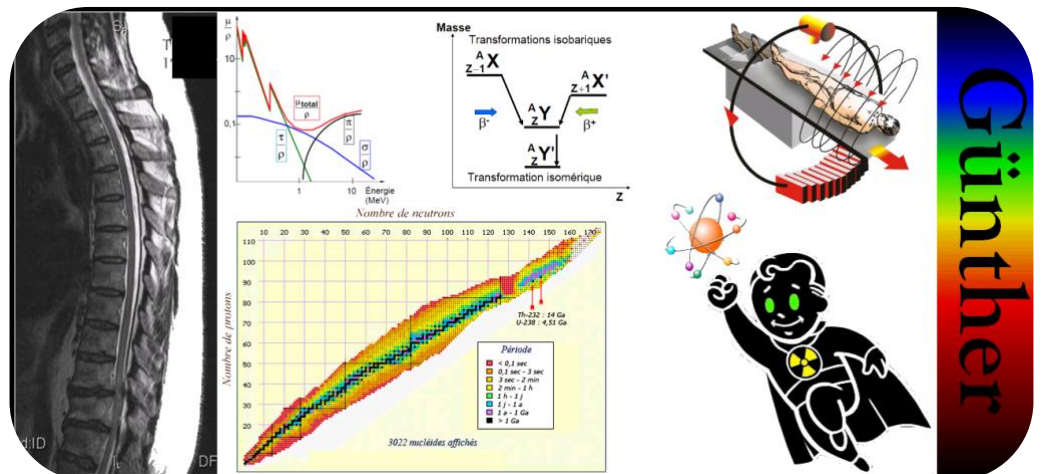


ANNATUT'

BIOPHYSIQUE

UE3a

[Année 2018-2019]



- ⇒ 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	8
2. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Interaction des rayonnements ionisants avec la matière.....	13
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Interaction des rayonnements ionisants avec la matière.....	19
3. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Rayons X.....	25
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Rayons X	28
4. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Noyau.....	31
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Noyau.....	37
5. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Transformations radioactives.....	43
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Transformations radioactives	48
6. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Lois cinétiques	52
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Lois cinétiques	54
7. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Eléments de radiobiologie et de radioprotection.....	53
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Eléments de radiobiologie et de radioprotection .	59
8. Résonance magnétique nucléaire (RMN).....	62
Correction : Résonance magnétique nucléaire (RMN)	65
9. Imagerie par résonance magnétique (IRM).....	68
Correction : Imagerie par résonance magnétique (IRM)	71
10. Radiothérapie	74
Correction : Radiothérapie.....	77

1. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Particules, ondes et atomes

2017 – 2018 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : Concernant les masses, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Les unités de masse du Système International sont préférablement utilisées en physique
- B) L'unité de masse atomique correspond au $1/12$ e de la masse d'un atome de ^{12}C
- C) Le nombre d'Avogadro ($N = 6,02 \cdot 10^{23}$) a été choisi de façon à ce que N atomes de ^{14}C pèsent 14g
- D) La masse d'un atome (en g) correspond à la masse d'une mole d'atomes (en u)
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 2 : Concernant les masses, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) La masse molaire atomique est la masse d'un atome soit de N atomes (N étant le nombre d'Avogadro)
- B) Le nombre d'Avogadro a été choisi de façon à ce qu'une mole d'atomes de ^{12}C pèse 12g
- C) L'unité de masse atomique est une unité hors SI mais bien adaptée à la physique
- D) La masse est considérée comme la résistance à l'accélération
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 3 : Concernant les masses, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Selon Einstein, lorsqu'une particule se met en mouvement, l'énergie de l'accélération se transforme en masse
- B) Lorsqu'une particule est en mouvement, plus sa vitesse est importante plus sa masse relativiste augmente
- C) Le numéro atomique est égal à l'entier le plus proche de la masse d'un atome en u
- D) Le nombre de masse est égal à l'entier le plus proche de la masse d'une mole d'atomes en g
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 4 : L'Oxygène ($Z=8$) a une masse atomique de 15,994 u :

- A) Un atome d'oxygène pèse 15,994 g
- B) Une mole d'atome d'oxygène pèse 15,994 g
- C) Un atome d'oxygène pèse $2,66 \cdot 10^{-23}$ g
- D) Le noyau de l'atome d'oxygène possède 8 protons et 7 neutrons
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 5 : Le Calcium naturel ($Z=20$) a une masse atomique de 40,09 g :

- A) Le numéro atomique du Calcium est 40
- B) La masse d'un atome de Calcium est 40,09 u
- C) La masse d'un atome de Calcium est $4,66 \cdot 10^{-23}$ g
- D) Cet atome possède 40 électrons dans son état fondamental
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 6 : L'atome d'Antimoine ($Z=51$) a une masse atomique de 121,76 g :

- A) La masse d'un atome d'Antimoine est égale à 121,76 g
- B) La masse d'une mole d'atome d'Antimoine est égale à 121,76 u
- C) Le noyau de l'atome d'Antimoine possède 51 neutrons et 71 protons
- D) L'atome d'Antimoine dans son état fondamental possède 51 électrons
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 7 : L'atome de Zinc ($Z=30$) a une masse de 65,409 u :

- A) Cet atome est composé de 65 neutrons
- B) Cet atome pèse 65,409 g
- C) Cet atome pèse $10,9 \cdot 10^{-23}$ g
- D) Une mole de cet atome pèse 65,409 g
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 8 : Le Fluor ($N=10$) a une masse atomique de 18,998 g :

- A) La masse d'un atome de Fluor vaut 18,998 u
- B) La masse d'un atome de Fluor vaut 18,998 g
- C) Le Fluor possède 10 électrons dans son état fondamental
- D) Le Fluor est composé de 19 nucléons
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 9 : L'atome de Brome (Z=35) a une masse atomique de 79,904 u :

- A) Il s'agit du Brome-80 (numéro atomique A=80)
- B) Le Brome est composé de 45 électrons dans son état fondamental
- C) La masse d'un atome de Brome pèse 79,904 g
- D) La masse d'un atome de Brome pèse $13,27 \cdot 10^{-23}$ g
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 10 : Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exactes concernant le Potassium (Z=19), sachant que sa masse atomique est égale à 39,0983 u ? (inspiré du concours 2015-2016)

- A) Son nombre de nucléons est égal à 40
- B) La masse d'une mole d'atome est égale à 39,0983 g
- C) La masse d'un atome est égal à $6,5 \cdot 10^{-23}$ g
- D) Cet atome possède 39 électrons dans son état fondamental
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 11 : Concernant le Titane (Z=22) ayant une masse de 47,8673 g, donnez la (les) proposition(s) exacte(s) :

- A) La masse d'une mole d'atome de Titane vaut 47,8673 u
- B) Le Titane possède 48 nucléons
- C) La masse d'un atome de Titane vaut $7,95 \cdot 10^{-23}$ g
- D) Le Titane possède 22 protons et 26 neutrons
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 12 : Donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) L'électronvolt correspond à énergie cinétique acquise par un électron sans vitesse initiale, sous l'effet d'une ddp de 10 Volt
- B) $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{19} \text{ J}$
- C) Le proton et le neutron sont des particules stables dedans tout comme hors du noyau
- D) La particule α (atome d'Hélium) est retrouvée dans la radioactivité α
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 13 : Concernant les particules, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Le proton et le neutron sont des particules relativistes qui se déplacent à la vitesse de la lumière
- B) Le neutron est stable hors du noyau tandis que le proton est instable et se désintègre
- C) La particule α correspond au noyau de l'atome d'Hélium et possède 4 nucléons
- D) Le positon est l'antiparticule du proton
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 14 : A propos des REM :

- A) Les REM résultent de la propagation d'un champ électrique \vec{E} et d'un champ magnétique \vec{B} qui vibrent en phase, perpendiculaires l'un par rapport à l'autre et par rapport à la direction de propagation
- B) Les REM se propagent dans l'air à une vitesse de $3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- C) Les REM sont caractérisés par leur longueur d'onde et leur fréquence, les deux grandeurs étant proportionnelles
- D) Les REM possèdent un spectre très étroit (entre 400 et 700 nm)
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 15 : Donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Les REM se propagent dans le vide à une vitesse dépendant de leur longueur d'onde et de leur fréquence
- B) La longueur d'onde est la plus petite distance séparant 2 points de même état vibratoire
- C) Les rayons X et les rayons γ sont deux types de REM d'énergies différentes
- D) Non, la différence entre les deux types est leur origine : les rayons X ont une origine nucléaire alors que les rayons γ ont une origine atomique
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 16 : Concernant les REM :

- A) L'énergie des REM visibles est supérieure à celle des UV
- B) L'énergie des IR est inférieure à celle des UV
- C) L'énergie des REM X est supérieure à celle des REM γ
- D) La longueur d'onde des REM visibles est inférieure à celle des UV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 17 : A propos des REM :

- A) La longueur d'onde des REM UV est inférieure à celle des visibles
- B) L'énergie des REM radios est supérieure à celle des UV
- C) La longueur d'onde des REM IR est inférieure à celle des visibles
- D) L'énergie des REM γ est inférieure à celle des IR
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 18 : Classez par énergie décroissante les REM suivants : rayonnement visible, IR, RX et R_γ , et ondes radio.

- A) Rayonnement visible, IR, RX, ondes radio
- B) IR, ondes radio, R_γ , rayonnement visible
- C) Rayonnement visible, ondes radio, IR, RX
- D) Ondes radio, rayonnement visible, IR, R_γ
- E) R_γ , rayonnement visible, IR, ondes radio

QCM 19 : A propos des REM, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Un REM ne peut céder ou acquérir de l'énergie que par quantités continues
- B) Mais non, c'est par quantités discontinues, multiples entiers du quantum de Planck
- C) Un REM est composé de photons d'énergie $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$, l'énergie en eV
- D) Un REM est composé de photons d'énergie $E = \frac{1240}{\lambda}$ avec l'énergie en J et la longueur d'onde en m
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 20 : Classez par longueur d'onde décroissante les REM suivants : rayonnement visible, RX et R_γ , UV, IR et ondes radio.

- A) Rayonnement visible, IR, ondes radio
- B) IR, rayonnement visible, R_γ
- C) Ondes radio, rayonnement visible, UV
- D) RX, rayonnement visible, IR
- E) Ondes radio, rayonnement visible, RX

QCM 21 : On considère une onde électromagnétique de longueur d'onde $\lambda = 620$ nm.

Données : constante de Planck $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$

- A) L'énergie de l'OEM vaut 4 eV
- B) L'énergie de l'OEM vaut 2 eV
- C) L'OEM a une fréquence de $4,8 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$
- D) L'OEM a une fréquence de $4,8 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 22 : On considère une onde électromagnétique de longueur d'onde $\lambda = 310$ nm.

Données : constante de Planck $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$

- A) L'OEM a une énergie qui vaut 4 eV
- B) L'OEM a une énergie qui vaut $0,4 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
- C) L'OEM a une énergie qui vaut $6,4 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
- D) La fréquence de l'OEM est de $9,7 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 23 : On considère une onde électromagnétique d'énergie 4 eV. Donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

Données : constante de Planck $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$

- A) La longueur d'onde de l'OEM vaut 620 nm
- B) La longueur d'onde de l'OEM vaut 310 nm
- C) La fréquence de l'OEM est de $9,7 \cdot 10^5 \text{ GHz}$
- D) La fréquence de l'OEM est de $4,8 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 24 : On considère une onde électromagnétique de fréquence $\nu = 4,8 \cdot 10^5 \text{ GHz}$. Quelle est sa longueur d'onde ?

- A) 620 nm
- B) $0,62 \mu\text{m}$
- C) 310 m
- D) 310 nm
- E) $3,1 \cdot 10^{-7} \text{ m}$

QCM 25 : A propos de la dualité onde-particule :

- A) Einstein et De Broglie sont les auteurs de cette théorie toujours valable
- B) Selon cette théorie, les OEM peuvent être considérées comme des photons de masse exclusivement dynamique $m = \frac{h}{\lambda c}$
- C) Toujours selon cette théorie, toute particule possède un caractère ondulatoire et donc une longueur d'onde $\lambda = \frac{h}{mv}$
- D) Enfin, cette théorie n'est valable que pour les longueurs d'ondes $< 10^{-15} \text{ m}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 26 : A propos des modèles de l'atome :

- A) Jusqu'au début du 20e siècle, l'atome était considéré comme une sphère pleine remplie de charges positives
- B) Puis Rutherford débarque et démontre avec une expérience que la matière est en réalité pleine de vide
- C) Il représente donc l'atome comme une masse centrale, le noyau positif (diamètre 10^{-10} m) autour de laquelle gravitent des électrons négatifs en périphérie (diamètre 10^{-15} m)
- D) Un peu plus tard, Bohr complète ce modèle en démontrant que les circonférences des orbites doivent être multiples entiers de la longueur d'onde et que leur rayon est quantifié
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 27 : Donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Le nombre quantique principal n varie par valeurs entières 0, 1, 2 ...
- B) Selon le modèle de Bohr, le rayon de l'orbite vaut $\frac{n\lambda}{2\pi}$
- C) Le diamètre du noyau est de l'ordre de 10^{-15} m
- D) A toute particule de masse m et de vitesse v, on peut associer une longueur d'onde $\lambda = \frac{h}{mv}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 28 : Concernant les électrons, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Les plus fortement liés à l'édifice atomique sont ceux de la couche externe alors que les moins fortement liés sont ceux de la couche K
- B) Non, ce sont les électrons de la couche K les plus fortement liés et les électrons de la couche externe les moins fortement liés
- C) Ce sont des particules de masse $\frac{1}{2000} u$ et d'énergie $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
- D) Ce sont des particules relativistes
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 29 : A propos des électrons et de l'atome :

- A) L'atome est dans son état fondamental uniquement lorsque les couches électroniques les plus basses sont complètes, sinon il se retrouve dans un état excité avec un excès d'énergie
- B) Les électrons remplissent les couches électroniques selon le mode $2n^2$ maximum
- C) L'énergie de l'électron est positive tandis que l'énergie de liaison de l'électron est négative
- D) L'énergie de l'électron est négative alors que l'énergie de liaison de l'électron est positive
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 30 : Concernant les énergies dans l'atome, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) L'énergie de l'électron est négative et continue
- B) L'énergie de liaison de l'électron correspond à l'énergie nécessaire pour arracher l'électron à l'édifice atomique et l'emporter hors de l'influence du noyau. Cette énergie est positive
- C) Ces deux énergies sont quantifiées : elles varient de façon discontinue selon n
- D) Ainsi, pour passer d'une couche électronique à une autre, l'électron ne peut recevoir ou céder qu'un quantum d'énergie
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 31 : Quelle est l'énergie de liaison en eV de la couche M (modèle de Bohr) du fer (Z=26), sachant que sa constante écran correspondante est égale à 20 ?

- A) -450
- B) -23,2
- C) 54,4
- D) -54,4
- E) 23,2

QCM 32 : Quelle est l'énergie des électrons en eV de la couche M (modèle de Bohr) du Calcium (Z=20), sachant que la constante écran correspondante vaut 16 ?

- A) -87
- B) 108
- C) 24,2
- D) -108
- E) -24,2

QCM 33 : Quelle est l'énergie de liaison des électrons de la couche M (modèle de Bohr) du Potassium ($Z=19$), sachant que la constante écran est égale à 11 ?

- A) -96,7 eV B) $154,8 \cdot 10^{-19}$ J C) 37,2 eV D) 96,7 eV E) $-154,8 \cdot 10^{-19}$ J

QCM 34 : Quelle est l'énergie des électrons de la couche M (modèle de Bohr) du Nickel ($Z=28$), sachant que la constante écran est égale à 18 ?

- A) -34 eV
B) $54,4 \cdot 10^{-19}$ J
C) $-24,2 \cdot 10^{-19}$ J
D) $24,2 \cdot 10^{-19}$ J
E) -15,1 eV

QCM 35 : Quelle est la valeur de la constante écran de la couche L (modèle de Bohr) de l'atome d'Oxygène ($Z=16$) sachant que l'énergie d'un électron sur cette couche vaut $W_L = -54,4 \text{ eV}$?

- A) 10 B) 16 C) 4 D) 12 E) 8

QCM 36 : Quelle est la masse relativiste d'un électron à la vitesse $v = 0,8c$?

Données : $m_{e^-} = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

- A) $35,5 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ B) $77 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ C) $87,4 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ D) $15,2 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ E) $53 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

QCM 37 : Quelle est en eV l'énergie de liaison des électrons de la couche L (modèle de Bohr) du Chlore ($Z=17$), sachant que la constante écran est égale à 8 ? (*inspiré du concours 2009-2010*)

- A) 27,5 B) - 275,4 C) 550,8 D) - 27,5 E) 275,4

QCM 38 : Quelle est l'énergie des électrons en eV de la couche M (modèle de Bohr) du Magnésium ($Z=12$), sachant que la constante écran correspondante vaut 6 ?

- A) 122,4 B) 54,4 C) -54,4 D) -163,2 E) -122,4

Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Particules, ondes et atomes**2017 – 2018 (Pr. Darcourt)****QCM 1 : AB**

- A) Vrai : Au contraire ! Elles sont peu adaptées et c'est pour ça qu'on préfère utiliser l'unité de masse atomique u
B) Vrai : Définition à connaître
C) Faux : Non c'est pour que N atomes de C^{12} pèsent 12g (attention aux pièges de lecture comme ça)
D) Faux : C'est l'inverse : masse d'un atome (en u) correspond à la masse d'une mole d'atomes (en g)
E) Faux

QCM 2 : BCD

- A) Faux : c'est la masse d'une mole d'atome et pas d'un atome
B) Vrai
C) Vrai
D) Vrai
E) Faux

QCM 3 : ABD

- A) Vrai : Définition à connaître
B) Vrai : Propriété issue de la formule de la masse relativiste, à connaître
C) Faux : C'est le nombre de masse A !!
D) Vrai
E) Faux

QCM 4 : BC

- A) Faux : Un atome = en u ! Donc un atome d'oxygène pèse 15,994 u
B) Vrai : Une mole d'atomes = en g
C) Vrai : Il faut utiliser la formule $1 u = \frac{1}{N} g = \frac{1}{6,02 \cdot 10^{23}} g$. Ici, ça donne $\frac{15,994}{6,02 \cdot 10^{23}} = \frac{15,994}{6,02} \cdot 10^{-23} = 2,66 \cdot 10^{-23} g$
D) Faux : Il possède 8 protons et 8 neutrons ! Car on déduit des items précédents que A=16 (entier le plus proche de 15,994) donc N = A-Z = 16 - 8 = 8
E) Faux

QCM 5 : B

- A) Faux : Le numéro atomique Z vaut 20 ! C'est le nombre de masse A qui vaut 40 (car c'est l'entier le plus proche de la masse atomique)
B) Vrai
C) Faux : On utilise $1 u = \frac{1}{N} g = \frac{1}{6,02 \cdot 10^{23}} g$. Ici, ça donne $\frac{40,09}{6,02 \cdot 10^{23}} = \frac{40,09}{6,02} \cdot 10^{-23} = 6,66 \cdot 10^{-23} g$
D) Faux : Il possède 20 électrons car Z=20
E) Faux

QCM 6 : D

- A) Faux : C'est en u !
B) Faux : C'est en g ! ATTENTION aux pièges d'inversion entre u et g
C) Faux : C'est 51 protons (car Z=51) et 71 neutrons (car N = A-Z = 122-51 = 71)
D) Vrai : Nombre d'électrons = nombre de protons
E) Faux

QCM 7 : CD

- A) Faux : Attention il est composé de 65 nucléons et 65 - 30 = 35 neutrons
B) Faux : 65,409 u !
C) Vrai : On utilise $1 u = \frac{1}{N} g = \frac{1}{6,02 \cdot 10^{23}} g$. Ici, ça donne $\frac{65,409}{6,02 \cdot 10^{23}} = \frac{65,409}{6,02} \cdot 10^{-23} = 10,9 \cdot 10^{-23} g$
D) Vrai
E) Faux

QCM 8 : AD

- A) Vrai : masse d'un atome en u et masse d'une mole d'atomes en g !
 B) Faux
 C) Faux : Il possède 9 électrons car $Z=9$. Attention dans l'énoncé je vous ai mis N et pas Z, ne lisez pas trop vite. Ici il fallait se dire que $A=19$ (grâce à la masse) et $N=10$ donc $Z=19-10=9$ et donc 9 électrons
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 9 : D

- A) Faux : c'est nombre de masse A (lisez bien tout)
 B) Faux : 35 électrons ! 45 c'est le nombre de nucléons
 C) Faux : en u !
 D) Vrai : On utilise $1 u = \frac{1}{N} g = \frac{1}{6,02 \cdot 10^{23}} g \rightarrow \frac{79,904}{6,02 \cdot 10^{23}} = \frac{79,904}{6,02} \cdot 10^{-23} = 13,27 \cdot 10^{-23} g$
 E) Faux

QCM 10 : BC

- A) Faux : $A=39$
 B) Vrai
 C) Vrai : On utilise $1 u = \frac{1}{N} g$. Ici, ça donne $\frac{39,0983}{6,02 \cdot 10^{23}} = \frac{39,0983}{6,02} \cdot 10^{-23} = 6,5 \cdot 10^{-23} g$
 D) Faux : 19 électrons ($Z=19$)
 E) Faux

QCM 11 : BCD

- A) Faux : 47,8673 g !
 B) Vrai : A est l'entier le plus proche de la masse d'un atome en u ou d'une mole d'atomes en g donc ici A est l'entier le plus proche de 47,8673 donc 48
 C) Vrai : On utilise $1 u = \frac{1}{N} g \rightarrow \frac{47,8673}{6,02 \cdot 10^{23}} = \frac{47,8673}{6,02} \cdot 10^{-23} = 7,95 \cdot 10^{-23} g$
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 12 : E

- A) Faux : Tout est vrai sauf la ddp qui vaut 1 Volt !
 B) Faux : $1 eV = 1,6 \cdot 10^{-19} J$!
 C) Faux : Le neutron est instable hors du noyau et se désintègre
 D) Faux : NOYAU de l'atome d'Hélium
 E) Vrai

QCM 13 : C

- A) Faux : Ce sont des particules NON relativistes ! A ne pas confondre avec l'électron
 B) Faux : C'est l'inverse : proton stable partout alors que neutron instable hors du noyau
 C) Vrai
 D) Faux : C'est l'antiparticule de l'électron
 E) Faux

QCM 14 : A

- A) Vrai
 B) Faux : C'est dans le vide !
 C) Faux : La longueur d'onde et la fréquence sont inversement proportionnelles
 D) Faux : Le spectre des REM est très large ! Entre 400 et 700 nm c'est seulement le visible, qui est une toute petite partie du spectre global
 E) Faux

QCM 15 : AB

- A) Vrai : $c = \lambda \nu$
 B) Vrai : Définition par cœur
 C) Faux : ATTENTION même énergie mais ORIGINE différente
 D) Faux : Le début de l'item est juste mais j'ai inversé chaque origine : R_X = origine atomique et R_γ = origine nucléaire !!
 E) Faux

QCM 16 : B

- A) Faux : Inférieure
 B) Vrai
 C) Faux : ATTENTION piège ! Même énergie pour RX et R_γ
 D) Faux : Supérieure
 E) Faux : Attention ce genre de QCM tombe assez souvent. Il suffit juste de savoir bien lire le spectre des REM

QCM 17 : A

- A) Vrai
 B) Faux : Très inférieure
 C) Faux : Supérieure
 D) Faux : Pensez que les RX et R_γ sont les REM les plus énergétiques que l'on étudie ! Donc rien n'a une énergie supérieure (et donc une longueur d'onde inférieure)
 E) Faux : Entraînez-vous bien à lire le spectre

QCM 18 : E

On nous demande de classer selon l'énergie décroissante donc du plus grand au plus petit. Dans l'ordre ça donne : RX et R_γ , UV, visible, IR, ondes radio !

QCM 19 : B

- A) Faux : archi faux, cf B
 B) Vrai : Définition à connaître
 C) Faux : ATTENTION l'énergie est en J dans cette formule !
 D) Faux : ATTENTION c'est la relation de Duane et Hunt avec l'énergie en eV et la longueur d'onde en nm !
 E) Faux

QCM 20 : BCE

Dans l'ordre décroissant ça donne : ondes radio → IR → visible → UV → R_γ et RX

QCM 21 : BD

- A) Faux : On nous demande l'énergie en eV donc on utilise la relation de Duane et Hunt : $E (eV) = \frac{1240}{\lambda (nm)} = \frac{1240}{620} = 2 eV$
 B) Faux
 C) Faux : Maintenant on nous demande la fréquence de l'OEM. On va se servir de l'équation de l'énergie en J cette fois : $E = h\nu$. On isole la fréquence : $\nu = \frac{E}{h}$
 On passe de l'énergie en eV à celle en J en multipliant par $1,6 \cdot 10^{-19}$, et on trouve $E = 3,2 \cdot 10^{-19} J$
 On peut maintenant trouver $\nu = \frac{E}{h} = \frac{3,2 \cdot 10^{-19}}{6,62 \cdot 10^{-34}} = 0,48 \cdot 10^{15} Hz = 4,8 \cdot 10^{14} Hz$
 D) Vrai : cf C
 E) Faux

QCM 22 : ACD

- A) Vrai : Relation de Duane et Hunt : $E (eV) = \frac{1240}{\lambda (nm)} = \frac{1240}{310} = 4 eV$
 B) Faux : cf C
 C) Vrai : On passe de l'énergie en eV à celle en J en multipliant par $1,6 \cdot 10^{-19}$, donc $E = 4 \times 1,6 \cdot 10^{-19} = 6,4 \cdot 10^{-19} J$
 D) Vrai : On a l'énergie en J donc on peut faire : $\nu = \frac{E}{h} = \frac{6,4 \cdot 10^{-19}}{6,62 \cdot 10^{-34}} = 0,97 \cdot 10^{15} Hz = 9,7 \cdot 10^{14} Hz$
 E) Faux

QCM 23 : BC

- A) Faux : cf B
 B) Vrai : $\lambda = \frac{1240}{4} = 310 nm$
 C) Vrai : On a $E = h\nu$ d'où $\nu = \frac{E}{h}$ avec E en J ! Comme on a E en eV on la convertit et ça donne $E = 4 eV = 6,4 \cdot 10^{-19} J$.
 Donc $\nu = \frac{6,4 \cdot 10^{-19}}{6,62 \cdot 10^{-34}} = 0,97 \cdot 10^{15} Hz = 9,7 \cdot 10^{14} Hz = 9,7 \cdot 10^5 GHz$
 D) Faux : cf C
 E) Faux

QCM 24 : DE

On calcule $E = h\nu = 6,62 \cdot 10^{-34} \times 9,7 \cdot 10^{14} = 64,2 \cdot 10^{-20} \text{ J} = 6,4 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

Puis on passe à l'énergie en eV : $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 1 \text{ eV}$ donc $6,4 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 4 \text{ eV}$

Enfin on trouve la longueur d'onde avec la relation de Duane et Hunt : $\lambda = \frac{1240}{E \text{ (eV)}} = \frac{1240}{4} = 310 \text{ nm} = 310 \cdot 10^{-9} = 3,1 \cdot 10^{-7} \text{ m}$

QCM 25 : BC

A) Faux : ATTENTION la théorie n'est valable que dans certaines conditions précises ! Le reste de l'item est juste

B) Vrai : C'est le 1e aspect de la dualité, à connaître

C) Vrai : C'est le 2e aspect, à connaître aussi

D) Faux : C'est pour les longueurs d'ondes suffisamment grandes $> 10^{-15} \text{ m}$!

