérée en rho
- D) La troisième image est pondérée en T2
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM6 : Un patient se présente avec douleur dans la jambe droite. On lui fait un IRM pour rechercher la présence d'une tumeur.

On donne :

	T1	T2
Tissu sain	600 ms	200 ms
Tumeur	1200 ms	300 ms

- A) Dans une séquence écho de spin à TR=400ms et TE=30ms, la tumeur apparaîtra en hypersignal par rapport au tissu sain
- B) Dans une séquence écho de spin à TR= 2000ms et TE=30ms, la tumeur apparaîtra en isosignal par rapport au tissu sain
- C) Dans une séquence écho de spin à TR=2000ms et TE=100ms, la tumeur apparaîtra en hyposignal par rapport au tissu sain
- D) Dans une séquence écho de spin à TR=400ms et TE=30ms, la tumeur apparaîtra en hyposignal par rapport au tissu sain
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

Correction : Imagerie par résonance magnétique (IRM)**2012 – 2013****QCM1 : Réponse D**

- A) Faux : Reprenez le petit schéma du cours où l'on voit les pondérations selon les TR et T2 et apprenez à la refaire, vous le posez sur votre brouillon dès que vous voyez l'énoncé et hop, aucune erreur ! Ici c'est en T1
- B) Faux : les T1 sont différents
- C) Faux : le T1 du tissu 1 est plus grand il est en hyposignal (son T1 est plus grand, cela veut dire que son temps de recroissance en z est plus lent, donc au même moment, le signal du tissu B sera plus important que le signal du tissu A)
- D) Vrai
- E) Faux

QCM2 : Réponse E

- A) Faux : les valeurs des T1 sont assez proches, en T2 cela serait beaucoup mieux
- B) Faux : déjà on ne parle pas de densité lorsque l'on fait de l'IRM mais on parle de signal. La densité est réservée à la radio. Par contre, la tumeur apparaît bien en hyposignal par rapport aux tissus sains
- C) Faux : T1 plus grand donc hyposignal
- D) Faux : T2 grand donc hypersignal (T2= temps de disparition en xy, donc si T2 est grand la composante Mxy disparaît plus lentement donc au même moment, le signal est plus important, donc on parle d'hypersignal)
- E) Vrai

QCM3 : Réponse B

Il nous faut un contraste en T2 pour bien interpréter donc on veut un TE long et un TR long !

QCM4 : Réponse E

- 1^{er} image : TR court, TE court → T1
 - 2^e image : TR long, TE court → rho
 - 3^e image : TR long, TE long → T2
- A) Faux
- B) Faux
- C) Faux
- D) Faux : les calcifications sont caractérisés par un Z plus élevé, ce qui signifie que l'IRM n'est pas adapté pour les visualiser, on préfère utiliser le scanner à rayons X ☺
- E) Vrai

QCM5 : Réponse D

- 1^{er} image : TR court, TE court → T1
 - 2^e image : TR long, TE court → rho
 - 3^e image : TR long, TE long → T2
- A) Faux
- B) Faux
- C) Faux
- D) Vrai
- E) Faux

QCM6 : Réponse D

- A) Faux : TR court + TE court = T1 → tumeur en hyposignal car T1 plus grand
- B) Faux : TR long + TE court → rho → on en sait rien !
- C) Faux
- D) Vrai : TR court + TE court → T1
- E) Faux