E) Faux

QCM 26 : BD

A) Faux : Une sphère pleine remplie de charges négatives

B) Vrai

C) Faux : En fait tout est vrai sauf les parenthèses qui sont inversées : diamètre du noyau = 10^{-15} m et diamètre de l'atome entier = 10^{-10} m !

D) Vrai

E) Faux

QCM 27 : BCD

A) Faux : Jamais 0 !! n commence à 1 (rappel $n=1 \rightarrow$ couche K) ATTENTION

B) Vrai

C) Vrai

D) Vrai

E) Faux

QCM 28 : BD

A) Faux : Cf B

B) Vrai

C) Faux : ATTENTION leur énergie vaut $-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$! C'est le proton qui a pour énergie $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

D) Vrai

E) Faux

QCM 29 : ABD

A) Vrai : A connaître par cœur

B) Vrai : Idem

C) Faux : Cf D

D) Vrai : Ça aussi par cœur archi par cœur

E) Faux

QCM 30 : BCD

A) Faux : Elle est négative mais discontinue ! (tout comme l'énergie de liaison)

B) Vrai

C) Vrai

D) Vrai

E) Faux

QCM 31 : C

On utilise la formule du cours avec $n=3$ (car couche M) :

$$E_L = |W_n| = 13,6 \frac{(Z-\sigma)^2}{n^2} = 13,6 \times \frac{(26-20)^2}{3^2} = \frac{13,6 \times 36}{9} = 54,4 \text{ eV}$$

Attention le résultat est POSITIF car on demande l'énergie de liaison ! Si on demandait l'énergie des électrons ce serait négatif ! Du coup si vous hésitez entre plusieurs réponses, pour maximiser vos chances d'avoir juste, éliminez direct les réponses négatives et vous aurez moins de chances de vous tromper 😊

QCM 32 : E

$$W_n = -13,6 \frac{(Z-\sigma)^2}{n^2} = -13,6 \times \frac{(20-16)^2}{3^2} = -\frac{13,6 \times 16}{9} = -24,2 \text{ eV}$$

Attention le résultat est NEGATIF car on demande l'énergie des électrons ! Donc même si vous hésitez entre plusieurs réponses vous éliminez direct les résultats positifs ☺

QCM 33 : BD

$$E_L = |W_n| = 13,6 \frac{(Z-\sigma)^2}{n^2} = 13,6 \times \frac{(19-11)^2}{3^2} = \frac{13,6 \times 64}{9} = 96,7 \text{ eV} \text{ Attention résultat POSITIF car } E_L !$$

De là on convertit en J en multipliant par $1,6 \cdot 10^{-19}$ et on trouve $154,8 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ (vous arrondissez en faisant $100 \times 1,5 = 150$ et vous êtes proches du vrai résultat)

QCM 34 : CE

$$W_n = -13,6 \frac{(Z-\sigma)^2}{n^2} = -13,6 \times \frac{(28-18)^2}{3^2} = -\frac{13,6 \times 100}{9} = -15,1 \text{ eV}$$

De là on convertit en J en multipliant par $1,6 \cdot 10^{-19}$ et on trouve $-24,2 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
Attention le résultat est NEGATIF car on demande l'énergie des électrons !

QCM 35 : D

$$W_L = -54,4 = -13,6 \frac{(Z-\sigma)^2}{2^2} = -13,6 \times \frac{(16-\sigma)^2}{4} \leftrightarrow 54,4 \times 4 = 13,6 \times (16-\sigma)^2 \leftrightarrow \frac{218}{13,6} = (16-\sigma)^2 \leftrightarrow 16 = (16-\sigma)^2 \leftrightarrow 4 = 16-\sigma \leftrightarrow \sigma = 16-4 = 12$$

QCM 36 : D

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31}}{\sqrt{1-(\frac{0,8c}{c})^2}} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31}}{\sqrt{1-(0,8)^2}} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31}}{\sqrt{1-0,64}} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31}}{\sqrt{0,36}} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31}}{0,6} = 15,2 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

QCM 37 : E

$$E_L = |W_n| = 13,6 \frac{(Z-\sigma)^2}{n^2} = 13,6 \times \frac{(17-8)^2}{2^2} = \frac{13,6 \times 81}{4} = 275,4 \text{ eV} \text{ Attention résultat POSITIF car } E_L !$$

QCM 38 : C

$$W_n = -13,6 \frac{(Z-\sigma)^2}{n^2} = -13,6 \times \frac{(12-6)^2}{3^2} = -\frac{13,6 \times 36}{9} = -54,4 \text{ eV}$$

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

2017 – 2018 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : Soit l'atome de Chlore ($Z=17$). Il subit une excitation par passage de la couche K à la couche M. Les énergies de ses électrons sont (en eV) : $W_K = -137,6$; $W_L = -41,4$; $W_M = -18,5$.

Quels phénomènes pourra-t-on observer lors de son retour à l'état fondamental ?

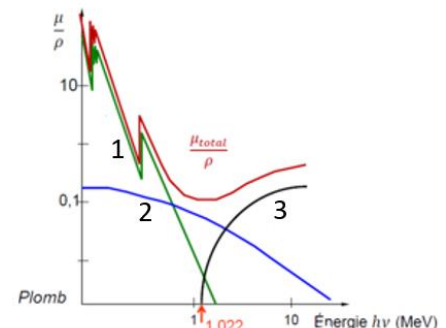
- A) Un photon de fluorescence d'énergie $E = 119,1\text{eV}$
- B) Un photon de fluorescence d'énergie $E = 100,6\text{ eV}$
- C) Un photon de fluorescence d'énergie $E = 22,9\text{ eV}$
- D) Un électron Auger d'énergie cinétique $T = 77,7\text{eV}$
- E) Un électron Auger d'énergie cinétique $T = 96,2\text{eV}$

QCM 2 : Pour se protéger d'un flux de photons d'énergie $E = 610\text{keV}$, on dispose de fer dont la CDA (=couche de demi-atténuation) est de $0,2\text{cm}$ et d'aluminium dont la CDA est de $2,6\text{cm}$. Donnez les vraies :

- A) $7,8\text{cm}$ d'aluminium atténuent 25% du flux de photons
- B) $0,2\text{cm}$ de fer et $2,6\text{cm}$ d'aluminium atténuent 25% du flux
- C) Le coefficient linéique d'atténuation du fer est plus élevé que celui de l'aluminium
- D) Avec $0,8\text{cm}$ de fer on considère que le flux de photons est atténué
- E) Toutes les réponses sont fausses

QCM 3 : A propos du graphique ci-contre :

- A) La courbe n°1 correspond à l'effet photo-électrique
- B) La courbe n°2 correspond à la création de paire
- C) Le mécanisme d'atténuation représenté par la courbe n°1 ne dépend pas du milieu
- D) Le mécanisme d'atténuation représenté par la courbe n°2 dépend de l'énergie des photons incidents mais pas du milieu
- E) Toutes les réponses sont fausses



QCM 4 : Soit un photon d'énergie $20,2\text{ eV}$ arrivant sur un atome dont les électrons ont une énergie égale à $W_K = -122,4\text{ eV}$; $W_L = -75,6\text{ eV}$; $W_M = -5,4\text{ eV}$ (selon le modèle de Bohr). Donnez la ou les propositions exactes :

- A) Le photon incident peut ioniser cet atome
- B) Le photon incident peut provoquer une excitation de cet atome de la couche K à la couche L
- C) Si notre atome est ionisé sur sa couche M, on pourra observer un photon de fluorescence de $5,4\text{ eV}$ lors de son retour à l'état fondamental
- D) Si notre atome est excité par passage d'un électron de la couche L à la couche M, on pourra observer un électron Auger d'énergie cinétique $T = 70,2\text{eV}$
- E) Les propositions A,B,C et D sont fausses

QCM 5 : Pour se protéger d'un flux de photons de 800keV , on dispose de tungstène dont la couche de demi-atténuation (CDA) est de $1,8\text{mm}$ et de palladium dont la CDA est de $1,5\text{cm}$.

Donnez la ou les propositions exactes :

- A) Le coefficient linéique d'atténuation du tungstène est supérieur à celui du palladium
- B) 3mm de palladium laissent passer 25% du flux de photons
- C) $5,4\text{mm}$ de tungstène laissent passer 25% du flux de photons
- D) L'association de $1,5\text{cm}$ de palladium et de $3,6\text{mm}$ de tungstène laisse passer 12,5% du flux de photons
- E) Les propositions A,B,C et D sont fausses

QCM 6 : A propos des mécanismes d'atténuation des photons dans la matière, donnez la ou les propositions exactes :

Données : Z plomb = 82 ; Z fer = 26

- A) La probabilité d'interaction avec l'effet photoélectrique est plus élevée dans le plomb que dans le fer
- B) La probabilité d'interaction avec l'effet Compton est plus élevée dans le plomb que dans le fer
- C) Un photon très énergétique a plus de chance d'interagir avec la matière par effet photoélectrique qu'un photon peu énergétique
- D) Un photon d'énergie très élevée a plus de chance de subir l'effet photoélectrique que l'effet Compton
- E) Les propositions A,B,C et D sont fausses

QCM 7 : Soit l'atome d'Argon ($Z=18$). Selon le modèle de Bohr les énergies de liaison de ses électrons sont : $W_K = -98,3 \text{ eV}$; $W_L = -35,9 \text{ eV}$; $W_M = -14,4 \text{ eV}$.

Quel(s) photon(s) peut/peuvent provoquer une ionisation ou une excitation de cet atome ?

- A) Un photon d'énergie $E = 104,7 \text{ eV}$
- B) Un photon d'énergie $E = 44,4 \text{ eV}$
- C) Un photon d'énergie $E = 21,5 \text{ eV}$
- D) Un photon d'énergie $E = 62,4 \text{ eV}$
- E) Les propositions A,B,C et D sont fausses

QCM 8 : Pour se protéger d'un flux de photons de 511 keV , on dispose de Bismuth dont la couche de demi-atténuation (CDA) est de $3,4 \text{ mm}$ et de Polonium dont la CDA est de $2,6 \text{ cm}$.

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

- A) Le coefficient linéique d'atténuation du Polonium est supérieur à celui du Bismuth
- B) On considère que l'association de $20,4 \text{ mm}$ de Bismuth et de $10,4 \text{ cm}$ de Polonium atténue complètement le flux de photons
- C) $5,2 \text{ cm}$ de Polonium laissent passer 50% du flux de photons
- D) $3,4 \text{ mm}$ de Bismuth laissent passer 50% du flux de photons
- E) Les propositions A,B,C et D sont fausses

QCM 9 : Soit l'atome de Césium ($Z = 55$). Selon le modèle de Bohr les énergies de liaison de ses électrons sont (en eV) $W_K = -600$; $W_L = -264$; $W_M = -83$. L'atome est ionisé sur sa couche K.

Quels phénomènes peut-on observer lors de son retour à l'état fondamental ?

- A) Un photon de fluorescence d'énergie $E = 517 \text{ eV}$
- B) Un photon de fluorescence d'énergie $E = 600 \text{ eV}$
- C) Un électron Auger d'énergie cinétique $T = 98 \text{ eV}$
- D) Un électron Auger d'énergie cinétique $T = 336 \text{ eV}$
- E) Les propositions A,B,C et D sont fausses

QCM 10 : A propos des mécanismes d'atténuation, donnez les propositions exactes :

- A) Un photon peu énergétique a plus de chance de subir la création de paire que l'effet photoélectrique
- B) Lorsqu'un photon traverse un milieu d'atomes lourds ($= Z$ élevé), l'atténuation par effet photoélectrique est plus probable que par effet Compton
- C) Un photon d'énergie $E = 1,022 \text{ keV}$ peut être atténué par l'effet de création de paire
- D) L'atténuation par effet Compton est plus probable dans le plomb ($Z = 82$) que dans l'aluminium ($Z = 13$)
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 11 : Pour se protéger d'un flux de photons d'énergie 850 eV , on dispose de rhénium dont la couche de demi-atténuation (CDA) est de $3,2 \text{ mm}$ et de mercure dont la CDA est de $1,7 \text{ mm}$.

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

- A) $5,1 \text{ mm}$ de mercure laissent passer 25% du faisceau de photons
- B) L'association de $6,4 \text{ mm}$ de rhénium et de $3,4 \text{ mm}$ de mercure laissent passer 12,5% du faisceau de photons
- C) Si on met 17 mm de mercure, on aura une atténuation totale du faisceau de photons
- D) Le coefficient linéique d'atténuation du rhénium est supérieur à celui du mercure
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 12 : A propos des mécanismes d'interaction des photons avec la matière, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) L'effet photoélectrique correspond au transfert de la totalité de l'énergie du photon incident à un électron de la matière
- B) L'interaction par effet photoélectrique sera plus probable dans le cuivre ($Z=29$) que dans l'argent ($Z=47$)
- C) L'interaction par effet Compton sera plus probable dans le tungstène ($Z=74$) que dans le césium ($Z=55$)
- D) Plus un photon est énergétique, plus son atténuation par effet photoélectrique sera grande
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 13 : Pour atténuer un flux de photons de 511 keV , on utilise le plomb dont la couche de demi-atténuation (CDA) est de $0,4 \text{ cm}$ et le béton dont la CDA est de 5 cm .

- A) Pour obtenir une atténuation identique, il faut une épaisseur de béton plus faible que celle du plomb
- B) Le coefficient linéique d'atténuation du plomb est égal à $1,73 \text{ cm}^{-1}$
- C) 15 cm de béton laissent passer 50% du faisceau de photons
- D) 4 cm de plomb laissent passer moins d'un photon sur 1000
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 14 : Soit l'atome de Fluor ($Z=9$). Dans le modèle de Bohr, les énergies de ses électrons (en eV) sont $W_K = -540$ et $W_L = -64$. Il subit une excitation par passage de la couche K à la couche L. Il se désexcite par émission d'un électron Auger. Quelle est, en eV, l'énergie cinétique de cet électron Auger ? (*inspiré du concours 2014-2015*)

- A) 348
- B) 540
- C) 476
- D) 412
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 15 : A propos des rayonnements ionisants, donnez les vraies :

- A) Les particules chargées interagissent de façon non obligatoire avec la matière
- B) Les particules neutres interagissent obligatoirement avec la matière
- C) Un rayonnement d'énergie $E = 16\text{eV}$ est ionisant
- D) Les rayons visibles, infrarouges et radios sont ionisants
- E) Toutes les réponses sont fausses

QCM 16 : Soit l'atome de Zinc ($Z=30$). Les énergies de ses électrons sont (en eV) : $W_K = -39,7$; $W_L = -18$; $W_M = -9,3$. Il subit une excitation par passage de la couche K à la couche M. Quels sont les phénomènes observables lors de son retour à l'état fondamental ?

- A) Un photon de fluorescence d'énergie $E = 30,4\text{ eV}$
- B) Un photon de fluorescence d'énergie $E = 21,7\text{ eV}$
- C) Un électron Auger d'énergie cinétique $T = 21,7\text{ eV}$
- D) Un électron Auger d'énergie cinétique $T = 21,1\text{ eV}$
- E) Toutes les réponses sont fausses

QCM 17 : On veut se protéger d'un faisceau de photons d'énergie 511eV . Pour cela on utilise du plomb dont la CDA est de $0,4\text{cm}$ et du béton dont la CDA est de 1mm . Donnez les propositions exactes :

- A) 1mm de béton atténue 50% du flux de photons
- B) $1,2\text{cm}$ de plomb atténue 25% des photons
- C) On peut négliger le nombre de photons intacts après avoir traversé 10mm de béton
- D) Le coefficient linéique d'atténuation du plomb est supérieur au coefficient linéique du béton
- E) Toutes les réponses sont fausses

QCM 18 : A propos des mécanismes d'atténuation, donnez les vraies :

- A) L'effet photo-électrique correspond au transfert de la totalité de l'énergie du photon incident à un électron de la matière
- B) L'effet Compton nécessite un photon incident d'énergie minimum de $1,022\text{MeV}$
- C) La création de paire (ou matérialisation) correspond au transfert partiel de l'énergie du photon incident à un électron de la matière
- D) La diffusion de Thomson-Rayleigh concerne les photons très énergétiques
- E) Toutes les réponses sont fausses

QCM 19 : A propos des interactions des particules avec la matière, donnez les vraies :

- A) Dans un milieu riche en hydrogène, les neutrons rapides peuvent être indirectement ionisants par la mise en mouvement de protons secondaires
- B) Les particules neutres sont très pénétrantes car elles interagissent beaucoup avec la matière
- C) Les particules chargées positivement sont directement ionisantes
- D) Une des caractéristiques des protons est le pic de Bragg correspondant à un maximum d'ionisations en fin de parcours
- E) Toutes les réponses sont fausses

QCM 20 : A propos des rayonnements et particules ionisants, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) Les particules chargées interagissent de façon stochastique avec la matière
- B) Les rayonnements visibles sont ionisants
- C) Un rayon gamma est directement ionisant
- D) Les neutrons sont indirectement ionisants par le biais de protons secondaires mis en mouvement
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 21 : Soit l'atome d'Argent ($Z = 47$). Selon le modèle de Bohr, les énergies de liaison de ses électrons sont (en eV) : $W_K = 218$; $W_L = 94$; $W_M = 17$. Il subit une excitation par passage d'un électron de la couche K à la couche M.

Quel(s) phénomène(s) pourra – t – on observer lors de son retour à l'état fondamental ?

- A) Un photon de fluorescence d'énergie $E = 77\text{eV}$
- B) Un photon de fluorescence d'énergie $E = 94\text{ eV}$
- C) Un électron Auger d'énergie cinétique $T = 201\text{ eV}$
- D) Un électron Auger d'énergie cinétique $T = 124\text{ eV}$
- E) Un électron Auger d'énergie cinétique $T = 184\text{ eV}$

QCM 22 : Un photon d'énergie $E = 8,7\text{ eV}$ arrive sur un atome de Bore ($Z = 5$) dont les électrons ont les énergies de liaison suivantes : $W_K = 82\text{ eV}$, $W_L = 37,9\text{ eV}$ (selon le modèle de Bohr). Donnez la/les proposition(s) exacte(s) ?

- A) Le photon incident peut ioniser cet atome
- B) Le photon incident peut exciter l'atome par passage d'un électron de la couche K à la couche L
- C) Ce photon sera simplement dévié, sans changement d'énergie
- D) On peut qualifier ce rayonnement de non ionisant
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 23 : A propos des interactions des rayonnements avec la matière, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) Lors de son retour à l'état fondamental, un atome de Plomb ($Z = 82$) aura plus de chance d'émettre des photons de fluorescence qu'un atome de Zinc ($Z = 30$)
- B) Lors de son retour à l'état fondamental, un atome de Fluor ($Z = 9$) aura plus de chance d'émettre des photons de fluorescence qu'un atome de Soufre ($Z = 16$)
- C) Pour restituer un excès d'énergie, un atome lourd aura plus tendance à émettre un électron Auger qu'un photon de fluorescence
- D) Pour restituer un excès d'énergie, un atome léger aura plus tendance à émettre un électron Auger qu'un photon de fluorescence
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 24 : A propos de la loi d'atténuation des photons avec la matière, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) L'atténuation des photons par une certaine épaisseur de matière se fait de manière linéique
- B) Le nombre de photons atténués est d'autant plus important que la probabilité d'interaction μ est forte
- C) Le coefficient linéique d'atténuation μ dépend de l'état du milieu traversé
- D) Le coefficient massique d'atténuation $\frac{\mu}{\rho}$ dépend de l'état du milieu traversé
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 25 : A propos de la couche de demi-atténuation (CDA), donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) Elle correspond à l'épaisseur de matière qui laisse passer 50% des photons d'un flux de photon initial
- B) Si on a 2 CDA, on atténuera 100% du flux de photons incidents
- C) L'absorption d'un faisceau de photons n'est jamais totale
- D) Au bout de 8 CDA, le nombre de photons transmis est négligeable
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 26 : Pour se protéger d'un faisceau de photons de 511keV , on dispose de plomb dans la couche de demi-atténuation (CDA) est de $1,8\text{mm}$ et d'aluminium dont la CDA est de $3,2\text{cm}$. Donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) $1,8\text{mm}$ de plomb laisse passer 25% du faisceau de photons
- B) Le nombre de photons transmis après avoir traversé 18mm est négligeable
- C) L'association de $1,8\text{mm}$ de plomb et de $6,4\text{mm}$ d'aluminium laisse passer 12,5% du faisceau de photons
- D) Le coefficient linéique d'atténuation de l'aluminium est supérieur à celui du plomb
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 27 : A propos de l'effet photoélectrique, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) Il correspond au transfert de la totalité de l'énergie du photon incident à un électron des atomes de la matière
- B) Après avoir percuté un électron, le photon incident est dévié et pourra aller interagir avec d'autres électrons
- C) Plus un rayonnement est énergétique, plus il a de chance de subir un effet photoélectrique
- D) L'interaction par effet photoélectrique est plus probable dans les tissus mous que dans les os
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 28 : A propos de l'effet Compton, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) Il s'agit d'un simple changement de direction sans changement d'énergie
- B) L'interaction par effet Compton est plus probable dans les os que dans les tissus mous
- C) Plus l'angle de déviation du photon est grand plus l'énergie transmise à l'électron (= énergie absorbée) sera grande
- D) Plus l'énergie du photon incident est élevée, plus l'énergie absorbée par l'électron de la matière est grande par rapport à l'énergie diffusée
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 29 : A propos de la diffusion de Thomson-Rayleigh, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

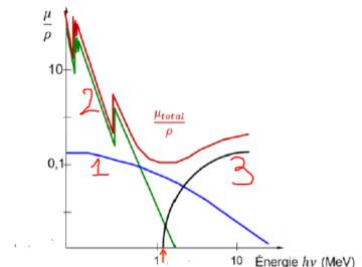
- A) Il s'agit du transfert partiel de l'énergie du photon incident à un électron des atomes de la matière
- B) Il concerne les photons peu énergétiques (rayons X, rayons gamma...)
- C) La diffusion de Thomson-Rayleigh a plus de chances de se produire lorsque le photon incident a une énergie élevée
- D) Fanny Léa Julia Margot Mathilde Eden vont perfectionner ce dm (à compter VRAI)
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 30 : A propos de la création de paire, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) Ce mécanisme d'atténuation est aussi appelé matérialisation
- B) Ce phénomène se produit lorsqu'un photon incident très énergétique passe à proximité d'un électron
- C) Les deux particules créées sont l'électron et l'antineutrino
- D) Le photon incident doit avoir une énergie d'au moins 1,022keV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 31 : A propos du graphique ci-contre, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) La courbe 1 représente l'effet photoélectrique
- B) La courbe 2 représente la création de paire
- C) La courbe 3 représente l'effet Compton
- D) La flèche rouge pointe le seuil énergétique nécessaire pour observer un effet Compton
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 32 : A propos des interactions des neutrons avec la matière, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :**

- A) Les neutrons sont des particules directement ionisantes
- B) Les neutrons sont très pénétrants car ils interagissent peu avec la matière
- C) Dans un milieu riche en hydrogène, les neutrons rapides vont percuter les protons et les mettre en mouvement : ce sont des protons secondaires ionisants
- D) Les neutrons lents ont une énergie si faible qu'ils peuvent se faire capturer par un noyau s'ils passent à proximité
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 33 : A propos des particules chargées positivement, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) Elles sont directement ionisantes
- B) Elles sont très pénétrantes car elles interagissent beaucoup avec la matière
- C) Elles sont peu déviées dans la matière
- D) On peut les utiliser pour déposer une grande quantité d'énergie à un endroit précis grâce à leur pic de Bragg
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 34 : A propos des interactions des électrons avec la matière, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) Les électrons sont directement ionisants car ils sont chargés
- B) Les électrons interagissent uniquement avec d'autres électrons
- C) Les électrons interagissent avec la matière de manière stochastique
- D) L'interaction des électrons avec la matière est à l'origine de la production de rayons gamma
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 35 : Soit l'atome de Titane ($Z = 22$). Dans le modèle de Bohr, les énergies de liaison de ses électrons sont (en eV) : $|W_K| = 370$; $|W_L| = 84$; $|W_M| = 37$. Il subit une ionisation sur sa couche K. Quel(s) est/sont le(s) phénomène(s) observable(s) lors de son retour à l'état fondamental ?

- A) Un photon de fluorescence d'énergie $E = 286\text{eV}$
- B) Un photon de fluorescence d'énergie $E = 37\text{eV}$
- C) Un électron Auger d'énergie cinétique $T = 37\text{eV}$
- D) Un électron Auger d'énergie cinétique $T = 286\text{eV}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 36 : Pour atténuer un flux de photons de 511keV, on utilise le rhénium dont la couche de demi-atténuation (CDA) est de 0,8cm et le gallium dont la CDA est de 5cm.

- A) Pour obtenir une atténuation identique, il faut une épaisseur de gallium plus faible que celle du rhénium
- B) Le coefficient linéique d'atténuation du rhénium est égal à $0,86 \text{ cm}^{-1}$
- C) 15cm de gallium laissent passer 50% du faisceau de photons
- D) 4cm de rhénium laissent passer moins d'un photon sur 1000
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

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

2017 – 2018 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : ACD

- A) Vrai : ce photon correspond à la désexcitation de la couche de la couche M à la couche K : $|W_K| - |W_M| = 119,1\text{eV}$
 B) Faux
 C) Vrai : ce photon correspond à la désexcitation de la couche M à la couche L : $|W_L| - |W_M| = 22,9\text{eV}$
 D) Vrai : cet électron Auger correspond à un électron de la couche M expulsé par un photon d'énergie $E = |W_K| - |W_L| = 96,2\text{eV}$ provenant de la désexcitation de la couche L à la couche K
 E) Faux

QCM 2 : BC

- A) Faux : 7,8cm d'aluminium = 3 x CDA donc le nombre de photons transmis par rapport au nombre de photons incidents est $\frac{1}{2^3}$ soit 12,5%
 B) Vrai : 0,2cm de fer + 2,6cm d'aluminium correspondent à 2 CDA donc on a $\frac{1}{2^2}$ photons qui passent soit 25%
 C) Vrai : en effet il faut 2,6cm d'aluminium et seulement 0,2cm de fer pour atténuer le **même nombre** de photons
 D) Faux : on considère que le flux est atténué au bout de 10 CDA or là 0,8cm de fer = 4 CDA
 E) Faux

QCM 3 : AD

- A) Vrai, apprenez bien à quel effet correspond chaque courbe
 B) Faux : la courbe n°2 c'est l'**effet Compton** ! Pour la création de paire retenez bien qu'elle est possible à partir du seuil de 1,022MeV
 C) Faux : la courbe n°1 correspond à l'**effet photo-électrique**, dont la probabilité d'interaction est $\tau = k\rho \frac{Z^3}{(h\nu)^3}$ qui fait intervenir Z donc qui **dépend du milieu**
 D) Vrai : la courbe n°2 correspond à l'**effet Compton** dont la probabilité d'interaction est $\sigma = k\rho \frac{1}{h\nu}$ qui fait intervenir $h\nu$ mais pas Z
 E) Faux

QCM 4 : AC

- A) Vrai : il peut ioniser l'atome sur sa couche M car $20,2\text{ eV} > |W_M|$
 B) Faux : pour provoquer une excitation de la couche K à la couche L il faut un photon avec une énergie **exactement égale à** $|W_K| - |W_L|$ soit un photon d'énergie $E = 122,4 - 75,6 = 46,8\text{ eV}$
 C) Vrai : si un électron libre de la matière vient combler la vacance électronique sur la couche M, un photon de fluorescence d'énergie **$E = |W_M| = 5,4\text{ eV}$** est libéré
 D) Faux : il ne faut pas oublier d'**enlever l'énergie de liaison de l'électron arraché** !!!!! Dans le cas d'une excitation de l'atome par passage d'un électron de la couche K à la couche M, un photon d'énergie $E = |W_L| - |W_M| = 70,2$ est libéré et va arracher un électron de la couche M qui part avec une énergie cinétique $T = 70,2 - 5,4 = 64,8\text{eV}$
 E) Faux

QCM 5 : AD

- A) Vrai : pour atténuer le même nombre de photons il faudra plus de palladium que de tungstène
 B) Faux : petit piège batard mais faites bien gaffe aux unités, c'est **3cm** de palladium qui laissent passer 25% du flux
 C) Faux : $5,4\text{mm} = 3 \times 1,3\text{mm} = 3\text{ CDA}$ donc on a que **12,5%** du flux qui passe
 D) Vrai : $1,5\text{cm}$ de palladium = 1 CDA et $3,6\text{mm}$ de tungstène = 2 CDA donc au total on a **3 CDA** donc on a bien **12,5%** du flux qui passe

QCM 6 : A

- A) Vrai : car la probabilité d'interaction avec l'effet photoélectrique est **proportionnelle à Z^3**
 B) Faux : la probabilité d'interaction avec l'effet Compton **ne dépend pas du milieu**
 C) Faux : la probabilité d'interaction avec l'effet photoélectrique est **inversement proportionnelle à $h\nu$** donc un photon **peu énergétique** a plus de chance d'interagir qu'un photon **très énergétique**
 D) Faux : la probabilité d'interaction avec l'effet photoélectrique fait intervenir **$h\nu^3$** au dénominateur alors que la proba d'interaction avec l'effet Compton fait intervenir **$h\nu$** au dénominateur, du coup la probabilité d'interaction sera **plus élevée avec l'effet Compton**
 E) Faux

QCM 7 : ABCD

- A) Vrai : Ce photon peut ioniser l'atome sur sa couche K ou sur sa couche L ou sur sa couche M
 B) Vrai : Ce photon peut ioniser l'atome sur sa couche L ou sur sa couche M
 C) Vrai : Ce photon peut exciter l'atome par passage d'un électron de la couche L à la couche M
 D) Vrai : Ce photon peut exciter l'atome par passage d'un électron de la couche K à la couche L
 E) Faux

QCM 8 : BD

- A) Faux : pour atténuer le même nombre de photons il faudra plus de Polonium que de Bismuth donc le Polonium est « moins fort » que le Bismuth
 B) Vrai : 20,4mm de Bismuth = $6 \times 3,4 = 6$ CDA et 10,4cm de Polonium = $4 \times 2,6 = 4$ CDA donc on a 10 CDA au total
 → on peut **négliger** les photons transmis
 C) Faux : 5,2cm de Polonium = 2 CDA donc on a 25% du flux qui passe
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 9 : ABC

- A) Vrai : Ce photon de fluorescence est émis dans le cas où un électron de la couche M vient combler la vacance électronique sur la couche K ($E = |W_K| - |W_M| = 600 - 83 = 517$ eV)
 B) Vrai : Ce photon de fluorescence est émis dans le cas où un électron libre vient directement combler la vacance électronique sur la couche K
 C) Vrai : Cet électron Auger est émis dans le cas où un électron de la couche L passe sur la couche K, puis un électron de la couche M passe sur la couche L avec émission d'un photon de fluorescence d'énergie $E = |W_L| - |W_M| = 181$ eV qui va alors **éjecter un électron de la couche M** qui part avec une énergie cinétique $T = 181 - |W_M| = 98$ eV
 D) Faux

QCM 10 : B

- A) Faux : car il faut une énergie minimum de 1,022MeV pour pouvoir observer la création de paire
 B) Vrai : car la probabilité d'interaction avec l'effet photoélectrique dépend de Z^3 contrairement à la probabilité d'interaction avec l'effet Compton qui dépend de Z
 C) Faux : le seuil minimum pour la création de paire est de 1,022MeV et pas keV
 D) Faux : l'atténuation par effet Compton **ne dépend pas** du numéro atomique
 E) Faux

QCM 11 : E

- A) Faux : 5,1mm de mercure = **3 x** CDA donc on a 12,5% du flux qui passe
 B) Faux : 6,4mm de rhénium = **2 x** CDA et 3,4mm de mercure = **2 x** CDA donc on a 2 CDA donc on a **4 CDA** donc on laisse passer $\frac{1}{2^4} = 6,25\%$ du flux
 C) Faux : l'atténuation n'est **jamais totale** ! On néglige seulement le nombre de photons transmis après 10 CDA...
 D) Faux : c'est l'inverse parce que $\mu(\text{rhénium}) = \frac{\ln(2)}{3,2}$ et $\mu(\text{mercure}) = \frac{\ln(2)}{1,7}$ donc $\mu(\text{rhénium}) < \mu(\text{mercure})$
 E) Vrai

QCM 12 : A

- A) Vrai
 B) Faux : la probabilité d'interaction avec l'effet photoélectrique est **proportionnelle à Z^3** donc c'est l'inverse
 C) Faux : la probabilité d'interaction avec l'effet Compton **ne dépend pas de Z** !
 D) Faux : la probabilité d'interaction avec l'effet photoélectrique est **inversement proportionnelle à $h\nu$** donc c'est l'inverse
 E) Faux

QCM 13 : BD

- A) Faux : pour atténuer 50% des photons, il faut 0,4cm de plomb alors qu'il faut 5cm de béton
 B) Vrai : $\mu(\text{plomb}) = \ln(2) / \text{CDA} = 0,69 / 0,4 = 1,73 \text{ cm}^{-1}$
 C) Faux : 15cm de béton = **3CDA** donc on a **12,5%** du faisceau qui passe
 D) Vrai : 4cm de plomb = **10CDA** donc on a **$1/2^{10}$** photons qui passent, soit 1/1024
 E) Faux

QCM 14 : D

Lors du retour à l'état fondamental on a d'abord le passage d'un électron de la couche L à la couche K ce qui entraîne l'émission d'un photon de fluorescence d'énergie $E = |W_K| - |W_L| = 540 - 64 = 476$. Puis ce photon de fluorescence arrache un électron de la couche L donc il ne faut pas oublier de soustraire l'énergie de liaison des électrons de la couche L à l'énergie du photon émis, ainsi l'électron part avec une énergie cinétique $T = 476 - |W_L| = 476 - 64 = 412 \text{ eV}$

QCM 15 : C

- A) Faux : les particules chargées interagissent de façon **obligatoire** avec la matière
- B) Faux : les particules neutres n'interagissent **pas obligatoirement** avec la matière
- C) Vrai : les rayonnements d'énergie $E \geq 13,6\text{eV}$ sont ionisants
- D) Faux : les rayons visibles, IR et radio sont **non ionisants**
- E) Faux

QCM 16 : ABD

- A) Vrai : $E = |W_K| - |W_M| = 39,7 - 9,3 = 30,4\text{eV}$
- B) Vrai : $E = |W_K| - |W_L| = 39,7 - 18 = 21,7\text{eV}$
- C) Faux : on ne peut pas avoir un électron Auger d'énergie cinétique $T = 21,7\text{eV}$ car il faut soustraire l'énergie de liaison de l'électron qui va être arraché
- D) Vrai : le photon de fluorescence d'énergie $E = 30,4\text{eV}$ émis lors de la désexcitation $K \rightarrow M$ (cf item A) peut éjecter un électron de la couche M qui part alors avec une énergie cinétique $E = 30,4 - |W_M| = 21,1\text{eV}$
- E) Faux

QCM 17 : AC

- A) Vrai : 1mm de plomb c'est la CDA donc par définition 50% des photons sont atténués
- B) Faux : 1,2cm de plomb = à 3 x CDA donc on a $\frac{N(0)}{2^3}$ photons atténués soit 1/8 de photons atténués soit 12,5%
- C) Vrai : le nombre de photons transmis après 10 CDA (10 x 1mm) est **négligeable**
- D) Faux : c'est l'inverse car il faudra **moins de béton que de plomb** pour atténuer le **même nombre de photons**
- E) Faux

QCM 18 : A

- A) Vrai : c'est la définition donnée dans le cours
- B) Faux : c'est la création de paire qui nécessite un photon incident d'énergie 1,022MeV minimum (\rightarrow énergie correspondant à la masse des deux particules créées)
- C) Faux : cette définition concerne l'effet Compton
- D) Faux : au contraire, la diffusion de Thomson-Rayleigh concerne les photons **peu** énergétiques
- E) Faux

QCM 19 : ACD

- A) Vrai (voir cours)
- B) Faux : les neutrons interagissent **peu** avec la matière vu qu'ils ne sont pas chargés
- C) Vrai (ça aussi c'est du cours)
- D) Vrai (ça aussi...)
- E) Faux

QCM 20 : D

- A) Faux : Les particules chargées interagissent de façon **obligatoire** (\neq stochastique) avec la matière
- B) Faux : Les rayonnements visibles ont une énergie **inférieure** au seuil de **13,6eV**
- C) Faux : Un rayon gamma est **non chargé** donc il est **indirectement ionisant**
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 21 : AE

- A) Vrai : c'est le photon émis lors du passage d'un électron de la couche M à la couche L
- B) Faux
- C) Faux
- D) Faux
- E) Vrai : cet électron Auger correspond à un électron de la couche M expulsé par un photon de fluorescence obtenu par passage d'un électron de la couche M à la couche K. Ce photon a une énergie $E = |W_K| - |W_M| = 218 - 17 = 201 \text{ eV}$ puis il expulse un électron de la couche M qui part alors avec une énergie cinétique $T = 201 - |W_M| = 201 - 17 = 184 \text{ eV}$

QCM 22 : CD

- A) Faux : il faudrait que le photon ait une énergie supérieure ou égale à l'énergie de liaison des électrons de l'atome
B) Faux : il faudrait que le photon ait une énergie exactement égale à la différence d'énergie entre les deux couches, ce qui n'est pas le cas ici
C) Vrai
D) Vrai
E) Faux

QCM 23 : AD

- A) Vrai : plus il y a d'électrons (donc plus Z est élevé) plus il est probable que la désexcitation se fasse par un rayonnement de fluorescence
B) Faux : c'est l'inverse ☺
C) Faux : c'est l'inverse ! Un atome lourd (avec un Z élevé) aura plus tendance à se désexciter par émission de photon de fluorescence
D) Vrai
E) Faux

QCM 24 : BC

- A) Faux : elle se fait de manière **exponentielle**
B) Vrai
C) Vrai
D) Faux : il ne dépend **pas** de l'état du milieu traversé
E) Faux

QCM 25 : AC

- A) Vrai : par définition
B) Faux : absolument pas ! 2 CDA → on laisse passer $\frac{1}{2}^2$ des photons incidents, soit 25%
C) Vrai
D) Faux : c'est au bout de 10 CDA
E) Faux

QCM 26 : B

- A) Faux : 1,8mm de béton (= la CDA) laisse passer **50% du faisceau** de photons
B) Vrai : 18mm = **10CDA** donc ce qui est transmis est **négligeable**
C) Faux : c'est l'association de 1,8mm de plomb (= 1 CDA) et de 6,4cm d'aluminium (= 2 CDA) qui laissent passer **12,5% du faisceau** de photons
D) Faux : CDA(plomb) < CDA(aluminium) donc $\mu(\text{plomb}) > \mu(\text{aluminium})$ car $\mu = \ln(2) / \text{CDA}$
E) Faux

QCM 27 : A

- A) Vrai
B) Faux : ARCHI FAUX ! Dans l'effet photoélectrique le photon incident transfère **la totalité de son énergie** à un électron de la matière donc il **disparaît**
C) Faux : c'est l'inverse, car la proba d'interaction avec l'effet photoélectrique est inversement proportionnelle à $h\nu$
D) Faux : c'est l'inverse, car la probabilité d'interaction avec l'effet photoélectrique est proportionnelle à Z^3
E) Faux

QCM 28 : CD

- A) Faux : ça c'est la diffusion de Thomson-Rayleigh
B) Faux : l'interaction par effet Compton ne dépend pas du numéro atomique des atomes !
C) Vrai
D) Vrai
E) Faux

QCM 29 : D

- A) Faux : ça c'est l'effet Compton
B) Faux : en effet il concerne les photons **peu énergétiques** mais le piège était dans la parenthèse → cela concerne les rayons visibles, IR et UV et pas les rayons X et gamma...
C) Faux
D) Vrai
E) Faux

QCM 30 : A

- A) Vrai
- B) Faux : lorsqu'il passe à proximité d'un **noyau**
- C) Faux : les deux particules créées sont l'électron et le **positon**
- D) Faux : d'au moins **1,022MeV** ou **1022keV**
- E) Faux

QCM 31 : E

- A) Faux : effet Compton
- B) Faux : effet photoélectrique
- C) Faux : création de paire
- D) Faux : pour observer une **création de paire**
- E) Vrai

QCM 32 : BCD

- A) Faux : **indirectement** ionisantes
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 33 : ACD

- A) Vrai
- B) Faux : justement elles sont **peu** pénétrantes ! (Attention, c'est une erreur de la ronéo !!!)
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 34 : A

- A) Vrai
- B) Faux : ils interagissent aussi avec les **noyaux** !
- C) Faux : ils interagissent de manière **obligatoire** avec la matière
- D) Faux : production de **rayons X** ☺
- E) Faux

QCM 35 : ABD

- A) Vrai : dans le cas où on a une cascade de réarrangement avec un électron qui passe de la couche L à la couche K → émission d'un photon d'énergie $E = |W_K| - |W_L| = 370 - 84 = 286 \text{ eV}$
- B) Vrai : dans le cas où on a une cascade de réarrangement par passage d'un électron de L à K puis de M à L et enfin un électron libre de la matière qui vient combler le vide sur la couche M avec émission d'un photon de fluorescence d'énergie $E = |W_M| = 37 \text{ eV}$
- C) Faux
- D) Vrai : dans le cas où un électron libre vient combler le vide sur la couche K → émission d'un photon de fluorescence d'énergie $E = |W_K| = 370 \text{ eV}$ puis ce photon éjecte un électron de la couche L → émission d'un électron Auger d'énergie cinétique $T = 370 - |W_L| = 286 \text{ eV}$
- E) Faux

QCM 36 : B

- A) Faux : pour atténuer 50% des photons, il faut 0,8cm de rhénium alors qu'il faut 5cm de gallium
- B) Vrai : μ (rhénium) = $\ln(2) / \text{CDA} = 0,69 / 0,8 = 0,8625 \text{ cm}^{-1}$
- C) Faux : 15cm de gallium = **3CDA** donc on a **12,5%** du faisceau qui passe
- D) Faux : 4cm de rhénium = **5CDA** donc on a **1/2⁵** photons qui passent, soit 1/64
- E) Faux

3. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Rayons X

2017 – 2018 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : A propos des rayons X, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

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

QCM 2 : Calculez le flux énergétique d'un tube à rayons X avec une cible en Molybdène ($Z=42$) soumis à une haute tension de 100kV. Données : $k = 4.10^{-6}$; $i = 1$ mA

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

QCM 3 : Calculez le rendement en pourcentage d'un tube à rayons X avec une cible en Tungstène ($Z = 74$) soumis à une haute tension de 80kV. Données : $k = 2,6 \times 10^{-6}$; $i = 0,8$ mA

- A) 7,7
- B) 4,92
- C) 15,4
- D) 9,84
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 4 : A propos du spectre des rayons X produit par un tube, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

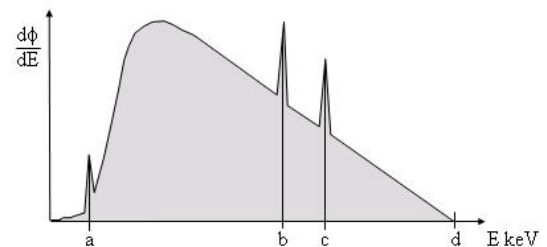
- A) Si on augmente le milliampérage, le rendement augmente
- B) Si on diminue le milliampérage, le flux énergétique diminue
- C) Si on augmente la haute tension, l'énergie des raies caractéristiques augmente
- D) Si on diminue la haute tension, l'énergie maximale des rayons X diminue
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 5 : Quelles sont les modifications du spectre des rayons X lorsqu'on augmente la haute tension U ? (inspiré du concours 2011-2012)

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

QCM 6 : Soit le spectre d'un tube à rayons X composé d'une cible de Tungstène. Il fonctionne sous une tension de 150kV. Dans le modèle de Bohr, les énergies de liaison des électrons du Tungstène sont (en keV) : $W_K = 69$, $W_L = 11$, $W_M = 2$. Quelles sont (en keV) les valeurs possibles des points a b c et d repérés sur le spectre ci-dessous ?

- A) $a = 2$; $b = 11$; $c = 69$; $d = 150$
- B) $a = 9$; $b = 58$; $c = 139$; $d = 150$
- C) $a = 2$; $b = 11$; $c = 69$; $d = 139$
- D) $a = 9$; $b = 58$; $c = 67$; $d = 150$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses



QCM 7 : A propos des interactions des électrons avec la matière, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) Elles se font uniquement entre les électrons, on parle d'interactions "par collision"
- B) Si l'énergie cinétique d'un électron percutant un autre électron, il peut l'éjecter de sa couche atomique : on parle d'ionisation
- C) Lors de son retour à l'état fondamental, l'atome émettra des rayonnements électromagnétiques appelés rayons X
- D) L'énergie de ces rayons X est quantifiée, le spectre énergétique sera donc un spectre continu
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 8 : Un rayon X...

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

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

- A) Il est constitué d'une cathode où se feront les interactions entre les électrons et la matière
- B) Il est constitué d'une anode de laquelle sont issus les électrons
- C) Les électrons émis dans le tube vont créer un courant de chauffage Ic
- D) Plus le courant de chauffage augmente, plus le courant anodique est grand
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 10 : A propos du tube à rayons X, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) L'énergie cinétique des électrons émis dans le tube dépend de la haute tension à laquelle on soumet le tube
- B) Au niveau de l'anode il va y avoir une très forte production de chaleur, on utilise donc un métal avec un point de fusion élevé
- C) On choisit en général une anode avec un Z faible car on veut éviter qu'il y ait trop d'interactions afin de diminuer la production de chaleur
- D) Les interactions des électrons avec l'anode vont entraîner la production de rayons électromagnétiques : les rayons X
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 11 : A propos du spectre des rayons X, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) Il possède deux composantes : une composante de raies et une composante continue
- B) La composante continue correspond aux rayons X émis lors de l'interaction "par freinage"
- C) La composante de raies correspond aux rayons X émis lors de l'interaction "par collision"
- D) La surface sous la courbe correspond au flux énergétique du tube à rayons X
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 12 : Calculez le flux énergétique d'un tube à rayons X avec une anode en Molybdène ($Z = 42$) soumis à une tension de 100kV. Données : $k = 4 \times 10^{-6}$; $i = 5\text{mA}$

- A) 2100
- B) 4200
- C) 8400
- D) $4,2 \times 10^{-5}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 13 : Calculez le rendement en pourcentage d'un tube à rayons X avec une anode en Rhénium ($Z = 75$) soumis à une tension de 90kV. Données : $k = 4 \times 10^{-6}$; $i = 10\text{ mA}$

- A) 0,270
- B) 27
- C) 0,135
- D) 13,5
- E) 135

QCM 14 : Quelle est en nm la longueur d'onde minimale d'un rayon X émis dans un tube à rayons X fonctionnant sous 100kV ?

- A) 0,0124
- B) 0,0012
- C) 1×10^{-2}
- D) $1,2 \times 10^{-3}$
- E) 10^{-5}

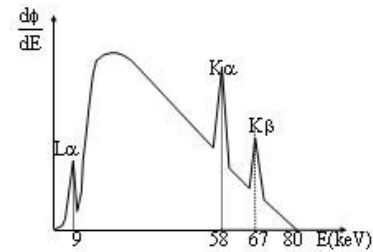
QCM 15 : Un tube à rayons X à anode de Molybdène ($Z = 42$) fonctionne sous trois régimes :

- 1 : tension $U = 150\text{kV}$ et courant anodique $i = 10\text{mA}$
- 2 : tension $U = 50\text{kV}$ et courant anodique $i = 20\text{mA}$
- 3 : tension $U = 150\text{kV}$ et courant anodique $i = 20\text{mA}$

- A) Le tube a un flux énergétique 3 fois plus élevé en régime 1 qu'en régime 2
- B) Le tube a le même flux énergétique qu'il soit en régime 1 ou 3
- C) Le tube a le même rendement qu'il soit en régime 1 ou 3
- D) Le tube a un flux énergétique 3 fois plus élevé en régime 3 qu'en régime 1
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

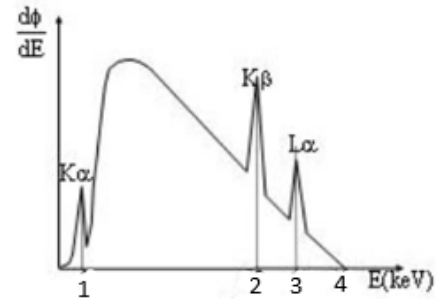
QCM 16 : A propos d'un tube à rayons X dont le spectre énergétique est représenté ci-contre, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) Il est soumis à une haute tension U de 80keV
- B) Les électrons émis à la cathode ont une énergie cinétique de 80keV
- C) Les énergies de liaison de l'atome composant l'anode du tube peuvent être 58keV, 49keV et 9keV
- D) Les raies caractéristiques dépendent du métal composant l'anode
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses



QCM 17 : Un tube à rayons X avec une anode en Tungstène fonctionne sous une haute tension de 100kV. Les énergies de liaison de l'atome de Tungstène sont (en keV) : $|W_K| = 28$; $|W_L| = 17$; $|W_M| = 3$. Quelles sont en (keV), les valeurs possibles des points 1, 2, 3 et 4 repérés sur le spectre ci-dessous ?

- A) 11
- B) 28
- C) 100
- D) 200
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses



QCM 18 : Un tube à rayons X à anode de Tungstène ($Z = 74$) fonctionne sous trois régimes :

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

- A) Le flux énergétique du tube est deux fois plus élevé en régime 2 qu'en régime 3
- B) Le flux énergétique du tube est 1,5 fois plus élevé en régime 2 qu'en régime 1
- C) Le tube a le même rendement en régime 2 et en régime 3
- D) Le tube a le même rendement en régime 1 et en régime 2
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Rayons X**2017 – 2018 (Pr. Darcourt)****QCM 1 : AB**

- A) Vrai
 B) Vrai
 C) Faux : l'interaction par collision donne un spectre **de raies**
 D) Faux : l'interaction par freinage donne un spectre **continu**
 E) Faux

QCM 2 : B

$$\varphi = \frac{k i Z U^2}{2} = \frac{4 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-3} \times 42 \times (100 \times 10^3)^2}{2} = 840 = 0,84 \times 10^3$$

QCM 3 : A

$$r = K Z U = \frac{k}{2} Z U = \frac{2,6 \times 10^{-6} \times 74 \times 80 \times 10^3}{2} = 7,7\%$$

QCM 4 : BD

- A) Faux : le rendement ne dépend pas du milliampérage i ($r = K Z U$)
 B) Vrai : le flux énergétique est proportionnel au milliampérage i
 C) Faux : l'énergie des raies caractéristiques dépend de l'anode et pas de la haute tension
 D) Vrai : $U = E_{\max}$

QCM 5 : BC

- A) Faux : l'énergie des raies caractéristiques dépend des énergies de liaison de la cible et non de U
 B) Vrai
 C) Vrai
 D) Faux : $r = K Z U$ donc si U augmente, r augmente
 E) Faux

QCM 6 : D

- Les raies sont dues aux collisions électron-électron et correspondent à la différence d'énergie entre chaque couche de l'atome donc on a :
 $a = 11 - 2 = 9\text{keV}$, $b = 69 - 11 = 58\text{keV}$, $c = 69 - 2 = 67\text{keV}$
 - La composante continue correspond au rayonnement par freinage d'énergie comprise entre 0 et E_{\max} , et on sait que $E_{\max} = 150\text{keV}$ (car E en keV = U en kV) donc $d = 150\text{keV}$

QCM 7 : BC

- A) Faux : on a aussi les interactions électron-noyau dites "par freinage"
 B) Vrai
 C) Vrai
 D) Faux : comme l'énergie est quantifiée, on aura un spectre **de raies** (avec des raies à des niveaux d'énergie bien précis)
 E) Faux

QCM 8 : BCD

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

QCM 9 : D

- A) Faux : les interactions se font au niveau de **l'anode**
 B) Faux : les électrons sont émis par **la cathode**
 C) Faux : les électrons émis de la cathode à l'anode créent un courant anodique i
 D) Vrai : plus on augmente le courant de chauffage I_c plus on aura d'électrons arrachés de la cathode et donc plus le courant anodique créé par ces électrons sera élevé
 E) Faux

QCM 10 : ABD

- A) Vrai
 B) Vrai
 C) Faux : au contraire on choisit une anode avec un Z élevé car on veut qu'il y ait beaucoup d'interactions afin de produire beaucoup de RX
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 11 : ABCD

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

QCM 12 : B

$$\phi = \frac{k i Z U^2}{2} = \frac{4 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^{-3} \times 42 \times (100 \times 10^3)^2}{2} = 4200 \text{ W}$$

QCM 13 : D

$$r = K Z U = \frac{k Z U}{2} = \frac{4 \times 10^{-6} \times 75 \times 90 \times 10^3}{2} = 13,5\%$$

QCM 14 : A(C)

$$E_{\max} = 100 \text{ keV} \text{ donc } \lambda = 1240 / (100 \times 10^3) = 0,0124 \text{ nm}$$

QCM 15 : C

- A) Faux
 B) Faux : i intervient dans la formule du flux énergétique
 C) Vrai : $r = K Z U$, i n'intervient pas
 D) Faux : 9 fois plus élevé car la haute tension U est au carré
 E) Faux

QCM 16 : BCD

- A) Faux : la haute tension U est en **kV** 😊 désolé
 B) Vrai
 C) Vrai : ces valeurs correspondent à l'énergie des RX émis lors de la désexcitation de l'atome de l'anode du tube à RX par passage de la couche M à la couche L, de la couche L à la couche K et de la couche M à la couche K
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 17 : ABC

- A) Vrai : désexcitation de l'atome par passage d'un électron de la couche L à la couche K
 B) Vrai : dans le cas d'une ionisation sur la couche K, retour à l'état fondamental par un électron libre qui vient combler le vide sur K
 C) Vrai : $E_{\max} = 100 \text{ keV}$ car $U = 100 \text{ kV}$ (point 4)
 D) Faux
 E) Faux

QCM 18 : C

- A) Faux : il est deux fois plus **faible** en régime 2 qu'en régime 3
 B) Faux : 1,5² fois plus élevé
 C) Vrai
 D) Faux : $r = K Z U$ or ici $U_{\text{régime1}}$ est différent du $U_{\text{régime2}}$
 E) Faux

4. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Noyau

2017 – 2018 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : Quelle est l'énergie de liaison des nucléons du noyau de l'atome de Bore de numéro atomique $Z = 5$ et de masse $M = 10,811 \text{ u}$?

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

- A) 0,28 MeV
- B) 280 MeV
- C) 677 MeV
- D) 218 MeV
- E) 261 MeV

QCM 2 : Soit l'atome de Rhodium de masse 102,9055 u de numéro atomique $Z = 45$. Donnez la ou les propositions exactes :

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

- A) Le noyau de Rhodium est constitué de 102 nucléons
- B) Le noyau de Rhodium et le $^{106}_{48}\text{Cd}$ sont des isotones
- C) Le noyau de Rhodium et le $^{102}_{78}\text{Vr}$ sont des isobares
- D) L'énergie de liaison par nucléon du noyau de Rhodium est égale à 6,4 MeV
- E) Les propositions A,B,C et D sont fausses

QCM 3 : A propos des nucléides, donnez la ou les propositions exactes :

- A) Le modèle en couche permet d'expliquer que des atomes comme l'Helium ^4_2He soient particulièrement stables
- B) Les noyaux les moins stables sont ceux avec un nombre pair de neutrons et de protons
- C) Il existe trois modèles nucléaires pour expliquer la structure des noyaux
- D) Pour les noyaux lourds, l'excès du nombre de protons diminue les forces de répulsion et donne des noyaux plus stables
- E) Les propositions A,B,C et D sont fausses

QCM 4 : A propos de la table des nuclides ci-contre, donnez la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) $X = ^{63}_{29}\text{Cu}$
- B) $Y = ^{66}_{29}\text{Cu}$
- C) $Z = ^{67}_{30}\text{Ga}$
- D) $X = ^{65}_{29}\text{Zn}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

		$^{68}_{31}\text{Ga}$
X	$^{66}_{30}\text{Zn}$	Z
$^{64}_{29}\text{Cu}$	Y	

N
↑
Z →

QCM 5 : Quelle est l'énergie de liaison (en MeV) des nucléons du noyau de Fluor de numéro atomique $Z = 9$ et de masse atomique $M = 18,998 \text{ g}$?

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

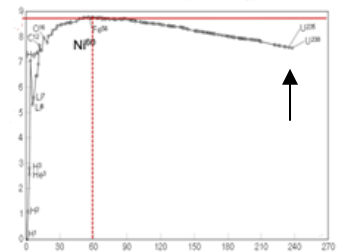
- A) 41 MeV
- B) 0,159 MeV
- C) 148 MeV
- D) 791 MeV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 6 : Parmi les particules suivantes, la ou lesquelle(s) est/sont considérée(s) comme élémentaire(s) ?

- A) Le proton
- B) L'atome d'hydrogène
- C) Les quarks
- D) Le neutron
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 7 : A propos du graphique ci-contre, donnez la ou les propositions exacte(s) :

- A) L'axe des ordonnées correspond aux valeurs des énergies de liaison des nucléons dans un atome donné
 B) Le maximum de la courbe correspond aux éléments les moins stables
 C) D'après ce graphique, l'uranium 235 et l'uranium 238 (fléchés sur le graphique) sont les éléments les plus stables
 D) Les pics que l'on observe à gauche correspondent à des éléments particulièrement stables
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses



QCM 8 : A propos de la table des nuclides ci-contre, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) $W = {}^{42}_{16}\text{Sr}$
 B) $X = {}^{42}_{15}\text{P}$
 C) ${}^{41}_{16}\text{S}$ et ${}^{41}_{17}\text{Cl}$ sont isotones
 D) ${}^{39}_{15}\text{P}$ et Y sont isotones
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

X	W	
	${}^{41}_{16}\text{S}$	Z
${}^{39}_{15}\text{P}$	Y	${}^{41}_{17}\text{Cl}$

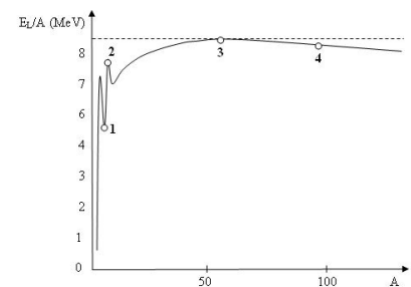
QCM 9 : Quelle est en MeV la valeur la plus proche de l'énergie de liaison du noyau de l'atome de magnésium (24,12) ?

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

- A) 8,5
 B) 185
 C) 28
 D) 724
 E) 365

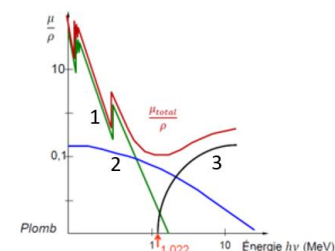
QCM 10 : A propos du graphique de l'énergie de liaison par nucléon ci-contre, on donne différents noyaux situés sur cette courbe : 1 = ${}^6_3\text{Li}$, 2 = ${}^{16}_8\text{O}$, 3 = ${}^{59}_{27}\text{Co}$, 4 = ${}^{100}_{44}\text{Ru}$. Classez ces noyaux par stabilité nucléaire croissante :

- A) $1 < 2 < 3 < 4$
 B) $3 < 1 < 4 < 2$
 C) $3 < 4 < 2 < 1$
 D) $1 < 3 < 2 < 4$
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses



QCM 11 : A propos du graphique ci-contre :

- A) La courbe n°1 correspond à l'effet photo-électrique
 B) La courbe n°2 correspond à la création de paire
 C) Le mécanisme d'atténuation représenté par la courbe n°1 ne dépend pas du milieu
 D) Le mécanisme d'atténuation représenté par la courbe n°2 dépend de l'énergie des photons incidents mais pas du milieu
 E) Toutes les réponses sont fausses



QCM 12 : A propos de la table des nuclides ci-contre :

- A) Le X correspond au ${}^{14}_6\text{C}$
 B) Le Y correspond au ${}^{11}_5\text{C}$
 C) Le V correspond au ${}^{18}_8\text{O}$
 D) Le W correspond au ${}^{17}_8\text{O}$
 E) Toutes les réponses sont fausses

			V	
			${}^{17}_8\text{O}$	${}^{18}_9\text{F}$
	X		${}^{16}_8\text{O}$	
	${}^{13}_6\text{C}$	${}^{14}_7\text{N}$	W	
Y	${}^{12}_6\text{C}$			

QCM 13 : Calculer l'énergie de liaison des nucléons de l'atome d'Azote (Z=7) de masse M = 14,007u.

Données : $m(\text{proton}) = 1,007\text{u}$; $m(\text{neutron}) = 1,009\text{u}$; $m(\text{électron}) = 0,00055\text{u}$

- A) 0,109 MeV
 B) 100 eV
 C) 101 MeV
 D) 55 MeV
 E) Toutes les réponses sont fausses

QCM 14 : Calculer l'énergie libérée par la réaction de fusion du deutérium ${}^2_1\text{H}$ et du tritium ${}^3_1\text{H}$ sachant qu'elle donne un noyau d'Helium (${}^4_2\text{He}$) et un neutron. Données : $M(2,1) = 2,014102\text{u}$; $M(3,1) = 3,016049\text{u}$; $M(4,2) = 4,002603$; $m(\text{neutron}) = 1,009\text{u}$

- A) 957 MeV
- B) 17,6 MeV
- C) 0,01888 MeV
- D) 188 eV
- E) Toutes les réponses sont fausses

QCM 15 : Quelle est en MeV la valeur la plus proche de l'énergie de liaison du noyau de Fluor ($Z = 9$) ? (*inspiré du concours 2013-2014*). Données : $m(\text{hydrogène}) = 1,00783\text{ u}$; $m(\text{proton}) = 1,00728\text{ u}$; $m(\text{neutron}) = 1,00866\text{ u}$; $m(\text{électron}) = 0,00055\text{ u}$; $M(\text{fluor}) = 18,998\text{u}$

- A) 0,16
- B) 148
- C) 634
- D) 182
- E) 267

QCM 16 : A propos de ces atomes, donnez la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) Le ${}^{12}_6\text{C}$ et le ${}^{13}_6\text{C}$ sont des isotopes
- B) Le ${}^{13}_6\text{C}$ et le ${}^{14}_7\text{N}$ sont des isobares
- C) Le ${}^{65}_{30}\text{Zn}$ et le ${}^{65}_{29}\text{Cu}$ sont des isotones
- D) Le ${}^{200}_{80}\text{Hg}$ et le ${}^{201}_{80}\text{Hg}$ sont des isomères
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 17 : A propos du numéro atomique Z , donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) Il correspond au nombre de nucléons dans un noyau
- B) Il correspond toujours au nombre d'électrons dans un noyau
- C) Deux atomes ayant le même numéro atomique sont isotopes
- D) Il est à l'origine de la classification des éléments dans le tableau périodique
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 18 : A propos des particules élémentaires, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) Le neutron, instable hors du noyau, est un de ses constituants
- B) On a deux quarks-down et un quark-up dans le proton
- C) On a deux quarks-down et un quark-up dans le neutron
- D) L'électron et le neutrino sont des leptons, particules élémentaires pouvant se déplacer librement
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 19 : A propos des nucléides, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) Le ${}^{12}_6\text{C}$ et le ${}^{14}_6\text{C}$ sont des isomères
- B) Le ${}^{84}_{36}\text{Kr}$ et le ${}^{103}_{55}\text{Cs}$ sont des isotones
- C) Le ${}^{192}_{77}\text{Ir}$ et le ${}^{192}_{76}\text{Os}$ sont des isobares
- D) Le ${}^{170}_{72}\text{Hf}$ et le ${}^{187}_{72}\text{Db}$ sont des isotopes
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 20 : A propos de la table des nuclides ci-contre, donnez la/les proposition(s) exacte(s)

- A) ${}^{15}_7\text{N}$ et ${}^{14}_7\text{N}$ sont isotopes
- B) ${}^{16}_8\text{O}$ et ${}^{16}_9\text{F}$ sont isobares
- C) ${}^{15}_7\text{N}$, ${}^{16}_8\text{O}$ et ${}^{17}_9\text{F}$ sont isotones
- D) ${}^{18}_9\text{F}$ et ${}^{17}_9\text{F}$ sont isomères
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

		${}^{17}_8\text{O}$	
${}^{15}_7\text{N}$	${}^{16}_8\text{O}$	${}^{17}_9\text{F}$	
${}^{14}_7\text{N}$		${}^{16}_9\text{F}$	

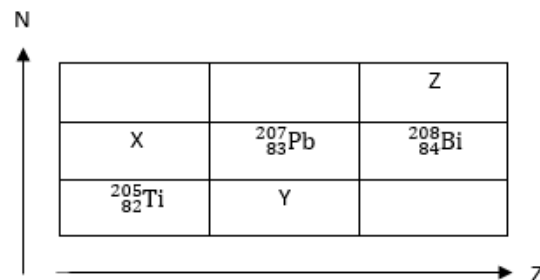
QCM 21 : A propos de la table des nuclides ci-contre, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) $X = {}^{12}_7\text{B}$
- B) $X = {}^{12}_5\text{C}$
- C) $Y = {}^{14}_6\text{B}$
- D) $Z = {}^{13}_7\text{N}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

	X	Y	
		${}^{13}_6\text{C}$	${}^{14}_7\text{N}$
${}^{10}_5\text{B}$			Z

QCM 22 : A propos des nucléides, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) Sur un graphique du N en fonction du Z, les noyaux stables se répartissent autour de la vallée de la stabilité
 B) Pour les noyaux légers, ceux qui ont un nombre de neutrons égal à leur nombre de protons sont les plus stables
 C) Pour les noyaux lourds, il faudra plus de protons que de neutrons pour avoir un noyau stable
 D) L'abondance isotopique naturelle du plomb 208 est de 52%, ce qui signifie qu'il représente 52% des noyaux du plomb sur la terre
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses



QCM 23 : A propos de l'énergie de liaison et du défaut de masse, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) L'énergie de liaison des nucléons d'un noyau est l'énergie qu'il faut fournir pour former ce noyau
 B) La masse d'un noyau constitué est supérieure à la somme des masses de ses nucléons
 C) L'énergie par nucléon peut atteindre 15MeV
 D) Lors du calcul de l'énergie de liaison, les masses des électrons peuvent être négligées
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 24 : Quelle est en MeV la valeur la plus proche de l'énergie de liaison du noyau de l'atome d'aluminium (27,13) ? Données : m(hydrogène) = 1,00783 u ; m(proton) = 1,00728 u ; m(neutron) = 1,00866 u ; m(électron) = 0,00055 u

- A) 394
 B) 158
 C) 0,22
 D) 298
 E) 207

QCM 25 : A propos des facteurs de stabilité nucléaire, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) Plus l'énergie de liaison par nucléon d'un noyau est forte plus il est stable
 B) Un noyau stable doit obligatoirement avoir un grand nombre de neutrons devant son nombre de protons
 C) Un noyau stable doit obligatoirement avoir un nombre pair de nucléons
 D) Au delà de 200 nucléons il devient difficile d'avoir des noyaux stables
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 26 : A propos des forces nucléaires, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) La force électrostatique, attractive, est de type coulombienne et explique la cohésion entre les protons
 B) L'interaction faible est attractive et explique la forte cohésion du noyau
 C) L'interaction forte est attractive mais devient répulsive à très courte distance, expliquant la compressibilité du noyau
 D) L'interaction forte correspond à la mise en commun des particules d'interaction : les gluons
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 27 : A propos des modèles nucléaires, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) Il existe trois modèles pour décrire l'organisation des noyaux
 B) Le modèle de la goutte sphérique permet d'expliquer la stabilité particulière de certains noyaux
 C) Selon le modèle en couches, un noyau a, comme un atome, un niveau énergétique fondamental et des niveaux excités
 D) Grâce au modèle en couches et l'existence de niveaux d'excitation du noyau, on a pu expliquer les transformations isobariques
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 28 : A propos des réactions de fusion et de fission, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) La fusion consiste à obtenir deux noyaux plus petits en fragmentant un gros noyau
 B) La réaction de fission nécessite de l'énergie car on doit casser un gros noyau en deux noyaux plus petits
 C) Dans les réactions de fusion et de fission, on aura une augmentation de l'énergie de liaison par nucléon
 D) A masse initiale égale, la fusion produit plus d'énergie que la fission
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 29 : Donnez en MeV la valeur la plus proche de l'énergie libérée lors de la réaction de fusion de 4 noyaux d'hydrogène dont la réaction est la suivante : $4\ ^1_1\text{H} \rightarrow\ ^4_2\text{He} + 2\ ^0_1\text{e}$. Données : masses nucléaires en u : $M(1,1) = 1,00783$; $M(4,2) = 4,0026$; $M(0,1) = 0,00055$

- A) 49
- B) 26
- C) 278
- D) 0,03
- E) 52

QCM 30 : A propos des nuclides, donnez les vraies :

- A) Le noyau est constitué de A nucléons répartis en Z protons et N neutrons
- B) Les protons sont constitués de 2 quarks down et 1 quark up
- C) Le nombre de nucléons A est à l'origine de la classification de Mendeleïv (tableau périodique des éléments)
- D) Le proton est une particule stable hors du noyau
- E) Toutes les réponses sont fausses

QCM 31 : A propos des atomes, donnez les vraies :

- A) Le $^{17}_8\text{O}$ et le $^{18}_8\text{O}$ sont isotones
- B) Le $^{18}_9\text{F}$ et le $^{18}_8\text{O}$ sont isobares
- C) Le $^{131}_{54}\text{Xe}$ et le $^{126}_{54}\text{I}$ sont isotopes
- D) Le $^{12}_6\text{C}$ et le $^{13}_6\text{C}$ peuvent être des isomères
- E) Toutes les réponses sont fausses

QCM 32 : A propos des facteurs de stabilité nucléaire :

- A) Dans les noyaux légers, plus on a de neutrons plus le noyau est stable
- B) Dans un noyau, l'excès de neutrons diminue la répulsion entre les protons
- C) Plus l'énergie de liaison par nucléons est faible plus notre noyau est stable
- D) La parité du nombre de nucléons donne des noyaux plus stables car un nucléon a tendance à s'associer avec un nucléon de spin opposé
- E) Toutes les réponses sont fausses

QCM 33 : Soit l'atome de Sodium ($Z=11$) de masse $M = 22,9897\text{u}$. Données : $m(\text{proton}) = 1,007\text{u}$; $m(\text{neutron}) = 1,009\text{u}$; $m(\text{électron}) = 0,00055\text{u}$

- A) Il possède 22 nucléons
- B) Le $^{24}_{11}\text{Na}$ est un isotope
- C) L'énergie de liaison de ses nucléons est de 187,56 MeV
- D) L'énergie de liaison de ses nucléons est de 201,35 MeV
- E) Toutes les réponses sont fausses

QCM 34 : A propos de la table des nuclides ci-contre :

- A) $X = ^{207}_{82}\text{Ti}$
- B) $X = ^{206}_{82}\text{Ti}$
- C) $Y = ^{206}_{83}\text{Au}$
- D) $Z = ^{209}_{84}\text{Bi}$
- E) Toutes les réponses sont fausses

QCM 35 : Soient les nuclides $^{18}_7\text{N}$, $^{18}_8\text{O}$, $^{18}_9\text{F}$ et $^{18}_{10}\text{Ne}$ et leurs masses en u : $M(18, 7) = 18,014$; $M(18, 8) = 17,999$; $M(18, 9) = 18,001$; $M(18, 10) = 18,006$

- A) Ces nuclides sont des isotopes
- B) Ces nuclides sont des isobares
- C) $^{18}_7\text{N}$ et $^{18}_{10}\text{Ne}$ sont des isotones
- D) Le plus stable est $^{18}_8\text{O}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 36 : Quelle est en MeV la valeur la plus proche de l'énergie de liaison du noyau de Fluor ($Z = 9$) ? Données : $m(\text{hydrogène}) = 1,00783\text{ u}$; $m(\text{proton}) = 1,00728\text{ u}$; $m(\text{neutron}) = 1,00866\text{ u}$; $m(\text{électron}) = 0,00055\text{ u}$; $M(\text{fluor}) = 18,998\text{u}$

- A) 0,16
- B) 148
- C) 634
- D) 182
- E) 267

Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Noyau**2017 – 2018 (Pr. Darcourt)****QCM 1 : E**

On a $Z = 5$ et $A = 6$ car on déduit de l'énoncé que $N = 11$ (valeur entière la plus proche de la masse de l'atome)

→ On calcule d'abord le défaut de masse

- 1^{ère} méthode avec les masses du proton et de l'électron :

$$\Delta M = Z \times m(\text{proton}) + Z \times m(\text{électron}) + (A - Z) \times m(\text{neutron}) - M(\text{noyau}) = 5 \times 1,00728 + 5 \times 0,00055 + 6 \times 1,00866 - 10,811 = 0,28011 \text{ u}$$

- 2^{ème} méthode avec la masse de l'atome d'hydrogène (plus rapide) :

$$\Delta M = Z \times m(\text{hydrogène}) + (A - Z) \times m(\text{neutron}) - M(\text{noyau}) = 5 \times 1,00783 + 6 \times 1,00866 - 10,811 = 0,28011 \text{ u}$$

→ Puis on calcule l'énergie de liaison

$$E_L = \Delta M \times 931,5 = 0,28011 \times 931,5 = 260,922 \text{ MeV}$$

QCM 2 : B

A) Faux : 103 nucléons car on prend la **valeur entière la plus proche de la masse de l'atome**

B) Vrai : le Cd possède $106 - 48 = 58$ neutrons et le Rh possède $103 - 45 = 58$ neutrons → isonotes

C) Faux : le Vr possède 102 nucléons tandis que le Rh en possède 103

D) Faux : même pas besoin de faire le calcul car l'énergie de liaison par nucléons **est de 8,5 MeV minimum**

E) Faux

QCM 3 : AC

A) Vrai : en effet ce modèle explique que les noyaux ayant leurs couches pleines sont particulièrement stables

B) Faux : c'est l'inverse

C) Vrai

D) Faux : c'est l'excès de **neutrons** qui diminue les forces de répulsion qui existent entre les protons

E) Faux

QCM 4 : E

$$X = {}^{65}_{29}\text{Cu}$$

$$Y = {}^{65}_{30}\text{Zn}$$

$$Z = {}^{67}_{31}\text{Ga}$$

QCM 5 : C

On a $Z = 9$ et $N = 10$ car on déduit de l'énoncé que $A = 19$ (valeur entière la plus proche de la masse de l'atome)

→ On calcule d'abord le défaut de masse

- 1^{ère} méthode avec les masses du proton et de l'électron :

$$\Delta M = Z \times m(\text{proton}) + Z \times m(\text{électron}) + (A - Z) \times m(\text{neutron}) - M(\text{noyau}) = 9 \times 1,00728 + 9 \times 0,00055 + 10 \times 1,00866 - 18,998 = 0,159 \text{ u}$$

- 2^{ème} méthode avec la masse de l'atome d'hydrogène (plus rapide) :

$$\Delta M = Z \times m(\text{hydrogène}) + (A - Z) \times m(\text{neutron}) - M(\text{noyau}) = 9 \times 1,00783 + 10 \times 1,00866 - 18,998 = 0,159 \text{ u}$$

→ Puis on calcule l'énergie de liaison

$$E_L = \Delta M \times 931,5 = 0,159 \times 931,5 = 148 \text{ MeV}$$

QCM 6 : C

A) Faux : le proton est constitué de 2 quarks up et de 1 quark down

B) Faux : l'atome d'hydrogène est constitué d'un proton et d'un électron

C) Vrai

D) Faux : le neutron est constitué de 2 quarks down et 1 quark up

QCM 7 : D

A) Faux : l'axe des ordonnées correspond aux valeurs des **énergies de liaison par nucléons**

B) Faux : le maximum de la courbe correspond aux éléments qui ont l'énergie de liaison par nucléons la plus élevée, donc ceux qui sont les plus stables

C) Faux : ce ne sont pas les éléments les plus stables car ils n'ont pas l'énergie de liaison par nucléons la plus élevée

D) Vrai

E) Faux

QCM 8 : D

- A) Faux : $W = {}^{42}_{16}\text{S}$
 B) Faux : $X = {}^{41}_{15}\text{P}$
 C) Faux : ils sont **isobares** (=même nombre de nucléons **A**)
 D) Vrai car ils sont dans la même ligne
 E) Faux

QCM 9 : B

On a $Z = 12$ et $A = 24$ donc $N = 12$

→ On calcule d'abord le défaut de masse

- 1^{ère} méthode avec les masses du proton et de l'électron :

$$\Delta M = Z \times m(\text{proton}) + Z \times m(\text{électron}) + (A - Z) \times m(\text{neutron}) - M(\text{noyau}) = 12 \times 1,00728 + 12 \times 0,00055 + 12 \times 1,00866 - 24 = 0,198 \text{ u}$$

- 2^{ème} méthode avec la masse de l'atome d'hydrogène (plus rapide) :

$$\Delta M = Z \times m(\text{hydrogène}) + (A - Z) \times m(\text{neutron}) - M(\text{noyau}) = 12 \times 1,00783 + 12 \times 1,00866 - 24 = 0,198 \text{ u}$$

→ Puis on calcule l'énergie de liaison

$$E_L = \Delta M \times 931,5 = 0,198 \times 931,5 = 184,4 \text{ MeV}$$

QCM 10 : E

Il faut regarder le noyau qui a l'énergie de liaison par nucléon la plus élevée, du coup l'ordre croissant c'est $1 < 2 < 4 < 3$

QCM 11 : AD

- A) Vrai, apprenez bien à quel effet correspond chaque courbe
 B) Faux : la courbe n°2 c'est l'**effet Compton** ! Pour la création de paire retenez bien qu'elle est possible à partir du seuil de 1,022MeV
 C) Faux : la courbe n°1 correspond à l'**effet photo-électrique**, dont la probabilité d'interaction est $\tau = k\rho \frac{Z^3}{(h\nu)^3}$ qui fait intervenir Z donc qui **dépend du milieu**
 D) Vrai : la courbe n°2 correspond à l'**effet Compton** dont la probabilité d'interaction est $\sigma = k\rho \frac{1}{h\nu}$ qui fait intervenir $h\nu$ mais pas Z
 E) Faux

QCM 12 : AC

- A) Vrai : le X est dans la même colonne que le ${}^{13}_6\text{C}$ donc c'est un **isotope** donc ils ont le même nombre de **protons** Z . De plus le X est au-dessus donc il a bien un neutron en plus que le ${}^{13}_6\text{C}$
 B) Faux : un atome ayant un $Z=5$ ne peut pas être l'atome de Carbone qui lui a un $Z=6$
 /\! un numéro atomique → un élément !!!
 C) Vrai : le V et le ${}^{18}_9\text{F}$ sont dans une même diagonale donc ils sont **isobares** : ils ont le même nombre de nucléons **A**. De plus le V est plus à gauche que le ${}^{18}_9\text{F}$ donc il a bien un proton en moins
 D) Faux : le W est dans la même ligne que le ${}^{13}_6\text{C}$ et le ${}^{14}_7\text{N}$ donc ils sont **isotones** : ils ont le même nombre de **neutrons**. Pour le ${}^{13}_6\text{C}$ et le ${}^{14}_7\text{N}$ on a 7 neutrons donc c'est pas possible pour notre ${}^{17}_8\text{O}$ qui a 9 neutrons
 E) Faux

QCM 13 : C

- A) Faux
 B) Faux
 C) Vrai : On calcule d'abord le défaut de masse en u : $\Delta M = 7 m(\text{proton}) + 7 m(\text{neutron}) + 7 m(\text{électron}) - \mathcal{M}(14,7) = 7 \times 1,007 + 7 \times 1,009 + 7 \times 0,00055 - 14,007 = 0,10885 \text{ u}$
 Puis on calcule l'énergie de liaison : $E_L = 0,10885 \times 931,5 = 101 \text{ MeV}$ (je vous conseille +++ de multiplier par 1000 plutôt que par 931,5 → gain de temps ++)
 D) Faux
 E) Faux

QCM 14 : BA) Faux

B) Vrai : On calcule d'abord la somme des masses des réactifs et la somme des masses des produits, puis on soustrait la masse des produits à celle des réactifs : $\Delta M = M(2,1) + M(3,1) - [M(4,2) + 1 m_n] = 2,014102 + 3,016049 - 4,002603 - 1,00866 = 0,01888 \text{ u}$. Et on n'oublie pas de multiplier par 931,5 (ou plutôt par 1000) : $E = 17,6 \text{ MeV}$

C) FauxD) FauxE) Faux**QCM 15 : B**

On a $Z = 9$ et $A = 19$ donc $N = 10$

→ On calcule d'abord le défaut de masse

- 1^{ère} méthode avec les masses du proton et de l'électron :

$$\Delta M = Z \times m(\text{proton}) + Z \times m(\text{électron}) + (A - Z) \times m(\text{neutron}) - M(\text{noyau}) = 9 \times 1,00728 + 9 \times 0,00055 + 10 \times 1,00866 - 18,998 = 0,159 \text{ u}$$

- 2^{ème} méthode avec la masse de l'atome d'hydrogène (plus rapide) :

$$\Delta M = Z \times m(\text{hydrogène}) + (A - Z) \times m(\text{neutron}) - M(\text{noyau}) = 9 \times 1,00783 + 10 \times 1,00866 - 24 = 0,159 \text{ u}$$

→ Puis on calcule l'énergie de liaison

$$E_L = \Delta M \times 931,5 = 0,159 \times 931,5 = 148 \text{ MeV}$$

QCM 16 : AA) Vrai

B) Faux : ce sont des isotones car ils ont le même nombre de **neutrons**

C) Faux : ce sont des isobares car ils ont le même nombre de nucléons **A**

D) Faux : deux atomes isomères ont le même nombre de protons **et** de neutrons (la seule différence entre deux isomères est leur niveau d'énergie) ! Ici ce sont des isotopes 😊

E) Faux**QCM 17 : CD**

A) Faux : il correspond au nombre de **protons** dans un noyau

B) Faux : pas dans le cas d'un atome ionisé

C) VraiD) VraiE) Faux**QCM 18 : CD**

A) Faux : l'item est vrai mais attention, le neutron n'est pas une particule élémentaire (piège d'énoncé)

B) Faux : 2 quarks up et 1 down

C) VraiD) VraiE) Faux**QCM 19 : BC**

A) Faux : ce sont des **isotopes** car ils ont le **même Z**

B) Vrai : ils ont le même nombre de **neutrons** ($A-Z$)

C) Vrai

D) Faux : ce n'est pas le même élément, or deux isotopes correspondent au **même atome**

E) Faux**QCM 20 : ABC**A) VraiB) VraiC) Vrai

D) Faux : deux isomères ont le même nombre de protons et de neutrons

E) Faux

QCM 21 : D

- A) Faux : $X = {}^{12}_5\text{B}$
B) Faux : cf A
C) Faux : $Y = {}^{14}_6\text{C}$
D) Vrai
E) Faux

QCM 22 : ABD

- A) Vrai
B) Vrai
C) Faux : c'est l'inverse, il faudra plus de neutrons que de protons pour qu'ils puissent s'intercaler entre les protons et ainsi diminuer les forces de répulsion qui existent entre les protons → stabilité
D) Vrai
E) Faux

QCM 23 : E

- A) Faux : c'est l'énergie qu'il faut fournir pour le dissocier
B) Faux : c'est l'inverse
C) Faux : le maximum est 8,5 MeV
D) Faux : on ne néglige pas la masse des électrons ! On peut seulement négliger leur énergie de liaison
E) Vrai

QCM 24 : E

On a $Z = 13$ et $A = 27$ donc $N = 14$

→ On calcule d'abord le défaut de masse

- 1^{ère} méthode avec les masses du proton et de l'électron :

$$\Delta M = Z \times m(\text{proton}) + Z \times m(\text{électron}) + (A - Z) \times m(\text{neutron}) - M(\text{noyau}) = 13 \times 1,00728 + 13 \times 0,00055 + 14 \times 1,00866 - 27 = 0,223 \text{ u}$$

- 2^{ème} méthode avec la masse de l'atome d'hydrogène (plus rapide) :

$$\Delta M = Z \times m(\text{hydrogène}) + (A - Z) \times m(\text{neutron}) - M(\text{noyau}) = 13 \times 1,00783 + 14 \times 1,00866 - 24 = 0,223 \text{ u}$$

→ Puis on calcule l'énergie de liaison

$$E_L = \Delta M \times 931,5 = 0,223 \times 931,5 = 207,7 \text{ MeV}$$

Astuce pour aller plus vite : multipliez le défaut de masse par 1000 et ensuite prenez la valeur qui se rapproche le plus de votre résultat en y étant un peu inférieure (le prof mettra des valeurs assez éloignées donc vous n'aurez qu'un choix possible 😊)

QCM 25 : AD

- A) Vrai
B) Faux : pas forcément, par exemple pour les noyaux légers il faut que $Z = N$ pour avoir un noyau stable
C) Faux : pas forcément
D) Vrai
E) Faux

QCM 26 : D

- A) Faux : elle est **répulsive** donc elle ne favorise pas la cohésion du noyau
B) Faux : elle est **répulsive** donc elle ne favorise pas la cohésion du noyau
C) Faux : cela explique donc l'**incompressibilité** du noyau
D) Vrai
E) Faux

QCM 27 : AC

- A) Vrai : le modèle de la goutte sphérique, le modèle en couches et le modèle mixte
B) Faux : c'est le modèle en couches
C) Vrai
D) Faux : on peut expliquer les transformation **isomériques**, qui concernent deux mêmes noyaux mais dans des états d'énergie différents
E) Faux

QCM 28 : CD

- A) Faux : c'est la définition de la fission
B) Faux : la réaction de fission **libère de l'énergie** +++
C) Vrai
D) Vrai
E) Faux

QCM 29 : B

$$\Delta M = M_{\text{début}} - M_{\text{fin}} = 4 \times M(1,1) - M(4,2) - 2M(0,1) = 4 \times 1,00783 - 4,0026 - 2 \times 0,00055 = 0,0276 \text{ u}$$
$$E = 0,0276 \times 931,5 = 25,73 \text{ MeV}$$

QCM 30 : AD

- A) Vrai (cf cours)
B) Faux : c'est l'inverse, un proton est constitué de 2 quarks up et 1 quark down (d'où sa charge de +1)
C) Faux : c'est grâce au **numéro atomique Z** que l'on peut classer les éléments dans le tableau périodique des éléments
D) Vrai (cf cours)
E) Faux

QCM 31 : B

- A) Faux : isotone = même nombre de **neutrons N** or pour l'oxygène 17 on a 9 neutrons et pour l'oxygène 18 on a 10 neutrons
B) Vrai : isobare = même nombre de **masses A** et ici A = 18 pour nos deux atomes
C) Faux : isotope = même nombre de **protons**. Ici on a bien le même nombre de protons MAIS retenez bien qu'un numéro atomique Z ne peut pas correspondre à deux atomes différents
D) Faux : deux isomères ont le **même A** et le **même Z**
E) Faux

QCM 32 : BD

- A) Faux : c'est vrai pour les **noyaux lourds**
B) Vrai : les neutrons s'intercalent entre les protons et diminuent ainsi les forces répulsives entre eux
C) Faux : plus l'énergie de liaison par nucléons est **élevée** plus le noyau est stable
D) Vrai
E) Faux

QCM 33 : BC

- A) Faux : il faut prendre la **valeur entière la plus proche** de la valeur de la masse d'un atome en u, soit 23 et pas 22
B) Vrai : ils ont bien le même Z
C) Vrai : $\Delta M = 12 \times 1,009 + 11 \times 1,007 + 11 \times 0,00055 - 22,9897 = 0,20135 \text{ u}$
D'où $E_L = 0,20135 \times 931,5 = 187,56 \text{ MeV}$
D) Faux (cf réponse C)
E) Faux

QCM 34 : BD

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

QCM 35 : B

- A) Faux : Z différents
B) Vrai : même A
C) Faux : pas le même N (A-Z)
D) Faux : le plus stable est $^{18}_7\text{N}$ car il a la masse la plus grande donc le défaut de masse le plus grand et donc l'énergie de liaison la plus grande, du coup il a l'énergie de liaison par nucléons la plus élevée
E) Faux

QCM 36 : B

On a $Z = 9$ et $A = 19$ donc $N = 10$

→ On calcule d'abord le défaut de masse

- 1^{ère} méthode avec les masses du proton et de l'électron :

$$\Delta M = Z \times m(\text{proton}) + Z \times m(\text{électron}) + (A - Z) \times m(\text{neutron}) - M(\text{noyau}) = 9 \times 1,00728 + 9 \times 0,00055 + 10 \times 1,00866 - 18,998 = 0,159 \text{ u}$$

- 2^{ème} méthode avec la masse de l'atome d'hydrogène (plus rapide) :

$$\Delta M = Z \times m(\text{hydrogène}) + (A - Z) \times m(\text{neutron}) - M(\text{noyau}) = 9 \times 1,00783 + 10 \times 1,00866 - 24 = 0,159 \text{ u}$$

→ Puis on calcule l'énergie de liaison

$$E_L = \Delta M \times 931,5 = 0,159 \times 931,5 = 148 \text{ MeV}$$

Astuce du chef : L'énergie de liaison par nucléon E_L/A est comprise entre environ 7 et 8,5 MeV :

$7 < E_L/A < 8,5$ donc $7 \times A < E_L < 8,5 \times A \rightarrow$ l'énergie de liaison d'un noyau est comprise entre 7 x son nombre de nucléons et 8,5 fois son nombre de nucléons

Dans ses QCM, le prof vous donnera toujours des valeurs assez éloignées pour pouvoir éliminer toutes celles qui sont fausses juste avec cette technique ! En effet il n'y aura qu'une seule réponse comprise entre 7 x A et 8,5 x A (et ça ça vous fera gagner un max de temps !!!)

5. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Transformations radioactives

2017 – 2018 (Pr. Darcourt et Pr. Humbert)

QCM 1 : A propos de la suite de réactions issue de l'Astate-211 : $^{211}_{85}\text{At} \rightarrow X \rightarrow Y$. A l'issue de la première transformation donnant l'atome X, il y a détection de la particule α . Et lors de la deuxième transformation qui forme l'atome Y, une particule β^- est détectée. Donnez la (les) proposition(s) juste(s) :

- A) $X = ^{215}_{87}\text{Fr}$
- B) $X = ^{207}_{83}\text{Bi}$
- C) $Y = ^{208}_{83}\text{Bi}$
- D) $Y = ^{207}_{84}\text{Po}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 2 : A propos de la transformation $^{60}_{28}\text{Ni} \rightarrow ^{60}_{27}\text{Co}$, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Une désintégration β^+ est possible
- B) Une désintégration β^- est possible
- C) Une capture électronique est possible
- D) Il peut y avoir une émission d'un antineutrino lors de cette transformation
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 3 : A propos de la transformation $^{201}_{81}\text{Tl} \rightarrow ^{201}_{80}\text{Hg}$, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

Données : $M(^{201}_{81}\text{Tl}) = 200,971 \text{ u}$; $M(^{201}_{80}\text{Hg}) = 200,970 \text{ u}$; $m_{e^-} = 0,00055 \text{ u}$

- A) Cette transformation est une désintégration β^+
- B) Cette transformation se fait par capture électronique
- C) Cette transformation est à l'origine d'un spectre continu
- D) L'énergie cinétique du neutrino émis vaut 930 keV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 4 : Concernant les transformations isomériques :

- A) Ces transformations donnent lieu à un élément fils différent de l'élément père puisque le numéro atomique change
- B) Lors de la désintégration γ , les photons ont pour origine le cortège électronique de l'atome
- C) Quel que soit le type de transformation isomérique, on observera un spectre électromagnétique de raies nucléaire
- D) Non, dans les deux cas on observera un spectre électromagnétique de raies atomique !
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 5 : Calculez l'énergie libérée pendant la transformation $^{213}_{83}\text{Bi} \rightarrow ^{209}_{81}\text{Tl} + ^4_2\text{He}$

Données : $M(^{213}_{83}\text{Bi}) = 212,9943 \text{ u}$; $M(^{209}_{81}\text{Tl}) = 208,9853 \text{ u}$; $M(^4_2\text{He}) = 4,0026 \text{ u}$

- A) 8,2 MeV
- B) 5960 keV
- C) 4009 MeV
- D) 5,96 MeV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 6 : A propos des transformations isobariques, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) La désintégration β^- survient en cas d'excès de protons dans le noyau
- B) Les désintégrations β^- et β^+ sont les seuls cas où un spectre continu est observé
- C) Il existe une compétition entre les transformations β^+ et CE : la β^+ est toujours possible alors que la CE possède un seuil énergétique de 1,022 MeV ou 0,0011 u
- D) Dans les 3 différentes transformations isobariques possibles, on peut à chaque fois détecter soit un neutrino soit un antineutrino
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 7 : A propos de la transformation du Brome $^{80}_{35}\text{Br}$ en Krypton $^{80}_{36}\text{Kr}$, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

Données : $M(^{80}_{35}\text{Br}) = 79,9086 \text{ u}$; $M(^{80}_{36}\text{Kr}) = 79,9042 \text{ u}$; $M_{e^-} = 0,00055 \text{ u}$

- A) Il s'agit d'une transformation β^+
- B) Il s'agit d'une transformation β^-
- C) L'énergie disponible de la réaction est égale à 4,1 MeV et est partagée entre les différentes particules formées
- D) Sur le spectre continu, $E=0$ correspondra au cas où β^- emporte toute l'énergie et $E=E_{\text{max}}$ correspondra au cas où l'antineutrino emporte toute l'énergie
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 8 : Concernant la transformation du Protactinium $^{234}_{91}\text{Pa}$ en Thorium $^{234}_{90}\text{Th}$, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

Données : $M(^{234}_{91}\text{Pa}) = 234,9837 \text{ u}$; $M(^{234}_{90}\text{Th}) = 234,9833 \text{ u}$; $M_{e^-} = 0,00055 \text{ u}$;

$E_K(^{234}_{91}\text{Pa}) = 4,82 \text{ keV}$; $E_L(^{234}_{91}\text{Pa}) = 1,52 \text{ keV}$; $E_K(^{234}_{90}\text{Th}) = 6,35 \text{ keV}$

- A) Les deux transformations β^+ et CE sont possibles
- B) Le neutrino émis possède une énergie de 0,37 MeV
- C) Sur le spectre énergétique d'origine nucléaire on pourra observer une composante continue
- D) Sur le spectre énergétique d'origine atomique on pourra observer une raie à 3,5 keV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 9 : Concernant les familles radioactives :

- A) Il existe 3 familles déterminées par 3 noyaux pères
- B) Une famille est composée d'émetteurs α et β^+
- C) On peut trouver dans les familles des éléments radioactifs artificiels
- D) Le Polonium $^{218}_{84}\text{Po}$ appartient à la famille de l'Uranium $^{235}_{92}\text{U}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 10 : Concernant les généralités sur la radioactivité, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) La désintégration α concerne les noyaux légers en priorité
- B) L'électron émis lors de la désintégration β^- a une origine nucléaire contrairement à l'électron émis pendant la CI qui a une origine atomique
- C) Les rayons γ proviennent du cortège électronique à l'inverse des rayons X qui proviennent du noyau
- D) Les états excités et métastables d'un atome représentent des états très énergétiques aboutissant à une instabilité
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 11 : Concernant la chaîne de transformations de l'Iode $^{123}_{53}\text{I} + {}^0_{-1}e \rightarrow {}^{123}_{52}\text{Te} + \nu \rightarrow {}^{123}_{52}\text{Te} + \gamma$

Le gamma émis a une énergie de 159 keV. Données : $M(^{123}_{53}\text{I}) = 122,9056 \text{ u}$; $M(^{123}_{52}\text{Te}) = 122,9046 \text{ u}$; $W_K(^{123}_{53}\text{I}) = -33 \text{ keV}$; $W_K(^{123}_{52}\text{Te}) = -32 \text{ keV}$; $W_L(^{123}_{52}\text{Te}) = -4 \text{ keV}$

- A) Le spectre électromagnétique global de ces réactions présente une composante continue
- B) Le spectre électromagnétique global de ces réactions présente une raie à 159 keV
- C) Le spectre électromagnétique global de ces réactions présente une raie à 745,2 keV
- D) Le spectre électromagnétique global de ces réactions présente une raie à 28 keV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 12 : Sachant que le Carbone $^{15}_6\text{C}$ se désintègre en Azote $^{15}_7\text{N}$ par émission β^- d'énergie maximale $E = 9,771 \text{ MeV}$, quelle est la masse de l'atome de Carbone $^{15}_6\text{C}$ exprimée en u ? Données : $M(^{15}_7\text{N}) = 15,0001 \text{ u}$

- A) 15,0000
- B) 14,9087
- C) 14,8073
- D) 15,0106
- E) 13,9985

QCM 13 : A propos des généralités sur la radioactivité, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Lors des transformations radioactives, il y a évolution vers une masse supérieure pour augmenter l'énergie de liaison par nucléons et donc augmenter la stabilité
- B) La radioactivité α concerne principalement les noyaux lourds
- C) Les photons X et γ sont des rayonnements électromagnétiques d'énergies différentes
- D) Le phénomène d'annihilation est consécutif à la transformation β^+ : la collision avec un électron en fin de parcours provoque l'émission de 2 photons γ d'énergie 511 MeV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 14 : Le Césium $^{137}_{55}\text{Cs}$ se désintègre en Baryum métastable $^{137m}_{56}\text{Ba}$ et ce dernier revient à l'équilibre par une conversion interne. A propos de cette suite de réactions :

- A) La première réaction est une transformation isomérique β^+
- B) La première réaction est une transformation isomérique β^-
- C) L'atome fils issu de la conversion interne est le $^{137}_{56}\text{Ba}$
- D) La conversion interne et l'émission γ sont deux réactions permettant la libération de l'excédent d'énergie sans changement de nature de l'élément chimique
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 15 : Concernant la suite de réactions aboutissant au Plomb-207 : $X \rightarrow Y \rightarrow Z \rightarrow ^{207}_{82}\text{Pb}$. La première réaction est une transformation α , suivie d'une capture électronique et enfin d'une désintégration γ . Donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) $X = ^{211}_{83}\text{Bi}$
- B) $X = ^{211}_{85}\text{At}$
- C) $Y = ^{207}_{83}\text{Bi}$
- D) $Z = ^{208*}_{82}\text{Pb}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 16 : Le Lutetium-177 $^{177}_{71}\text{Lu}$ se transforme en Hafnium-177 $^{177}_{72}\text{Hf}$. Donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :
Données : $M(^{177}_{71}\text{Lu}) = 176,9447\text{u}$; $M(^{177}_{72}\text{Hf}) = 176,9433\text{u}$

- A) Il s'agit d'une émission β^+
- B) Il s'agit d'une émission β^-
- C) Il s'agit d'une capture électronique
- D) Une énergie de 1,3 MeV sera partagée au hasard entre les particules formées
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 17 : Concernant la suite de transformations suivante : $^{235}_{92}\text{U} \rightarrow ^{231}_{90}\text{Th} + ^4_2\text{He} \rightarrow ^{231*}_{89}\text{Ac} \rightarrow ^{231}_{89}\text{Ac}$. Donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) La première transformation donnera un spectre de raies
- B) La deuxième transformation permettra une détection de deux photons gamma
- C) La deuxième transformation a lieu car il y a un excès de neutrons
- D) La troisième transformation se fait sans changement d'énergie
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 18 : Sachant que le Cobalt $^{59}_{27}\text{Co}$ se transforme en Nickel $^{59}_{28}\text{Ni}$ par émission β^- d'énergie maximale $E = 37,26\text{ MeV}$. Quelle est la masse de l'atome de Nickel $^{59}_{28}\text{Ni}$ exprimée en u ? **Données : $M(^{59}_{27}\text{Co}) = 58,9334\text{ u}$**

- A) 58,9678 u
- B) 58,9865 u
- C) 58,8934 u
- D) 59,0034 u
- E) 58,9487 u

QCM 19 : Le Germanium-71 $^{71}_{32}\text{Ge}$ se désintègre en Gallium-71 $^{71}_{31}\text{Ga}$. A propos de cette réaction, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

Données : $M(^{71}_{32}\text{Ge}) = 71,6873\text{ u}$; $M(^{71}_{31}\text{Ga}) = 71,6865\text{ u}$; $W_K(^{71}_{32}\text{Ge}) = -72\text{ keV}$; $W_L(^{71}_{32}\text{Ge}) = -34\text{ keV}$; $W_K(^{71}_{31}\text{Ga}) = -67\text{ keV}$; $W_L(^{71}_{31}\text{Ga}) = -23$

- A) Cette transformation est une désintégration β^+
- B) L'énergie libérée par la réaction vaut 745,2 keV
- C) La réaction permet d'observer un spectre continu \rightarrow spectre nucléaire de raies
- D) La réaction permet d'observer un spectre électronique de raies, dont une raie a une énergie de 38 keV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 20 : Concernant l'Actinium-225, il est radioactif et se transforme selon la réaction suivante : $^{225}_{89}\text{Ac} \rightarrow ^{221}_{87}\text{Fr} + ^4_2\alpha$. Donnez la (les) bonne(s) réponse(s) : (inspiré du concours 2016-2017)

Données : $M(225,89) = 225,0614\text{ u}$; $M(221,87) = 221,0494\text{ u}$; $M(4,2) = 4,0026\text{ u}$

- A) Ce type de transformation radioactive a lieu chez les noyaux lourds en priorité
- B) L'énergie disponible de la réaction vaut 8,8 MeV
- C) Le spectre issu de la réaction comporte une composante continue
- D) Le spectre issu de la réaction comporte une raie correspondant à la particule alpha
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 21 : A propos de la radioactivité, quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ? (inspiré du concours 2016-2017)

- A) Les trois types de transformations isobariques donnent un spectre électromagnétique d'origine nucléaire
- B) La désintégration β^+ est possible seulement si l'énergie rendue disponible par la réaction est supérieure au seuil énergétique de 1022 keV
- C) Lors d'une transformation isomérique, il n'y a pas de changement de nature du noyau, mais seulement un changement de niveau d'énergie
- D) Lors de la transformation isomérique d'un nucléide excité, l'excès d'énergie est libéré soit par l'émission d'un photon gamma, soit par un phénomène de conversion interne
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 22 : Le Tellure-122 se transforme en Antimoine-122 selon la réaction : $^{122}_{52}\text{Te} \rightarrow ^{122}_{51}\text{Sb}$. Quelle(s) est (sont) la (les) transformation(s) possible(s) ? (inspiré du concours 2015-2016)

Données : $M(122, 52) = 121,78535 \text{ u}$; $M(122, 51) = 121,78365 \text{ u}$; $m_e = 0,00055 \text{ u}$

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

QCM 23 : L'or-197 se transforme en Mercure-197 selon la transformation suivante : $^{197}_{79}\text{Au} \rightarrow ^{197}_{80}\text{Hg} \rightarrow ^{197}_{80}\text{Hg}$. Le noyau excité de Mercure $^{197}_{80}\text{Hg}$ se transforme en Mercure stable par une émission gamma.

Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) concernant le spectre issu de la transformation du $^{197}_{79}\text{Au}$ en $^{197}_{80}\text{Hg}$ stable ? (inspiré du concours 2015-2016)

- A) Il comporte une ou plusieurs raies correspondant aux β^-
- B) Il comporte une ou plusieurs raies correspondant aux électrons de conversion interne
- C) Il comporte une ou plusieurs raies correspondant au photon gamma
- D) Il comporte une composante continue
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 24 : A propos du Chlore-17, il est radioactif et se transforme selon la réaction suivante :

$^{35}_{17}\text{Cl} \rightarrow ^{31}_{15}\text{P} + ^4_2\alpha \rightarrow ^{31}_{15}\text{P}$. La 2^e transformation est une désintégration gamma. Donnez la (les) bonne(s) réponse(s).

Données : $M(35, 17) = 35,1138 \text{ u}$; $M(31, 15) = 31,0512 \text{ u}$; $M(4, 2) = 4,0026 \text{ u}$

- A) La particule alpha émise lors de la 1^e désintégration a une énergie de 56 MeV
- B) Le spectre global de la réaction présente une composante continue
- C) Le spectre global de la réaction présente une raie d'énergie 4,66 MeV correspondant au photon gamma émis lors de la 2^e transformation
- D) Le spectre global de la réaction présente une raie d'énergie 4,66 MeV correspondant à l'électron de conversion interne émis lors de la 2^e transformation
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 25 : Concernant le Palladium-104 $^{104}_{46}\text{Pd}$ qui se transforme en Rhodium-104 $^{104}_{45}\text{Rh}$, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

Données : $M(^{104}_{46}\text{Pd}) = 103,8764 \text{ u}$; $M(^{104}_{45}\text{Rh}) = 103,8758 \text{ u}$; $W_K(^{104}_{46}\text{Pd}) = -155 \text{ keV}$; $W_K(^{104}_{45}\text{Rh}) = -135 \text{ keV}$; $W_L(^{104}_{45}\text{Rh}) = -32 \text{ keV}$

- A) La réaction est une désintégration β^+
- B) La réaction est une capture électronique
- C) La réaction libère une énergie qui vaut environ 404 keV
- D) La réaction peut donner un spectre électronique d'origine atomique présentant une raie d'énergie 103 keV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 26 : A propos de la transformation de l'Iridium en Osmium selon la réaction suivante : $^{191}_{77}\text{Ir} \rightarrow ^{191}_{76}\text{Os} + \beta^+ + \nu$. Donnez la (les) proposition(s) exacte(s) :

Données : $M(191, 77) = 190,8935 \text{ u}$; $M(191, 76) = 190,8675 \text{ u}$

- A) L'énergie libérée par la réaction vaut 5,59 MeV
- B) Une détection de photons gamma d'énergie 4,56 MeV est possible
- C) Le spectre de la réaction obtenu par la détection du neutrino est un spectre continu
- D) Le spectre de la réaction obtenu par la détection du positon est un spectre possédant une raie à 4,56 MeV
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 27 : A quelle famille le Radon-217 (radioélément naturel) appartient-il ?

- A) A la famille de l'Uranium-238
- B) A la famille du Thorium-232
- C) A la famille de l'Uranium-235
- D) A la famille du Protactinium-233
- E) A aucune de ces familles

QCM 28 : Concernant les spectres des différentes transformations radioactives, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) La capture électronique et la conversion interne sont les seules transformations qui ne donnent pas de spectre d'origine nucléaire
- B) L'émission gamma donne un spectre électronique de raie(s) d'origine nucléaire
- C) La capture électronique et la conversion interne peuvent donner un spectre de raies électronique d'origine atomique
- D) La capture électronique ne donne pas de spectre d'origine électromagnétique
- E) La conversion interne peut donner un spectre de raie(s) d'origine électromagnétique

Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Transformations radioactives**2017 – 2018 (Pr. Darcourt et Pr. Humbert)****QCM 1 : BD**

- A) Faux : On a une émission α donc on passe de Z à $Z-2$ donc on trouve 83, et de A à $A-4$ donc on trouve 207
B) Vrai
C) Faux : On a ensuite une désintégration β^- donc on garde le même A (toujours 207) mais on passe de Z à $Z+1$ donc on obtient 84
D) Vrai
E) Faux

QCM 2 : AC

- A) Vrai : On garde le même A donc on est dans une transformation isobarique, et on passe de Z à $Z-1$ donc on avait un excès de protons, donc ça correspond à β^+ ou CE
B) Faux : cf A
C) Vrai : cf A
D) Faux : L'antineutrino est émis dans la radioactivité β^- ! Ici c'est un neutrino qui sera émis
E) Faux

QCM 3 : BD

- A) Faux : $\Delta M = 200,971 - 200,970 = 0,001 \text{ u} < 0,0011 \text{ u}$! Donc β^+ n'est pas possible et donc c'est forcément une CE
B) Vrai : cf A
C) Faux : La CE donne un spectre de raies
D) Vrai : $E_d = 931,5 \times \Delta M = 931,5 \times 0,001 = 0,93 \text{ MeV} = 930 \text{ keV}$
E) Faux

QCM 4 : E

- A) Faux : Dans les isomériques, l'élément fils est le même que le père car Z ne change pas (ni A) !
B) Faux : Ils ont pour origine le noyau !
C) Faux : Dans les 2 cas on a bel et bien un spectre de raies, mais pour l'émission γ il a une origine nucléaire alors que pour la CI il a une origine atomique (sorry)
D) Faux : cf C
E) Vrai

QCM 5 : BD

- A) Faux : $\Delta M = 212,9943 - 208,9853 - 4,0026 = 0,0064 \text{ u} \rightarrow E_d = 0,0064 \times 931,5 = 5,96 \text{ MeV} = 5960 \text{ keV}$.
B) Vrai
C) Faux
D) Vrai
E) Faux

QCM 6 : B

- A) Faux : C'est pour un excès de neutrons ! Excès de protons = β^+ ou CE
B) Vrai : Comprenez bien ça 😊
C) Faux : C'est la CE qui est toujours possible et β^+ qui possède le seuil énergétique
D) Faux : ATTENTION on ne les détecte pas !!! Ne tombez pas dans le piège 😊 Par contre si l'item disait qu'il y avait émission de ces particules, là ce serait vrai. Faites bien la différence entre le fait que c'est émis par la réaction et le fait qu'on ne peut pas les détecter
E) Faux

QCM 7 : BC

- A) Faux : On garde le même A et on passe de Z à $Z+1$ donc β^- !
B) Vrai
C) Vrai : $\Delta M = 79,9086 - 79,9042 = 0,0044 \text{ u} \rightarrow E_d = 0,0044 \times 931,5 = 4,1 \text{ MeV}$
D) Faux : C'est l'inverse
E) Faux

QCM 8 : B

- A) Faux : $\Delta M = 234,9837 - 234,9833 = 0,0004 \text{ u} < 0,0011 \text{ u}$ donc β^+ impossible et que CE !
 B) Vrai : Dans la CE on a bien émission d'un neutrino d' $E_d = 0,0004 \times 931,5 = 0,37 \text{ MeV}$
 C) Faux : Pas de spectre nucléaire continu pour la CE !
 D) Faux : Je vous ai piégé sorry guys. Le résultat correspond à celui avec les valeurs de l'élément père (on fait $E_K - E_L = 3,5 \text{ keV}$) MAIS c'est l'atome FILS qui se réarrange et pas le père ! Donc il aurait fallu faire le même calcul avec les valeurs des couches électroniques de l'atome fils ! Ici vous voyez que dans l'énoncé on vous donne seulement la couche K du fils, donc vous ne pouvez pas calculer l'énergie du photon émis issu du réarrangement électronique, donc ne cherchez même pas à faire le calcul vous mettez faux direct ! Faites bien attention ☺
 E) Faux

QCM 9 : A

- A) Vrai
 B) Faux : D'émetteurs α et β^- !!
 C) Faux : Que les éléments radioactifs naturellement
 D) Faux : On part de A(fils)=218 et on augmente de 4 en 4 jusqu'à tomber sur un des pères : $218 \rightarrow 222 \rightarrow 226 \rightarrow 230 \rightarrow 234 \rightarrow 238$! Il appartient donc à la famille de l'Uranium-238 et pas l'Uranium-235
 E) Faux

QCM 10 : BD

- A) Faux : Les noyaux LOURDS !! Pour retenir dites-vous qu'avec la perte des 4 nucléons qui forme la particule α , c'est logique qu'à la base ont ait besoin d'un noyau père avec déjà beaucoup de nucléons donc lourd ☺
 B) Vrai : Par cœur les gars
 C) Faux : C'est l'inverse <3
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 11 : BD

- A) Faux : on a une CE puis une transformation γ donc pas de spectre continu, seulement des spectres de raies
 B) Vrai : c'est l'énergie du photon γ qui donne une raie d' $E_{raie} = E_\gamma$
 C) Faux : Attention c'est bien la valeur de l'énergie du neutrino émis par la CE mais il est indétectable et n'apparaît pas sur le spectre ! (désolé item pute mais important !)
 D) Vrai : C'est la raie correspondant au réarrangement de l'atome FILS après la CE. On a bien passage d'un électron de la couche L sur la couche K (pour combler la case vacante) qui se traduit par l'émission d'un photon de fluorescence d'énergie $E = |W_K| - |W_L| = 32 - 4 = 28 \text{ keV}$
 E) Faux

QCM 12 : D

On part de : $E_d[\text{MeV}] = 931,5 \Delta M$ et ici on est dans une émission β^- donc $\Delta M = M(^{15}_6\text{C}) - M(^{15}_7\text{N})$
 Ça donne $9,771 = 931,5 \times (M(^{15}_6\text{C}) - 15,0001)$ et on résout l'équation.
 Astuce de résolution de ce type de QCM : une seule valeur est cohérente avec l'énoncé ! Ici on veut trouver la masse du père, qui est forcément supérieure à la masse du fils, soit supérieure à 15,0001u. Dans les valeurs proposées seul 15,0106 est possible car toutes les autres sont inférieures à 15,0001u ! (le prof fera toujours comme ça, avec une seule valeur supérieure à la masse du fils donc pas besoin de calculer pour ce QCM ☺)

QCM 13 : B

- A) Faux : On a évolution vers une masse INFÉRIEURE !! « le noyau fils est plus stable et plus léger »
 B) Vrai
 C) Faux : Même énergie mais origine différente !
 D) Faux : Tout est juste sauf l'énergie des photons qui vaut 511 keV ou 0,511 MeV (attention aux unités, sorry)
 E) Faux

QCM 14 : CD

- A) Faux : c'est une transformation isoBARIque β^- !
 B) Faux : voir A
 C) Vrai
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 15 : BC

On part du Plomb final et on remonte les réactions pour trouver : $^{211}_{85}\text{At} \rightarrow ^{207}_{83}\text{Bi} \rightarrow ^{207*}_{82}\text{Pb} \rightarrow ^{207}_{82}\text{Pb}$

QCM 16 : BD

- A) Faux : On garde le même nombre de masse A donc il s'agit bien d'une transformation isobarique, et on passe de Z à Z+1 donc c'est une β^- ☺
 B) Vrai : cf A
 C) Faux : cf A
 D) Vrai : $\Delta M = M(\text{père}) - M(\text{fils}) = 176,9447 - 176,9433 = 0,0014u$ et $E_d = 931,5 \times 0,0014 = 1,3 \text{ MeV}$. Remarque : en faisant $\times 1000$ on trouve 1,4 MeV et on prend un peu moins donc 1,3 MeV est cohérent
 E) Faux

QCM 17 : AB

- A) Vrai : c'est une transformation alpha donc spectre de raies
 B) Vrai : c'est une réaction β^+ donc on a la réaction d'annihilation du β^+ à la fin de son parcours où il y a émission de 2 photons gamma d'énergie 511 keV chacun
 C) Faux : excès de protons !!
 D) Faux : j'espère que vous n'êtes pas tombés dans ce piège débile haha. Au contraire c'est une réaction isomérique donc on a changement d'énergie sans changement de la nature du noyau
 E) Faux

QCM 18 : C

On part de : $E_d [\text{MeV}] = 931,5 \Delta M$ et ici on est dans une émission β^- donc $\Delta M = M(^{60}_{27}\text{Co}) - M(^{60}_{28}\text{Ni})$
 Ça donne $37,26 = 931,5 \times (58,9334 - M(^{60}_{28}\text{Ni})) \rightarrow 58,9334 - M(^{60}_{28}\text{Ni}) = \frac{37,26}{931,5} \rightarrow M(^{60}_{28}\text{Ni}) = 58,9334 - \frac{37,26}{931,5} = 58,9334 - 0,04 = 58,8934 u$

OU BIEN je vous avais déjà mis un QCM du même type au premier tutorat. Ici on veut la masse du fils et on sait qu'elle est forcément inférieure à celle du père qui est donnée dans l'énoncé. Or dans les valeurs proposées, seule la C est inférieure donc c'est forcément celle-là la bonne réponse ☺ (je vous répète le prof aime bien ce type de QCM, je sais qu'il fait peur mais au final il n'y a pas de calcul à faire, il suffit juste d'avoir un peu de logique et de regarder les réponses proposées)

QCM 19 : B

- A) Faux : $\Delta M < 0,0011 u$ donc pas de β^+ possible, c'est forcément une CE
 B) Vrai : $E_d = 931,5 \times (71,6873 - 71,6865) = 931,5 \times 0,0008 = 0,7452 \text{ MeV} = 745,2 \text{ keV}$ (attention à si on donne l'énergie en MeV ou keV!)
 C) Faux : CE = spectre électronique de raies ! Attention pas de spectre nucléaire car le neutrino est indétectable et que le spectre vient des réarrangements électroniques.
 D) Faux : 38 keV c'est l'énergie émise par le passage d'un électron de la couche L à K chez l'atome PERE !! Or il n'y a jamais de réarrangements chez le père, seulement chez le fils ! La bonne réponse était 44 keV (passage d'un électron des couche L à K chez le fils)
 E) Faux

QCM 20 : ABD

- A) Vrai
 B) Vrai : $\Delta M = M(\text{père}) - M(\text{fils}) - M(\text{alpha}) = 225,0614 - 221,0494 - 4,0026 = 4,0120 - 4,0026 = 0,0094 u$
 $E_d = 0,0094 \times 931,5 = 8,76 \text{ MeV} \approx 8,8 \text{ MeV}$ (rappel astuce : vous faites $\times 1000$ et vous prenez un peu moins)
 C) Faux : **Pas de composante continue** pour l'émission alpha! (retenez que le spectre est **continu uniquement** pour β^+ et β^-)
 D) Vrai : Spectre de raie avec 1 seule raie pour laquelle $E_{raie} = E_c(\text{particule } \alpha)$
 E) Faux

QCM 21 : BCD

- A) Faux : La CE n'a pas de spectre d'origine nucléaire car le neutrino émis est indétectable !
 B) Vrai : sinon il ne peut y avoir que la CE
 C) Vrai
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 22 : ADMéthode de résolution

Déjà il s'agit d'une transformation isobarique donc ce n'est pas une conversion interne → **C faux**

Ensuite on passe de Z à Z-1 donc il y avait un excès de proton, et donc ce n'est pas une β^- → **B faux**

Enfin on calcule le défaut de masse pour déterminer s'il s'agit forcément d'une CE ($\Delta M < 0,0011 u$) ou si ça peut être une CE comme une β^+ ($\Delta M > 0,0011 u$). Ici on a $\Delta M = 121,78535 - 121,78365 = 0,0017 u > 0,0011 u$ donc il peut s'agir aussi bien d'une β^+ que d'une CE → **A et D vrais**

QCM 23 : CD

- A) Faux : l'émission β^- ne donne pas de spectre de raie mais un spectre continu !
 B) Faux : il n'y a pas de conversion interne, c'est une émission gamma
 C) Vrai
 D) Vrai : cf A
 E) Faux

QCM 24 : AC

- A) Vrai : $\Delta M = M_{\text{père}} - M_{\text{fils}} - M_{\alpha} = 35,1138 - 31,0512 - 4,0026 = 0,06 \text{ u} \rightarrow Ed = 931,5 \times 0,06 = 55,89 \text{ MeV} \approx 56 \text{ MeV}$
 B) Faux : pas de désintégration β donc pas de composante continue. Ici c'est un spectre de raies uniquement
 C) Vrai : $\Delta M = M_{\text{père}} - M_{\text{fils}} = M(^{31}_{15}\text{P}) - M(^{31}_{15}\text{P}) = 31,0512 - 31,0462 = 0,005 \text{ u} \rightarrow Ed = 931,5 \times 0,005 = 4,66 \text{ MeV}$
 D) Faux : c'est dit dans l'énoncé que la 2^e transformation est une gamma... Lisez bien en entier
 E) Faux

QCM 25 : BC

- A) Faux : cf B
 B) Vrai : $\Delta M = M_{\text{père}} - M_{\text{fils}} = 103,8764 - 103,8758 = 0,0006 \text{ u} < 0,0011 \text{ u}$ donc la β^+ n'est pas possible, c'est une CE
 C) Vrai : $Ed = 931,5 \times \Delta M = 931,5 \times 0,0006 = 0,5589 \text{ MeV}$. Maintenant attention il faut soustraire l'énergie de liaison de l'électron capté par le noyau (attention on prend la valeur chez le **père** !) Comme les énergies de liaison sont en keV il faut convertir l'énergie qu'on a trouvé : $0,5589 \text{ MeV} = 558,9 \text{ keV}$ et maintenant on peut faire la soustraction : $Ed = 558,9 - 155 = 403,9 \text{ keV} \approx 404 \text{ keV}$
 D) Faux : il y a bien une raie d'énergie 103 keV mais elle correspond à un photon de fluorescence (électron qui passe des couches L à K). Donc le spectre qui présente cette raie est un spectre **électromagnétique** d'origine atomique !
 E) Faux

QCM 26 : E

- A) Faux : $\Delta M = M_{\text{père}} - M_{\text{fils}} - 2m_e = 190,8935 - 190,8875 - 0,0011 = 0,0060 - 0,0011 = 0,0049 \text{ u}$
 $Ed = 931,5 \times \Delta M = 931,5 \times 0,0049 = 4,56 \text{ MeV}$ (Attention on trouve 5,59 MeV si on oublie d'enlever la masse des 2 électrons dans le défaut de masse ! Donc faites bien gaffe)
 B) Faux : On a bien détection de photons mais ce sont ceux issus de la réaction d'annihilation du positon et leur énergie vaut TOUJOURS 511 keV (c'est un piège fréquent)
 C) Faux : le neutrino est indétectable ! Le spectre est bien continu mais il est dû à la détection du positon
 D) Faux : pas de raies dans le spectre de la β^+ !
 E) Vrai

QCM 27 : D

On part du fils et **remonte le A** (nombre de masse) **de 4 en 4** pour retomber sur le père : $217 \rightarrow 221 \rightarrow 225 \rightarrow 229 \rightarrow 233$
 Donc c'est le Protactinium-233 (et on voit bien qu'on passe à côté du 232, du 235 et du 238 donc les trois autres sont bien faux)

QCM 28 : ACE

- A) Vrai : α , β^+ , β^- , et $\gamma \rightarrow$ d'origine nucléaire \neq CE/CI \rightarrow d'origine atomique
 B) Faux : le spectre est électromagnétique ! (car gamma est un REM et aucun électron n'intervient donc ça ne peut pas être électronique)
 C) Vrai : dû aux électrons auger potentiels pour la CE, et à l'électron de CI + les électrons auger potentiels pour la CI
 D) Faux : au contraire y en a un pour les photons de fluorescence (photon = REM donc spectre électromagnétique)
 E) Vrai : même raison que la D

6. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Lois cinétiques

2017 – 2018 (Pr. Humbert)

QCM 1 : Pour traiter un cancer de la thyroïde, on souhaite administrer à un patient de l'iode 131 dont la période radioactive est de 360 minutes et la période biologique est de 120 minutes. A 7h, on prépare un échantillon radioactif de 600MBq et on souhaite l'administrer à 13h.

- A) On administre 600 MBq d'iode 131 au patient
- B) A 16h, l'activité de l'iode 131 sera de 150 MBq
- C) A 16h, l'activité de l'iode 131 sera de 75 MBq
- D) A 22h, on pourra considérer que le patient n'a plus de noyaux radioactifs dans l'organisme
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 2 : On souhaite utiliser chez un patient une molécule de période radioactive égale à 18 heures. La molécule marquée a une période biologique dans l'organisme égale à 6 heures. L'activité de cette molécule à $t=0$ est égale à 860 MBq.

- A) Si la molécule est administrée au patient à $t = 0$, l'activité dans l'organisme à $t = 9h$ est de 215 MBq
- B) Si la molécule est administrée au patient à $t = 0$, son activité au temps $t = 48h$ est négligeable
- C) Si la molécule est administrée au patient à $t = 36h$, son activité au temps $t = 49h30$ est d'environ 27 MBq
- D) Si la molécule est administrée au patient à $t = 18h$, son activité au temps $t = 36h$ est de 215 MBq
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 3 : On dispose de 2 grammes de Radium 226 dont l'activité est de 60 MBq. Données : $\lambda = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

- A) La constante radioactive du radium 226 est $\lambda = 102 \times 10^{-12} \text{ s}^{-1}$
- B) La constante radioactive du radium 226 est $\lambda = 113 \times 10^{-16} \text{ s}^{-1}$
- C) La période radioactive du radium 226 est $T = 6,2 \times 10^{13} \text{ s}$
- D) La période radioactive du radium 226 est $T = 2 \times 10^7 \text{ s}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 4 : Quelle est, en grammes, la masse d'uranium 238 donnant une activité de 2 Ci ? Données : $\lambda = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; $T = 2220 \text{ ans}$

- A) 1,5
- B) 5,8
- C) 4,3
- D) 11
- E) 2,9

QCM 5 : Pour effectuer une scintigraphie on injecte à un patient 88 MBq de technétium 99 dont la période radioactive est $T = 7$ heures. Calculez le nombre d'atomes de technétium injectés.

- A) $7,6 \times 10^{11}$
- B) $3,2 \times 10^{12}$
- C) $8,4 \times 10^{11}$
- D) $3,2 \times 10^{14}$
- E) $7,6 \times 10^{13}$

QCM 6 : Suite à un accident nucléaire, un champ de 800km^2 se retrouve contaminé. La contamination des sols est causée par le Bismuth 210 qui est un émetteur β^- et dont la période radioactive T est de 7 ans. La surface contaminée produit une radioactivité supérieure à 800kBq/m^2 . Évaluez le nombre N de noyaux de ^{210}Bi par m^2 correspondant au seuil A_{seuil} de 800kBq .

- A) $2,5 \times 10^{14}$
- B) $3,5 \times 10^{14}$
- C) $2,5 \times 10^{11}$
- D) $2,5 \times 10^{13}$
- E) $2,5 \times 10^9$

QCM 7 (suite du QCM 6) : Quelle est la masse minimale m_{bismuth} qui a été déposée sur cette zone de 800 km^2 ?
Données : $\lambda = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; aide au calcul : $6,022 \times 87,2 = 525$

- A) 69,8 g
- B) 87,2 ng
- C) 72 ng
- D) 0,09 μg
- E) 45 g

QCM 8 : Soit la réaction de désintégration d'un nucléide radioactif donnant un nucléide stable :

- A) L'activité du noyau père décroît linéairement
- B) L'activité du noyau père décroît exponentiellement
- C) L'activité du noyau fils augmente exponentiellement
- D) A la fin de la réaction, le nombre de noyaux fils est égal au nombre initial de noyaux pères
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 9 : Soit la réaction de désintégration d'un nucléide radioactif donnant un nucléide instable :

- A) L'activité du noyau père décroît exponentiellement
- B) L'activité du noyau fils ne fait qu'augmenter
- C) L'activité du noyau petit-fils ne fait qu'augmenter
- D) L'effectif du noyau fils augmente puis atteint un plateau. A ce moment-là on a un équilibre entre la formation du père et la désintégration du fils
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 10 : A propos du cas particulier de l'équilibre de régime, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) Il correspond à la situation où un noyau père se transforme en un noyau fils ayant une activité supérieure à la sienne
- B) On a une phase où les activités du père et du fils augmentent ensemble, puis une phase où les activités du père et du fils diminuent ensemble
- C) L'activité du père ne cesse de diminuer de manière exponentielle
- D) A l'équilibre, le père et le fils voient leur activité diminuer selon la période du père
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 11 : Pour effectuer une scintigraphie thyroïdienne, on veut injecter à un patient 140 MBq de Tectétium-99 dont la période radioactive est de 2 heures et la période biologique est de 40 minutes.

- A) Au temps $t = 0$, le nombre de noyaux de tectétium est 12×10^8
- B) Si on injecte le Tectétium-99 à $t=40\text{min}$, l'activité à $t = 4\text{h}40$ est de 17,5MBq
- C) Si on injecte le Tectétium-99 à $t=0$, l'activité à $t = 4\text{h}$ est de 35MBq
- D) Si on injecte le Tectétium-99 à $t=0$, on considère qu'il n'y a plus de noyaux radioactifs dans l'organisme au bout d'un temps $t = 5$ heures
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 12 : On souhaite réaliser une scintigraphie thyroïdienne à un patient. Pour cela on prépare à 10h du matin un échantillon de Tectétium-99 dont la période radioactive est de 40 minutes et la période biologique de 120 minutes.

On souhaite lui injecter 210 MBq de Tectétium à 14h40 précisément. Quelle dose devra-t-on préparer ?

- A) 210 MBq
- B) 13 400 MBq
- C) 6720 MBq
- D) 53 600 MBq
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 13 : Quelle est, en kilogrammes, la masse de Cobalt 60 donnant une activité de 640 MBq ? Données :

$N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; $T = 2220 \text{ ans} = 7 \times 10^{10} \text{ s}$

- A) 8
- B) 0,5
- C) 6,4
- D) 4,2
- E) 3,1

Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Lois cinétiques**2017 – 2018 (Pr. Humbert)****QCM 1 : C**

- A) Faux : $T_{\text{phys}} = 360 \text{ min} = 6 \text{ h}$ donc comme on l'administre 6h après, l'activité a été divisée par 2 → **300MBq**
- B) Faux : une fois que les noyaux radioactifs sont dans l'organisme il faut prendre en compte la **période effective** : $\frac{1}{T_{\text{eff}}} = \frac{1}{T_{\text{bio}}} + \frac{1}{T_{\text{phys}}} = \frac{1}{2} + \frac{1}{6} = \frac{4}{6}$ donc $T_{\text{eff}} = \frac{6}{4} = 1,5 \text{ h} = 90 \text{ min}$
- C) Vrai : quand on injecte à 13h on a déjà une période qui s'est écoulée, ensuite dans l'organisme la période est de 1h30 (cf B) et entre 13h et 16h on a 3h qui s'écoulent soit 2 périodes donc l'activité passe de 300 à 150 à 75 MBq (on divise par deux à chaque fois qu'on a une période)
- D) Faux : On considère qu'un échantillon radioactif ne l'est plus au bout d'un temps $t = 10T$, or ici entre 13h et 22h on a 9h qui s'écoulent, ce qui correspond à 6 périodes effectives. Si on ajoute la période radioactive (avant que le produit ne soit injecté au patient) on a **7 période au total (≠ 10)**.
- E) Faux

QCM 2 : ABC

Ici faites bien la différence entre **la période physique** (radioactive) lorsqu'on est à l'extérieur de l'organisme et **la période effective** (prenant en compte la période physique et la période biologique) lorsqu'on est à l'intérieur de l'organisme

- A) Vrai : $\frac{1}{T_{\text{eff}}} = \frac{1}{T_{\text{bio}}} + \frac{1}{T_{\text{phys}}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{18} = \frac{4}{18}$ donc $T_{\text{eff}} = \frac{18}{4} = 4,5 \text{ h}$ (4h30) donc au bout d'un temps $t = 9 \text{ h}$ on a deux périodes qui se sont écoulées, donc l'activité fait $860 \rightarrow 430 \rightarrow 215 \text{ MBq}$ (à chaque flèche on divise l'activité par 2)
- B) Vrai : la période est de 4,5h et 48h est supérieur à $10 \times 4,5$ or on sait qu'au bout d'un temps $t = 10T$ l'activité d'un échantillon radioactif est **négligeable**
- C) Vrai : avant administration on attend 36h ce qui correspond à **2 période radioactives** ($2 \times 18 \text{ h}$) et après administration on a 13,5h qui s'écoulent, soit **3 périodes effectives**. Au total on a donc 5 périodes, donc on va diviser l'activité initiale par 2 cinq fois : $860 \rightarrow 430 \rightarrow 215 \rightarrow 107,5 \rightarrow 53,75 \rightarrow 26,875 \text{ MBq} \approx 27 \text{ MBq}$
- D) Faux : lorsqu'on est à l'extérieur de l'organisme on a 18h soit **1 période radioactive** et quand on est à l'intérieur on a 18h soit **4 périodes effectives** → au total on a 5 périodes donc l'activité est d'environ 27 MBq
- E) Faux

QCM 3 : BC

$$\lambda = \frac{A(t) \times M}{Na \times m} = \frac{60 \times 10^6 \times 226}{6,022 \times 10^{23} \times 2} = 113 \times 10^{-16} \text{ s}^{-1} \rightarrow \text{réponse B}$$

$$T = \frac{\ln(2)}{\lambda} = \frac{0,7}{113 \times 10^{-16}} = 0,0062 \times 10^{16} \text{ s} = 6,2 \times 10^{13} \text{ s} \rightarrow \text{réponse C}$$

QCM 4 : E

$$T = 2220 \text{ ans} = 2220 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60 = 7 \times 10^{10} \text{ s}$$

$$m = \frac{M \times A(t) \times T}{Na \ln(2)} = \frac{238 \times 74 \times 10^9 \times 7 \times 10^{10}}{6,022 \times 10^{23} \times 0,7} = 2935 \times 10^3 = 2,9 \text{ g}$$

QCM 5 : B

$$N(t) = \frac{A(t)}{\lambda} = \frac{A(t) \times T}{\ln(2)} = \frac{88 \times 10^6 \times 7 \times 60 \times 60}{0,7} = 88 \times 10^7 \times 60 \times 60 = 3,2 \times 10^{12} \text{ atomes}$$

QCM 6 : A

$$N(t) = \frac{A(t)}{\lambda} = \frac{A(t) \times T}{\ln(2)} = \frac{800 \times 10^3 \times 7 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60}{0,7} = 800 \times 10^4 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60 = 2,5 \times 10^{14} \text{ noyaux}$$

QCM 7 : A

$$m = \frac{N(t) \times M}{Na} = \frac{2,5 \times 10^{14} \times 210}{6,022 \times 10^{23}} = \frac{525 \times 10^{14}}{6,022 \times 10^{23}} = 87,2 \times 10^{-9} \text{ g pour } 1 \text{ m}^2$$

$$\text{Donc pour } 800 \text{ km}^2 : m = 87,2 \times 10^{-9} \times 8 \cdot 10^8 = 69,8 \text{ g}$$

QCM 8 : BD

- A) Faux : cf B
 B) Vrai
 C) Faux : le fils est **stable** donc il n'a **pas d'activité** !
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 9 : A

- A) Vrai
 B) Faux : vu que le noyau fils est instable, il va à son tour se désintégrer. Ainsi au début le nombre de noyaux fils augmente (résultant de la désintégration du père) mais après il se désintègre en noyau petit fils donc son activité diminue
 C) Faux : le petit-fils est stable donc il n'a pas d'activité !!!
 D) Faux : tout est vrai mais il faut inverser la ~~formation~~ désintégration du père et la ~~désintégration~~ formation du fils
 E) Faux

QCM 10 : CD

- A) Faux : une **constante radioactive** supérieure
 B) Faux : l'activité du père ne fait que diminuer et l'activité du fils augmente d'abord puis diminue en même temps que celle du père
 C) Vrai
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 11 : D

- A) Faux : $N = A/\lambda = A \times T/\ln(2) = (140 \times 10^6 \times 6 \times 3600) / 0,7 = 532 \times 10^{10}$ noyaux (pensez bien à mettre l'activité en **Bq** et la période en **secondes**)
 B) Faux : dans l'organisme il faut prendre en compte la $T_{eff} \rightarrow 1/T_{eff} = 1/T_{bio} + 1/T_{phys} \rightarrow T_{eff} = 30\text{min}$
 C) Faux : cf B
 D) Vrai : $5h = 10 \times 30 \text{ minutes} = 10T_{eff} \rightarrow$ on néglige le nombre de noyaux restants après 10 périodes
 E) Faux

QCM 12 : B

$4h40 = 280 \text{ minutes} = 7 \times 40 \text{ minutes} = 7 \text{ périodes}$ donc on part de l'activité finale voulue et on remonte en multipliant par 2 sept fois : $210 \rightarrow 420 \rightarrow 840 \rightarrow 1680 \rightarrow 3360 \rightarrow 6720 \rightarrow 13\,400$
 (il ne fallait pas utiliser la T_{bio} , c'était un petit piège 😊)

QCM 13 : C

$$m = \frac{M \times A(t) \times T}{N_A \ln(2)} = \frac{60 \times 240 \times 10^6 \times 7 \times 10^{10}}{6,022 \times 10^{23} \times 0,7} = 6,376 \text{ kg}$$

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

2017 – 2018 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : Concernant les doses en radiobiologie et radioprotection, donnez la (les) proposition(s) exacte(s) : *(inspiré du concours 2013-2014)*

- A) L'énergie absorbée par les tissus peut s'exprimer en joules/kilogramme ou en grays (Gy)
- B) La dose équivalente H s'exprime en grays (Gy)
- C) La dose équivalente H est une dose absorbée pondérée par le facteur de sensibilité des tissus
- D) La dose efficace E s'exprime en sievert (Sv)
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 2 : Quel(s) est (sont) le(s) facteur(s) intervenant dans le calcul de la dose efficace ? *(inspiré CC 2016-17)*

- A) La dose absorbée
- B) La dose équivalente
- C) Un facteur lié à la dangerosité des tissus
- D) Un facteur lié à la sensibilité des rayonnements
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 3 : Concernant l'exposition moyenne de la population aux radiations ionisantes en France, donnez la (les) réponse(s) exacte(s) : *(inspiré du concours 2016-2017)*

- A) L'exposition moyenne totale par habitant en France est de 3,3 mSv
- B) L'irradiation naturelle représente 2,4 mSv
- C) L'irradiation d'origine artificielle comporte l'irradiation industrielle, militaire, et médicale et représente 15% de l'exposition totale
- D) Le Radon-222 participe de manière importante à l'irradiation d'origine tellurique
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 4 : Concernant l'exposition moyenne de la population aux radiations ionisantes en France, donnez la (les) réponse(s) exacte(s) : *(inspiré du concours 2016-2017)*

- A) L'irradiation naturelle est celle liée aux radioéléments telluriques et cosmiques et représente 70% de l'exposition totale
- B) L'irradiation d'origine médicale représente 10% de l'exposition totale
- C) La dose annuelle limite pour les personnes du grand public est de 1 mSv
- D) La dose annuelle limite pour les patients est de 20 mSv
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 5 : A propos de la dosimétrie, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) L'énergie rayonnée par une source radioactive se mesure par la fluence énergétique, en $J.m^{-2}$
- B) L'éclairement énergétique permet de mesurer l'énergie reçue sur une surface irradiée
- C) L'irradiation reçue est proportionnelle au carré de la distance à la source
- C) L'énergie déposée dans un échantillon de surface sphérique est mesurée par la dose absorbée. Elle peut s'exprimer en $J.kg^{-1}$ ou en Gy
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 6 : A propos de la radiobiologie et radioprotection, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Ce sont les ionisations qui sont responsables des effets biologiques
- B) Les rayonnements ionisants sont ceux d'énergie supérieure à 13,6 eV
- C) Les rayonnements d'énergie inférieure à 13,6 eV provoquent seulement un échauffement de la matière car ils ne sont pas assez énergétiques pour provoquer des ionisations
- D) Seulement les rayonnements ionisants de forte énergie peuvent provoquer des effets sur l'ADN
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 7 : Concernant les unités en radioprotection, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) La dose absorbée pondérée d'un facteur de sensibilité des tissus correspond à la dose équivalente
- B) La dose équivalente et la dose efficace s'expriment en Sv
- C) La dose efficace correspond à la dose équivalente pondérée d'un facteur de sensibilité des tissus
- D) La dose efficace prend en compte la dangerosité du rayonnement et la sensibilité des tissus : c'est la dose la plus complète
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 8 : A propos du transfert d'énergie linéique, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) C'est la quantité d'énergie transférée au milieu par unité de longueur, c'est pourquoi il s'exprime en $eV.cm^{-1}$
- B) Il permet d'exprimer les effets de la dose absorbée et dépend de la densité d'ionisation
- C) Le TEL des rayons gamma est plus important que celui des particules alpha, d'où la dangerosité de ces rayonnements
- D) Les électrons ont un TEL inférieur à celui des particules alpha
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 9 : Un patient arrive aux urgences après avoir inhalé accidentellement un radio-isotope émetteur β^+ . La dose absorbée par les poumons est égale à 30mGy. Donnez la(les) proposition(s) vraie(s) :

Données : Facteur de dangerosité $W_r = 6$;

Facteur de sensibilité $W_T(\text{poumon}) = 0,5$; $W_T(\text{foie, estomac, intestin}) = 0,2$

- A) La dose équivalente est égale à 180 mGy.
- B) La dose équivalente est égale à 0,18 Sv.
- C) La dose efficace au niveau du poumon vaut 90 mSv.
- D) La dose efficace au niveau du foie fait craindre des effets déterministes ou stochastiques au niveau de cet organe
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 10 : Concernant les effets biologiques des radiations ionisantes, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Les radicaux libres sont très toxiques pour l'organisme car ils provoquent la destruction fonctionnelle des molécules
- B) L'oxygène possède un effet radiosensibilisant et peut provoquer dans certaines conditions la production des ERO
- C) Les produits de la radiolyse de l'eau peuvent former des oxydants puissants appelés peroxydes
- D) Plus une tumeur est oxygénée et mieux elle répondra aux traitements par rayonnements ionisants, dû à l'effet oxygène
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 11 : Concernant les effets biologiques des radiations ionisantes, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Les ERO ont une durée de vie plus courte que les peroxydes, c'est pourquoi ils provoquent moins de dégâts dans les cellules
- B) La radiosensibilité des cellules dépend du cycle cellulaire : elle est plus importante en phase G2 et en mitose.
- C) La radiosensibilité des cellules est maximale au niveau du cytoplasme contrairement au noyau
- D) Selon la loi de Bergonie et Tribondeau, la radiosensibilité des cellules augmente avec leurs capacités de division et diminue avec leur différenciation
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 12 : A propos de la radiosensibilité de l'ADN, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Les effets des rayonnements ionisants sur l'ADN sont observés même pour des faibles doses
- B) L'altération de l'ADN par les rayonnements ionisants est plus fréquente que l'altération par la pollution, le tabac ou encore l'exposition aux UV
- C) La lésion de l'ADN de type cassure double brin est spécifique des irradiations et survient rarement naturellement
- D) Les cellules possèdent des systèmes de réparation de l'ADN efficaces mais pouvant être abîmés ou inactifs
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 13 : Une femme ayant un cancer du sein droit vient au centre Lacassagne pour son traitement de radiothérapie hebdomadaire. Il consiste en une irradiation des seins par des rayonnements gamma, d'une dose absorbée 10 mGy. Donnez la(les) proposition(s) vraie(s) :

Données : Facteur de dangerosité des rayons gamma $W_r = 8$; facteur de sensibilité du tissu mammaire $W_T = 3$

- A) La dose équivalente est égale à 0,08 Gy
- B) La dose équivalente est égale à 80 mSv
- C) La dose efficace est égale à 240 mSv
- D) Cette irradiation provoquera des effets stochastiques et déterministes sur les seins, et donc des risques sur la santé
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 14 : Concernant les effets tissulaires, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Les effets déterministes ou obligatoires ne sont sensibles qu'à des fortes doses
- B) Les effets déterministes ou obligatoires sont proportionnels à la dose
- C) Les effets stochastiques ou aléatoires apparaissent à partir de 100mSv dans tous les tissus
- D) Les effets stochastiques ou aléatoires démarrent à partir d'un seuil selon un effet « tout ou rien »
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 15 : Lors d'un examen radioscopique, un radiologue porte un tablier d'épaisseur 0,16mm (CDA = 0,4mm) pour se protéger des rayonnements ionisants. Sans son tablier, il est exposé à une dose de 120 mGy. Avec son tablier, la dose qui atteint sa peau est :

- A) Diminuée d'un facteur 2
- B) Egale à 15 mGy
- C) Egale à 7,5 mGy
- D) Augmentée d'un facteur 4
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 16 : A propos de l'exposition aux rayonnements ionisants, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) L'exposition totale moyenne annuelle en France est de 2,4 mSv
- B) L'exposition naturelle d'origine cosmique augmente avec l'altitude : elle double tous les 1500m
- C) L'exposition naturelle d'origine médicale représente le quart des irradiations
- D) Il n'existe pas de limitation de dose pour le traitement des patients mais l'examen doit être justifié et les doses doivent être optimisées
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 17 : A propos de l'exposition aux rayonnements ionisants, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) L'exposition totale moyenne en France vaut environ 3,3 mSv/ an
- B) La dose repère correspond à l'exposition d'origine naturelle, soit 2,4 mSv/an
- C) L'exposition d'origine naturelle représente 30% de la totalité des irradiations
- D) En dessous de 100mSv, on considère qu'il n'y a aucun effet sur l'organisme : c'est la limite des faibles doses.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 18 : A propos de l'exposition aux rayonnements ionisants, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) La majorité des irradiations sont d'origine naturelle
- B) L'exposition industrielle est la principale exposition d'origine artificielle
- C) La dose repère correspond au seuil en-dessous duquel l'irradiation ne cause aucun effet et n'a aucune conséquence sur la santé, soit 100 mSv
- D) De nombreuses limitations imposent aux médecins une dose maximale à ne pas dépasser lors du traitement des patients
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 19 : Concernant les doses en radiobiologie et radioprotection, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) La dose équivalente correspond à la dose efficace pondérée par un facteur de dangerosité du rayonnement
- B) La dose absorbée s'exprime uniquement en Gy
- C) La dose efficace prend en compte la sensibilité des tissus et la dangerosité du rayonnement
- D) La dose efficace correspond à la dose équivalente pondérée par un facteur de sensibilité des tissus
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

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

2017 – 2018 (Pr. Humbert)

QCM 1 : AD

- A) Vrai
- B) Faux : en sievert (Sv) comme la dose efficace ! La seule en grays c'est la dose absorbée
- C) Faux : c'est le facteur de dangerosité des rayonnements ! Ne confondez pas avec la dose efficace E
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 2 : AB

- A) Vrai : $E(Sv) = H \times w_t = D \times w_r \times w_t$
- B) Vrai : cf A
- C) Faux : attention c'est le facteur de dangerosité des rayonnements
- D) Faux : attention c'est le facteur de sensibilité des tissus
- E) Faux

QCM 3 : ABD

- A) Vrai
- B) Vrai : c'est **70%** de l'exposition totale
- C) Faux : c'est **30%** de l'exposition totale !
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 4 : AC

- A) Vrai
- B) Faux : c'est **25%** de l'exposition totale !
- C) Vrai
- D) Faux : pas de limite pour les patients ! Mais le médecin doit donner la dose la plus faible possible (ALARA) et doit pouvoir la justifier. 20 mSv c'est la dose limite annuelle pour les travailleurs de catégorie A
- E) Faux

QCM 5 : ABD

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Faux : inversement proportionnelle !!!
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 6 : ABC

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Faux : non, même à faible dose ils peuvent provoquer des effets sur l'ADN
- E) Faux

QCM 7 : BCD

- A) Faux : la dose équivalente c'est la dose absorbée pondérée par un facteur de **dangerosité du rayonnement** (la sensibilité des tissus n'intervient pas)
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Vrai : le prof a dit dans un mail que c'est la dose efficace qu'on utilise en radioprotection car c'est celle qui prend en compte des 2
- E) Faux

QCM 8 : BD

- A) Faux : attention à l'unité c'est super important ! Le TEL s'exprime en $keV \cdot \mu m^{-1}$
B) Vrai
C) Faux : c'est l'inverse, le TEL d'alpha est le plus fort et est donc supérieur au TEL des $R\gamma$
D) Vrai

QCM 9 : BC

- A) Faux : jamais en Gy ! cf B
B) Vrai : $H = D \times W_r = 30 \times 6 = 180 mSv = 0,18 Sv$
C) Vrai : $E = H \times W_T = 180 \times 0,5 = 90 mSv$
D) Faux : $E = H \times W_T = 180 \times 0,2 = 36 mSv < 100 mSv$ donc pas d'effet puisqu'on est en-dessous de la limite des faibles doses
E) Faux

QCM 10 : ABCD

- A) Vrai
B) Vrai
C) Vrai
D) Vrai +++ (revu en radiothérapie)
E) Faux

QCM 11 : BD

- A) Faux : c'est l'inverse ! Les ERO ont une durée de vie plus longue et sont donc très toxiques (provoquent beaucoup de dégâts) et c'est pour ça que l'effet oxygène est favorisé en radiothérapie
B) Vrai
C) Faux : au contraire, peu d'effets sur le cytoplasme mais beaucoup d'effets sur le noyau, même à faibles doses
D) Vrai
E) Faux

QCM 12 : ACD

- A) Vrai
B) Faux : les lésions dues au RI sont les moins fréquentes !
C) Vrai : très important, apprenez bien
D) Vrai
E) Faux

QCM 13 : BCD

- A) Faux : 0,08 Sv et pas Gy !
B) Vrai : $H = D \times W_r = 10 \times 8 = 80 mSv = 0,08 Sv$
C) Vrai : $E = H \times W_T = 80 \times 3 = 240 mSv$
D) Vrai : c'est par rapport à la dose efficace qu'on se réfère pour savoir si on est en-dessous ou au-dessus de la limite des faibles doses et ici $240 > 100 mSv$ donc on est au-dessus donc effets
E) Faux

QCM 14 : A

- A) Vrai
B) Faux : inversion avec la D... Les effets déterministes sont ceux qui apparaissent à partir d'un certain seuil selon un effet « tout ou rien »
C) Faux : pas dans tous les tissus ! Les effets stochastiques dépendent de la nature du tissu. Ils apparaissent à partir de 100 mSv dans les tissus somatiques seulement (c'est différent dans les tissus gonadiques)
D) Faux : inversion avec la B... Les effets stochastiques sont linéairement proportionnels à la dose
E) Faux

QCM 15 : C

- A) Faux : $0,16 mm = 4 \times 0,4 mm = 4 CDA$ donc en mettant 4 CDA la dose est diminuée d'un facteur 4
B) Faux : cf C
C) Vrai : soit on utilise la formule : $\frac{120}{2^4} = \frac{120}{4 \times 4} = 7,5 mGy$ ou bien on calcule CDA par CDA : $120 \rightarrow 60 \rightarrow 30 \rightarrow 15 \rightarrow 7,5 mGy$
D) Faux : cf A
E) Faux

QCM 16 : BD

- A) Faux : l'exposition totale c'est 3,3 mSv (ne confondez pas avec 2,4 qui est celle d'origine naturelle)
- B) Vrai +++
- C) Faux : c'est une exposition artificielle et non naturelle... Sinon le reste est juste, c'est bien 25% donc un quart de la totalité des irradiations
- D) Vrai : par cœur par cœur c'est vraiment important
- E) Faux

QCM 17 : ABD

- A) Vrai
- B) Vrai +++ (il peut y avoir un piège avec soit c'est l'exposition totale, soit c'est l'exposition d'origine artificielle, faites gaffe)
- C) Faux : attention naturelle = 70% et artificielle = 30%
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 18 : A

- A) Vrai : 70% donc c'est la majorité
- B) Faux : c'est l'exposition médicale qui est largement majoritaire !
- C) Faux : n'importe quoi ! Dose repère = 2,4 mSv = exposition d'origine naturelle (par cœur ça)
- D) Faux : faux faux et archi fauuuux !! Au contraire, il n'y a aucune limite, chaque médecin est libre de faire ce qu'il veut mais il doit justifier et optimiser la dose qu'il utilise (dose minimale pour effet maximal)
- E) Faux

QCM 19 : CD

- A) Faux : c'est la dose **absorbée** pondérée par un facteur de dangerosité du rayonnement
- B) Faux : en Gy ou en J/kg
- C) Vrai : du coup c'est celle qu'on utilise pour se repérer !
- D) Vrai
- E) Faux

8. Résonance magnétique nucléaire (RMN)

2017 – 2018 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : A propos des généralités sur la RMN, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Le neutron ne possède pas de moment magnétique car c'est une particule non chargée
- B) L'onde radiofréquence est ionisante, c'est pourquoi l'IRM est un examen invasif
- C) Le signal de précession libre ou FID est une sinusoïde amortie dû au fait que l'aimantation retourne progressivement dans le plan de \vec{B}_0
- D) On dit que la précession des noyaux est double car elle se fait à la fois dans le sens parallèle (sens opposé à \vec{B}_0) et à la fois dans le sens antiparallèle (sens de \vec{B}_0)
- E) Les propositions A, B, C et D son fausses

QCM 2 : Concernant les phases du phénomène de RMN des protons, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Lors de la première phase dite de précession, les moments magnétiques individuels des protons sont orientés aléatoirement
- B) La deuxième phase est celle de la résonance et débute avec l'application du champ magnétique tournant \vec{B}_1
- C) C'est l'application du champ tournant \vec{B}_1 qui permet la magnétisation des noyaux
- D) La troisième phase dite de relaxation est la phase de mesure du signal RMN
- E) Les propositions A, B, C et D son fausses

QCM 3 : Concernant la phase de relaxation de la RMN, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Cette phase débute avec l'impulsion de l'onde radiofréquence
- B) Cette phase correspond à un retour à l'équilibre de l'aimantation par la restitution de l'excès d'énergie apportée pendant la phase de précession
- C) Le retour à l'équilibre de l'aimantation décrit un mouvement en demi-sphère
- D) La composante longitudinale de l'aimantation disparaît avec une constante de temps T2
- E) Les propositions A, B, C et D son fausses

QCM 4 : Concernant les généralités sur le phénomène de RMN, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Il s'agit d'une technique d'imagerie médicale très importante en médecine
- B) Il s'agit d'un examen non invasif car il utilise des ondes électromagnétiques non ionisantes
- C) L'atome d'Hydrogène est responsable du phénomène
- D) Tous les noyaux sont utilisables en RMN
- E) Les propositions A, B, C et D son fausses

QCM 5 : A propos des nucléons et de la RMN, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Toute particule chargée et en mouvement possède un moment magnétique la rendant sensible à un champ magnétique
- B) Le proton et le neutron sont chargés et en mouvement, ils possèdent donc tous les deux un moment magnétique
- C) Uniquement le proton possède un moment magnétique car le neutron n'est pas chargé
- D) Le neutron possède un moment magnétique grâce à sa composition en quarks qui sont des particules élémentaires chargées
- E) Les propositions A, B, C et D son fausses

QCM 6 : Concernant la notion de moment cinétique, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Le moment cinétique se traduit comme un mouvement de rotation des nucléons sur eux-mêmes
- B) Le spin peut être orienté dans 2 directions : vers le haut ou vers le bas
- C) Le spin vaut +1/2 quelle que soit son orientation
- D) Le spin prendre 2 valeurs selon son orientation : +1/2 ou -1/2
- E) Les propositions A, B, C et D son fausses

QCM 7 : A propos des différentes phases du phénomène de RMN, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Les 3 phases de la RMN sont simultanément la précession, la résonance et la relaxation
- B) La phase de précession débute avec l'impulsion du champ radiofréquence tournant \vec{B}_0
- C) La phase de résonance a pour objectif de faire basculer l'aimantation dans le plan du champ \vec{B}_1
- D) La phase de relaxation consiste à arrêter l'onde radiofréquence pour permettre à l'aimantation de retrouver sa position d'équilibre
- E) Les propositions A, B, C et D son fausses

QCM 8 : Concernant la phase de précession de la RMN, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Cette phase débute avec l'application du champ \vec{B}_0 sur les protons orientés aléatoirement jusque là
- B) Le champ \vec{B}_0 induit est très intense et vaut une dizaine de fois le champ magnétique terrestre
- C) Le champ magnétique induit la magnétisation des protons, qui précessent selon un cône dans la direction et le sens de \vec{B}_0
- D) Le champ magnétique induit la magnétisation des protons, qui précessent selon deux cônes parallèle et antiparallèle, avec un faible excès de protons dans le sens antiparallèle
- E) Les propositions A, B, C et D son fausses

QCM 9 : Concernant la phase de résonance de la RMN, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Il s'agit de la phase de mesure : le signal réel obtenu (FID) est une sinusoïde amortie
- B) La bascule de l'aimantation est réalisée grâce à la fréquence de Larmor : $\nu_0 = \gamma B_0 / 2\pi$
- C) La bascule de l'aimantation est réalisée grâce à la fréquence de Larmor du noyau étudié seulement, c'est pourquoi on parle de bascule sélective
- D) L'angle de la bascule est déterminé par la durée d'application de l'onde radiofréquence ou champ \vec{B}_1 . Généralement on cherche à obtenir une bascule de 90° soit $\pi/2$
- E) Les propositions A, B, C et D son fausses

QCM 10 : A propos de la phase de résonance de la RMN, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Sous l'effet de l'onde radiofréquence ou champ \vec{B}_1 , l'aimantation s'incline progressivement selon une demi-sphère
- B) L'onde radiofréquence utilisée pendant cette phase est une catégorie d'onde très rare dans notre environnement
- C) L'onde radiofréquence apporte de l'énergie qui permet l'inversion de précession de certains protons du sens parallèle au sens antiparallèle
- D) Cette inversion de protons accentue l'excès de protons dans le sens parallèle
- E) Les propositions A, B, C et D son fausses

QCM 11 : Dans un appareil à IRM, on applique un champ magnétique principal de 0,5T. Quelle est la fréquence de précession des protons ?

Données : rapport gyromagnétique du proton égal à $2,7 \cdot 10^8 \text{ Hz} \cdot \text{T}^{-1}$; $\pi = 3$

- A) 170,4 MHz B) 42,6 MHz C) 85,2 MHz D) 21,3 MHz E) 127,8 MHz

QCM 12 : A propos de la phase de relaxation de la RMN, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) La phase de relaxation débute à l'arrêt de l'onde radiofréquence et se déroule sous l'influence du champ magnétique tournant \vec{B}_1
- B) La phase de relaxation débute à l'arrêt de l'onde radiofréquence et se déroule sous l'influence du champ magnétique principal \vec{B}_0
- C) Durant cette phase il y a restitution de l'excès d'énergie apporté par l'onde radiofréquence pendant la phase de résonance
- D) Le mouvement de l'aimantation qui revient à sa position d'équilibre décrit une enveloppe en pavillon de trompette
- E) Les propositions A, B, C et D son fausses

QCM 13 : Concernant la phase de relaxation de la RMN, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) T1 ou temps spin-spin décrit l'évolution de la composante longitudinale de l'aimantation
- B) L'évolution de la composante longitudinale de l'aimantation décrit une exponentielle croissante
- C) T2 ou temps spin-réseau décrit l'évolution de la composante transversale de l'aimantation
- D) T2 est le temps au bout duquel la composante transverse de l'aimantation ne représente plus que 37% de sa valeur initiale
- E) Les propositions A, B, C et D son fausses

QCM 14 : Concernant les généralités sur la RMN, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Le champ magnétique \vec{B}_0 créé par la machine est très puissant : il vaut environ 100 fois le champ magnétique terrestre
- B) Sous l'effet d'un champ magnétique, les noyaux d'Hydrogène précessent selon un cône parallèle et un cône antiparallèle
- C) L'application du champ \vec{B}_1 entraîne la bascule de l'aimantation dans le plan xOy
- D) L'énergie du système est mesurée par une antenne placée dans le plan de \vec{B}_0 pendant la phase de relaxation
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 15 : A propos des différentes phases du phénomène de RMN, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) La précession est la phase durant laquelle les protons ne sont soumis à aucun champ magnétique
- B) Pendant la phase de résonance, le système est stimulé à la fréquence de Larmor
- C) La phase de relaxation consiste en le retour de l'aimantation sur sa position d'équilibre dans le plan de \vec{B}_0
- D) Le paramètre de relaxation T2 représente le temps de disparition de la composante transverse et vaut $0,37T_0$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 16 : Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) concernant la fréquence de Larmor ? (inspiré du concours 2015-2016)

- A) Sa valeur dépend de celle du champ magnétique de l'appareil
- B) Sa valeur ne dépend pas du rapport gyromagnétique du noyau qui fait l'objet de la résonance
- C) C'est la fréquence de l'onde radiofréquence utilisée pour provoquer la phase de résonance
- D) C'est la fréquence de l'onde radiofréquence utilisée pour provoquer la phase de relaxation
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 17 : Concernant les différentes phases du phénomène de résonance magnétique nucléaire, donnez la (les) proposition(s) exacte(s) : (inspiré du concours 2016-2017)

- A) Lors de la première phase, dite de précession, les moments magnétiques individuels des noyaux d'Hydrogène sont orientés aléatoirement
- B) La deuxième phase est celle de la résonance et débute avec l'application du champ magnétique principal \vec{B}_0
- C) La mesure du signal se fait pendant la troisième phase, dite de relaxation
- D) Le paramètre de relaxation T1 décrit la recroissance de la composante longitudinale de l'aimantation suite à l'arrêt de l'onde radiofréquence
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 18 : Concernant les généralités sur la RMN, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) La RMN est un examen non invasif qui utilise des ondes électromagnétiques non ionisantes
- B) Avant l'application du champ \vec{B}_0 , les noyaux d'Hydrogène précessent selon une orientation aléatoire
- C) L'application du champ \vec{B}_0 induit la magnétisation des protons, qui précessent selon deux cônes parallèle et antiparallèle, avec un faible excès de protons dans le sens parallèle
- D) L'application du champ \vec{B}_1 entraîne la bascule de l'aimantation selon un mouvement qui décrit une demi-sphère
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 19 : Concernant les différentes phases de la RMN, donnez la (les) proposition(s) exacte(s) :

- A) La deuxième phase, dite de résonance, débute avec l'application du champ magnétique tournant \vec{B}_1
- B) La phase de résonance consiste à faire basculer l'aimantation dans le plan de \vec{B}_1 . On parle de bascule sélective car la bascule de l'aimantation est réalisée grâce à la fréquence de Larmor du noyau étudié uniquement
- C) La troisième phase, dite de relaxation, est la phase de mesure : le signal réel obtenu ou FID est une sinusoïde amortie
- D) Le paramètre de relaxation T2 décrit la décroissance de la composante longitudinale de l'aimantation suite à l'arrêt de l'onde radiofréquence
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

Correction : Résonance magnétique nucléaire (RMN)**2017 – 2018 (Pr. Darcourt)****QCM 1 : C**

- A) Faux : il a quand même un moment magnétique dû à la présence des quarks qui le composent
B) Faux : Non ! C'est une onde radio donc non ionisante et donc l'IRM est non invasive
C) Vrai
D) Faux : j'ai inversé les parenthèses faites attention à bien tout lire. Sens parallèle = sens de \vec{B}_0 et sens antiparallèle = sens opposé à \vec{B}_0
E) Faux

QCM 2 : BD

- A) Faux : les moments magnétiques individuels des protons sont orientés aléatoirement avant qu'on commence la première phase de RMN. Au moment de la précession on applique le champ \vec{B}_0 qui entraîne la précession des protons selon les deux cônes parallèle et antiparallèle
B) Vrai
C) Faux : la magnétisation des noyaux se fait en phase de précession ! C'est l'application du champ \vec{B}_0 qui en est responsable (attention aux pièges comme ça où il y a confusion entre \vec{B}_0 et entre \vec{B}_1 , le prof aime bien)
D) Vrai
E) Faux

QCM 3 : E

- A) Faux : au contraire elle débute à l'arrêt de l'onde radiofréquence
B) Faux : l'excès d'énergie est apporté pendant la phase de résonance... (ne me détestez pas please)
C) Faux : un mouvement en pavillon de trompette ! (demi-sphère c'est pour la phase de résonance, attention)
D) Faux : doublement faux ! La composante longitudinale apparaît avec une constante de temps T1 ! C'est la composante transversale qui disparaît avec une constante de temps T2
E) Vrai

QCM 4 : AB

- A) Vrai
B) Vrai
C) Faux : attention c'est le noyau d'Hydrogène et pas l'atome !
D) Faux : Seulement les noyaux ayant un moment magnétique non nul
E) Faux

QCM 5 : ABD

- A) Vrai
B) Vrai
C) Faux : le neutron aussi !
D) Vrai
E) Faux

QCM 6 : ABD

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

QCM 7 : CD

- A) Faux : les 3 phases sont successives et pas simultanées (déso)
B) Faux : attention le champ \vec{B}_0 ne tourne pas, il est fixe (c'est le champ \vec{B}_1 qui est tournant)
C) Vrai
D) Vrai
E) Faux

QCM 8 : A

- A) Vrai : avant l'induction du champ \vec{B}_0 les protons sont orientés aléatoirement, et c'est le champ \vec{B}_0 qui les place selon les 2 cônes parallèle et antiparallèle
 B) Faux : 10 000 à 60 000 fois le champ magnétique terrestre !
 C) Faux : cf A
 D) Faux : faible excès de protons dans le sens parallèle
 E) Faux

QCM 9 : CD

- A) Faux : c'est la relaxation qui est la phase de mesure !
 B) Faux : c'est bien grâce à la fréquence de Larmor que l'aimantation bascule mais $\nu_0 = \frac{\gamma B_0}{2\pi}$
 C) Vrai
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 10 : AC

- A) Vrai
 B) Faux : au contraire c'est une onde radio et elles sont courante dans notre environnement !
 C) Vrai
 D) Faux : au contraire elle « annule » l'excès de proton dans le sens parallèle puisque certains passent du sens parallèle au sens antiparallèle et donc il y a égalisation des protons
 E) Faux

QCM 11 : D

2 possibilités :

* Soit vous calculez $\frac{\gamma}{2\pi} = \frac{2,7 \cdot 10^8}{2\pi} \approx \frac{3 \cdot 10^8}{2\pi} \approx 0,5 \cdot 10^8 \approx 50 \cdot 10^6 \approx 50 \text{ MHz} \cdot \text{T}^{-1}$ (un peu moins normalement car on a arrondi 2,7 à 3) et de là on fait $50 \text{ MHz} \cdot \text{T}^{-1} \times 0,5 \text{ T} = 25 \text{ MHz}$ (toujours un peu moins donc 21,3 MHz est cohérent)

* Soit vous apprenez par cœur que pour le proton pour 1T sa fréquence vaut 42,6 MHz donc pour 0,5T elle vaut 21,3 MHz

QCM 12 : BCD

- A) Faux : cf B (et pas logique puisque onde radiofréquence et champ \vec{B}_1 en gros c'est pareil)
 B) Vrai
 C) Vrai
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 13 : BD

- A) Faux : tout est juste sauf que T1 c'est le temps spin-réseau (le prof piège sur les synonymes de T1 et T2 donc faites gaffe)
 B) Vrai : logique puisque ça décrit la recroissance de M_z
 C) Faux : tout est juste sauf que T2 c'est le temps spin-spin
 D) Vrai : sa valeur initiale c'est sa valeur maximale donc on peut dire les deux (aidez-vous de l'exponentielle décroissante)
 E) Faux

QCM 14 : BC

- A) Faux : il vaut 10 000 à 60 000 fois le champ magnétique terrestre
 B) Vrai
 C) Vrai
 D) Faux : l'antenne est placée dans le plan de \vec{B}_1 (ou plan x0y) !
 E) Faux

QCM 14 : BCD

- A) Faux : Les protons ne sont soumis à aucun champ magnétique avant le début de la RMN. Pendant la précession, ils sont soumis au champ \vec{B}_0 (sinon ils ne pourraient pas précesser...)
 B) Vrai : l'onde radiofréquence a sa fréquence égale à la fréquence de Larmor !
 C) Vrai
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 16 : AC

- A) Vrai : $\nu_0 = \frac{\gamma B_0}{2\pi}$ donc elle dépend du champ magnétique principal \vec{B}_0 et du rapport gyromagnétique γ
B) Faux : cf A
C) Vrai
D) Faux : l'onde radiofréquence est arrêtée pour permettre la phase de relaxation
E) Faux

QCM 17 : CD

- A) Faux : Ils sont orientés aléatoirement AVANT l'application du champ \vec{B}_0 donc AVANT la phase de précession
B) Faux : débute avec l'application du champ tournant \vec{B}_1 !! (\vec{B}_0 est présent depuis la précession)
C) Vrai
D) Vrai
E) Faux

QCM 18 : ACD

- A) Vrai
B) Faux : s'ils ne sont pas soumis à un champ magnétique, les protons ont bien une **orientation aléatoire mais ils ne précessent pas !**
C) Vrai
D) Vrai
E) Faux

QCM 19 : ABC

- A) Vrai
B) Vrai
C) Vrai
D) Faux : T2 décrit la décroissance de la composante **transversale** !
E) Faux

9. Imagerie par résonance magnétique (IRM)

2017 – 2018 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : A propos des contrastes en IRM, donnez la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) C'est la nature des tissus qui permet d'obtenir un contraste en IRM
- B) Sur une image pondérée en ρ , l'eau donnera un hyposignal tandis que l'os donnera un hypersignal
- C) Plus un tissu a un temps de relaxation T_1 court plus on aura un hypersignal
- D) Plus un tissu a un temps de relaxation T_2 long plus on aura un hypersignal
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 2 : A propos des rapports entre les paramètres de la séquence et ceux de la relaxation en séquence spin-écho, donnez la ou les proposition(s) exacte(s) :

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

QCM 3 : On souhaite déterminer grâce à un examen IRM la nature d'une lésion qui peut être soit graisseuse, soit liquidienne. Donnez la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) Si la lésion est liquidienne, elle donnera un hyposignal sur une image pondérée en T_1
- B) Si la lésion est liquidienne, elle donnera un hypersignal sur une image pondérée en T_1
- C) Si la lésion est graisseuse, elle donnera un hypersignal sur une image pondérée en T_1
- D) Une séquence spin-écho pondérée en T_1 permettra de déterminer la nature de la lésion
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 4 : Sur une image IRM de la boîte crânienne pondérée en densité de protons ρ :

- A) L'os cortical apparaîtra en blanc
- B) L'air des fosses nasales apparaîtra en blanc
- C) La graisse de la cavité orbitaire apparaîtra en blanc
- D) La substance grise (composée en grande partie d'eau) apparaîtra en blanc
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 5 : On réalise un examen IRM pour diagnostiquer un patient. On choisit une séquence écho de spin avec un TR de 1600 ms. Donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) Avec n'importe quelle valeur de TE on aura une pondération en T_1
- B) Si on prend un TE de 25ms, on aura une pondération en T_2
- C) Si on prend un TE de 25ms, on aura une pondération en ρ
- D) Si on prend un TE de 110ms, on aura une pondération en T_2
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 6 : Sur une image IRM de la boîte crânienne pondérée en T_1 :

- A) On verra la graisse de la cavité orbitaire en blanc
- B) On verra le liquide céphalo-rachidien en noir
- C) On verra les os en noir
- D) On verra la substance blanche liquide en blanc
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 7 : A propos de la densité de protons ρ , donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) C'est la concentration de protons qui est à l'origine du contraste
- B) Sur une image IRM pondérée en ρ , un tissu contenant 60% de protons sera en hypersignal par rapport à un tissu contenant 30% de protons
- C) Sur une image IRM pondérée en ρ , l'os médullaire apparaîtra en noir
- D) Sur une image IRM pondérée en ρ , l'eau apparaîtra en noir
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 8 : A propos du paramètre de relaxation T1, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) Un T1 court donne un hyposignal
- B) L'eau a un T1 court, elle apparaîtra donc en hypersignal
- C) La graisse a un T1 court, elle apparaîtra donc en hyposignal
- D) Les solides ont un T1 court, ils apparaissent donc en hypersignal
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 9 : Sur une image IRM du tronc avec une pondération en T2 :

- A) Les côtes apparaîtront en blanc
- B) Le liquide à l'intérieur de l'estomac apparaîtra en blanc
- C) Le foie, rempli de graisse, apparaîtra en noir
- D) Mais non ! Comme le foie est plein de graisse il donnera un hypersignal et on le verra en blanc !
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 10 : Soit le tableau ci-dessous des valeurs des paramètres de relaxation du tissu hépatique et d'une lésion pathologique située dans le foie.

	T1 (ms)	T2 (ms)	Rho (%)
Tissu hépatique	600	790	78
Lésion	660	830	24

- A) Le contraste entre la lésion et le tissu hépatique sera maximal sur les images IRM acquises lors d'une séquence pondérée en ρ (rho)
- B) Le contraste entre la lésion et le tissu hépatique sera maximal sur les images IRM acquises lors d'une séquence pondérée en T2
- C) La lésion apparaîtra en hyposignal par rapport au tissu hépatique sur les images IRM acquises lors d'une séquence pondérée en T1
- D) La lésion apparaîtra en hyposignal par rapport au tissu hépatique sur les images IRM acquises lors d'une séquence pondérée en T2
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 11 : A propos des séquences en IRM, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) On utilise la séquence écho de spin car sinon le signal IRM n'est pas assez fort à cause du déphasage des protons
- B) L'opérateur choisit les paramètres de la séquence T1 et T2
- C) Les paramètres de relaxation sont propres aux tissus, ils ne peuvent donc pas être choisis par l'opérateur
- D) C'est grâce aux paramètres de la séquence que l'on peut modifier la pondération d'une image IRM
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 12 : On réalise un examen IRM avec un TR de 2000ms et un TE de 15ms. On choisira une pondération :

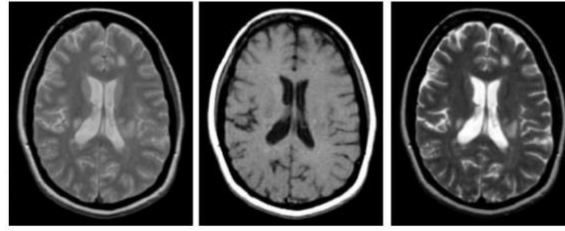
- A) En rho
- B) En T1
- C) En T2
- D) Les données de l'énoncé ne permettent pas de répondre
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 13 : On veut explorer par IRM un patient porteur d'une tumeur. On connaît pour l'appareil utilisé les valeurs des paramètres de relaxation du tissu tumoral et de la substance blanche qui entoure la tumeur. Elles sont données dans le tableau ci-dessous. (inspiré des annales 2016-2017)

	Rho (%)	T1 (ms)	T2 (ms)
Substance blanche	80	500	400
Tumeur	50	100	430

- A) Sur une image IRM pondérée en Rho, la tumeur apparaîtra en hyposignal par rapport à la substance blanche
- B) On pourra utiliser la pondération en T2 pour étudier la tumeur
- C) Avec une pondération en T1, la tumeur apparaîtra en hypersignal par rapport à la substance blanche
- D) Les pondérations en Rho et en T1 sont utilisables pour l'étude de la tumeur
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 14 : Sur l'image IRM du cerveau ci-dessous, on peut voir la substance blanche liquide au centre (forme de papillon). Donnez la proposition exacte :



- A) L'image du milieu correspond à une image IRM pondérée en T2
- B) L'image du milieu correspond à une image IRM pondérée en p
- C) L'image de droite correspond à une image IRM pondérée en T1
- D) L'image de droite correspond à une image IRM pondérée en T2
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 15 : Quel contraste sera le meilleur pour distinguer la lésion dans le liquide céphalo-rachidien ?

	Rho (%)	T1 (ms)	T2 (ms)
Graisse	100	150	75
Liquide céphalo-rachidien	87	2500	1000
Substance blanche	73	750	90
Lésion à diagnostiquer	87	850	100

- A) Rho
- B) T1
- C) T2
- D) Fanny, Léa, Julia, Mathilde, Margot, Eden sont les beeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeest (comptez vrai)
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 16 : Le signal RMN de précession libre :

- A) est mesuré durant la phase de précession
- B) est amorti car les protons précèdent en phase
- C) vient de la composante longitudinale de l'aimantation
- D) s'amortit avec une constante T1
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 17 : Un radiologue réalise une IRM du cerveau d'un patient pour visualiser sa tumeur présente dans la substance blanche. On donne ci-dessous les paramètres des tissus observés :

	Rho (%)	T1 (ms)	T2 (ms)
Tumeur	40	1500	650
Substance blanche	80	1200	850

- A) Si le radiologue choisit un TR court, la tumeur apparaîtra en hypersignal par rapport à la substance blanche
- B) Si le radiologue choisit un TR long et un TE court, la tumeur apparaîtra en hypersignal par rapport à la substance blanche
- C) Si le radiologue choisit un TR long et un TE long, la tumeur apparaîtra en hypersignal par rapport à la substance blanche
- D) Le contraste entre la tumeur et la substance blanche sera maximal avec une pondération en Rho
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 18 : Après un scanner, un radiologue remarque une masse pulmonaire chez une patiente. Deux diagnostics sont possibles : soit c'est un lipome (tumeur grasseuse), soit c'est un kyste liquidien. Pour connaître la nature de cette masse il réalise un examen IRM. Donnez la/les proposition(s) exacte(s) : (inspiré du concours 2014-2015)

- A) Une séquence à T1 court permettra d'obtenir des contrastes différents selon qu'il s'agit de l'un ou l'autre des diagnostics
- B) Une séquence à T2 long permettra d'obtenir des contrastes différents selon qu'il s'agit de l'un ou l'autre des diagnostics
- C) Sur une séquence pondérée en T1, un kyste liquidien donnera un signal plus intense qu'un lipome
- D) Sur une séquence pondérée en T2, un kyste liquidien donnera un signal plus intense qu'un lipome
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

Correction : Imagerie par résonance magnétique (IRM)**2017 – 2018 (Pr. Darcourt)****QCM 1 : ACD**

- A) Vrai
- B) Faux : c'est l'inverse car le contraste lié à la densité de protons donne un **hypersignal** si on a **beaucoup de protons**, donc dans l'eau et pas les os qui contiennent très peu de protons
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 2 : C

- A) Faux : un **TR court** donnera **toujours** une image **pondérée en T₁**, quel que soit le TE !!!
- B) Faux : cela donnera une image pondérée en **p**
- C) Vrai
- D) Faux : c'est l'inverse, c'est l'association d'un **TE court** et d'un **TR long** qui donne une image pondérée en **p**
- E) Faux

QCM 3 : ACD

- A) Vrai
- B) Faux : sur une image pondérée en T₁, l'eau donne un **hyposignal**
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 4 : CD

- A) Faux : l'os cortical ne contient pas de proton donc il donne un hyposignal : il apparaît en **noir**
- B) Faux : pareil, l'air ne contient pas de protons donc il apparaît en **noir**
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 5 : CD

- A) Faux : on a un **TR long** donc pas de pondération en **T₁**
- B) Faux : avec un **TR long** et un **TE court** on aura une pondération en **p**
- C) Vrai : cf B
- D) Vrai : un **TR long** et un **TE long** favorisent une pondération en **T₂**
- E) Faux

QCM 6 : AB

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Faux : les os sont solides, et les **solides** ont un **T₁ moyen** donc ils donnent un **signal intermédiaire** : on les verra **en gris**
- D) Faux : la substance blanche est liquide, un **liquide** a un **T₁ long** donc la SB donne un **hyposignal** : on la verra **en noir**
- E) Faux

QCM 7 : AB

- A) Vrai
- B) Vrai : plus un tissu comporte de noyaux d'hydrogène plus il apparaît en hypersignal
- C) Faux : l'os médullaire contient de la graisse et la graisse est riche en protons donc il donne un **hypersignal** : il apparaît en **blanc**
- D) Faux : l'eau contient beaucoup de protons donc on la verra en **hypersignal**, soit en **blanc**
- E) Faux

QCM 8 : E

- A) Faux : un T1 court donne un **hypersignal**
- B) Faux : l'eau a un T1 **long** ! Du coup elle apparait en **hyposignal**
- C) Faux : la graisse a bien un T1 **court** donc elle apparait en **hypersignal**
- D) Faux : les solides ont un T1 **moyen** donc ils donnent un **signal intermédiaire** (gris)
- E) Vrai

QCM 9 : B

- A) Faux : les solides ont un T2 court donc ils donnent un **hyposignal** sur une image pondérée en T2 : on les verra en **noir**
- B) Vrai
- C) Faux : la graisse possède un T2 moyen donc elle donne un **signal intermédiaire** sur une image pondérée en T2 : on la verra en **gris**
- D) Faux : cf C
- E) Faux

QCM 10 : AC

- A) Vrai : c'est avec ce paramètre qu'on a **le plus d'écart entre les deux tissus**, donc on aura le plus fort contraste
- B) Faux : cf A
- C) Vrai : un T1 **court** donne un **hypersignal** donc ici c'est le tissu avec le T1 le plus court soit le tissu hépatique qui apparaîtra en hypersignal
- D) Faux : un T2 **long** donne un **hypersignal** donc ici c'est le tissu avec le T2 le plus long soit la lésion pathologique qui apparaîtra en hypersignal
- E) Faux

QCM 11 : ACD

- A) Vrai
- B) Faux : les paramètres de la séquence sont TE et TR !
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 12 : A

- A) Vrai : on a un TR long ($> 1500\text{ms}$) et un TE court ($< 30\text{ms}$) donc on choisit une **pondération en rho**
- B) Faux
- C) Faux
- D) Faux
- E) Faux

QCM 13 : ACD

- A) Vrai
- B) Faux : on n'aura pas assez de contraste !
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 14 : D

- A) Faux : avec une pondération en T2, un liquide donne un hypersignal donc on doit voir la substance blanche **en blanc**
- B) Faux
- C) Faux : avec une pondération en T1, un liquide donne un hyposignal donc on doit voir la substance blanche **en noir**
- D) Vrai : cf A
- E) Faux

QCM 15 : CD

- A) Faux : cf C
- B) Faux : cf C
- C) Vrai : c'est avec T2 que le contraste sera le plus grand 😊
- D) Vrai : $<3 <3 <3$
- E) Faux

QCM 16 : E

- A) Faux : le signal est mesuré pendant la phase de **relaxation**
- B) Faux : justement, le signal est amorti car les protons tournent à leur propre vitesse → ils sont **déphasés**
- C) Faux : il vient de la composante **transverse** de l'aimantation !
- D) Faux : il s'amortit donc avec une constante **T2** !
- E) Faux

QCM 17 : BCD

- A) Faux : TR court = pondération en T1. Plus le T1 est court plus le signal est fort donc ici c'est la SB qui donne plus de signal
- B) Vrai : TR long + TE court = pondération en Rho. Plus le Rho est élevé plus le signal est fort donc la tumeur est bien en hypersignal par rapport à la SB
- C) Vrai : TR long + TE long = pondération en T2. Plus le T2 est élevé plus le signal est fort donc la tumeur est bien en hypersignal par rapport à la SB
- D) Vrai : entre le Rho de la SB et le Rho de la tumeur on a un facteur 2 alors qu'entre le T1 de la SB et de la tumeur on a un facteur de 1,25 et entre le T2 de la SB et celui de la tumeur on a un facteur d'environ 1,3 → c'est donc avec une pondération en Rho qu'on a le plus grand contraste
- E) Faux

QCM 18 : D

- A) Faux : Attention, on ne peut pas avoir une séquence à T1 court/ long et à T2 court/long ! Ce n'est pas l'opérateur qui choisit le T1 et le T2 car ce sont des **paramètres propres aux tissus** !!
- B) Faux : cf A
- C) Faux : sur une séquence pondérée en T1, la **graisse** donne un **hypersignal** et l'**eau** donne un **hyposignal** ! Donc c'est le lipome qui donnera un signal plus intense
- D) Vrai
- E) Faux

10. Radiothérapie

2017 – 2018 (Pr. Humbert)

QCM 1 : A propos de la radiothérapie, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) Cette technique correspond à l'utilisation médicale de rayonnements non ionisants
- B) On utilise cette méthode principalement à visée antalgique, c'est-à-dire pour soulager une douleur
- C) Contre les cellules tumorales on utilise trois techniques : la chirurgie, la chimiothérapie et la radiothérapie
- D) On utilise la radiothérapie pour traiter un cancer lorsque celui-ci s'est diffusé
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 2 : A propos des effets biologiques des rayonnements utilisés en radiothérapie, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) Les rayonnements ionisants vont agir directement sur l'ADN ou indirectement via la formation de radicaux libres et la radiolyse de l'eau
- B) Les cellules ont une très grande capacité à réparer les lésions double brin de l'ADN
- C) En radiothérapie, on cherche à créer principalement des lésions double brin
- D) En radiothérapie, on prive les cellules d'oxygène pour accélérer le processus de destruction
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 3 : A propos des effets biologiques des rayonnements utilisés en radiothérapie, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) Après une première irradiation d'une tumeur, les cellules cancéreuses deviennent moins oxygénées ce qui les rend moins radiosensibles
- B) Lors de l'irradiation d'une cellule, celle-ci sera soit réparée, soit mutée, soit tuée par apoptose ou par nécrose
- C) Le but de la radiothérapie est uniquement de tuer les cellules directement
- D) La radiothérapie utilise également le rôle du système immunitaire pour détruire les cellules cancéreuses
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 4 : A propos des effets biologiques des rayonnements utilisés en radiothérapie, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) Le but de la radiothérapie est de détruire tous les tissus touchés par les rayonnements ionisants
- B) Après la destruction d'un tissu tumoral, ce dernier est remplacé par une cicatrice fibreuse appelée fibrose
- C) Après une irradiation, les tissus sains à renouvellement court récupéreront complètement
- D) Les tissus sains à renouvellement long sont plus radiosensibles que ceux à renouvellement court
- E) Pour éliminer une tumeur il faut combiner la radiothérapie à un autre traitement car cette technique ne tue pas 100% des cellules tumorales

QCM 5 : A propos des techniques de radiothérapie, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) La radiothérapie externe peut se faire de manière directe avec les électrons : c'est l'électronthérapie
- B) La radiothérapie externe utilise une source de rayonnements extérieure au patient, elle est dite cutanée
- C) La radiothérapie externe peut utiliser des émetteurs radioactifs
- D) La radiothérapie interne peut utiliser les rayons X pour détruire une tumeur
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 6 : A propos des techniques de radiothérapie, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) La curiethérapie, technique de radiothérapie interne, consiste à mettre en contact la tumeur avec une source scellée de rayonnements ionisants
- B) Non, c'est la radiothérapie vectorisée qui consiste à mettre la tumeur en contact avec une source scellée de rayonnements ionisants
- C) La radiothérapie vectorisée utilise notamment l'iridium-192 qui est un émetteur gamma
- D) Lors d'une radiothérapie vectorisée, on introduit dans l'organisme un vecteur avec un isotope radioactif dans le but de détruire la tumeur grâce aux rayons émis par l'isotope radioactif
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 7 : A propos de la radiothérapie interne, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) La curiethérapie donne une irradiation très peu ciblée
- B) La curiethérapie utilise souvent l'iode-125, émetteur gamma, pour détruire les cellules tumorales
- C) Pour éliminer une tumeur on peut utiliser des neutrons émis par un réacteur nucléaire
- D) Dans la radiothérapie vectorisée, le vecteur seul introduit dans l'organisme peut aller détruire une cellule tumorale
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 8 : A propos de la radiothérapie, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) La radiothérapie cherche à détruire un maximum de cellules tumorales tout en préservant les cellules saines
- B) Pour cela on prend en compte un facteur spatial : il faut focaliser au maximum le rayonnement sur la tumeur
- C) On prend aussi en compte un facteur temporel : plus on étale les séances d'irradiation plus les tissus sains sont préservés
- D) Pour utiliser le facteur spatial on peut modifier le type de rayonnement utilisé et la géométrie de l'irradiation
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 9 : A propos des différentes irradiations en radiothérapie, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) Les rayons X, produits par un accélérateur linéaire, sont très utilisés pour détruire des tumeurs profondes
- B) Les photons (X et gamma) ont un trajet relativement rectiligne
- C) Les électrons, produits par un cyclotron, ont un parcours assez court dans la matière car ils sont chargés
- D) Les électrons sont appropriés pour détruire une tumeur derrière laquelle se situe un organe à risque
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 10 : A propos des différentes irradiations en radiothérapie, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) Les électrons ont un dépôt d'énergie large dans l'espace, car ils ont un trajet sinueux
- B) A l'inverse des photons X et gamma, les protons et les électrons sont tous arrêtés à une certaine distance de tissu
- C) La production des électrons se fait par un accélérateur linéaire sans plaque en Tungstène, car cette dernière transforme le faisceau d'électrons en faisceau de rayons X
- D) La distance maximale des particules est indépendante de leur énergie
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 11 : A propos de la protonthérapie, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

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

QCM 12 : Concernant la géométrie de l'irradiation en radiothérapie, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) Les faisceaux divergents produisent une irradiation peu homogène du fait du manque de précision et des zones de pénombre
- B) Les faisceaux parallèles, eux, produisent une irradiation beaucoup plus homogène car les rayons sont orientés parallèlement grâce à un collimateur multi-lames
- C) La technique de radiothérapie conformationnelle classique utilise des faisceaux parallèles
- D) La radiothérapie stéréotaxique robotisée est actuellement la technique la plus précise
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 13 : A propos de la radiothérapie conformationnelle, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) La technique classique utilise un système de rotation du faisceau d'irradiation autour du patient
- B) Le collimateur multi-lames utilisé dans l'IMRT est composé d'une multitude de lames informatisées et mobiles au cours de l'irradiation
- C) L'IMRT permet une adaptation à la forme de la tumeur uniquement
- D) L'IMRT permet une adaptation à la profondeur de la tumeur uniquement
- E) L'IMRT permet une adaptation à la forme et à la profondeur de la tumeur. C'est ainsi une technique très précise.

QCM 14 : A propos de la géométrie de l'irradiation en radiothérapie, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) La radiothérapie stéréotaxique robotisée utilise un bras articulé qui émet un faisceau d'irradiation très fin et précis
- B) Cette technique sert à traiter des grosses lésions, souvent cérébrales
- C) Elle requiert le port d'un masque par le patient
- D) La comparaison de la radiothérapie conformationnelle classique et de l'IMRT met en évidence une meilleure protection des tissus sains environnants avec l'IMRT car l'irradiation est mieux centrée sur la tumeur
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 15 : A propos du facteur temporel de l'irradiation en radiothérapie, donnez la/les proposition(s) vraie(s) :

- A) La radiothérapie cherche à fractionner l'irradiation dans le temps de manière à diminuer l'effet différentiel entre l'irradiation du tissu tumoral et des tissus sains environnants
- B) La restauration cellulaire justifie le fractionnement de l'irradiation des tissus sains car les cellules saines ont une réparation des lésions de leur ADN plus rapide que les cellules tumorales
- C) La restauration tissulaire et l'effet oxygène justifient le fractionnement de l'irradiation du tissu tumoral
- D) La repopulation correspond à une augmentation de l'activité mitotique des cellules et est plus forte pour le tissu tumoral
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 16 : A propos du facteur temporel de l'irradiation en radiothérapie, donnez la/les proposition(s) vraie(s) :

- A) La restauration cellulaire et tissulaire permet de diminuer la dose délivrée à la tumeur
- B) La radiothérapie permet in fine d'avoir une destruction de la totalité des cellules tumorales mais une survie d'un nombre de cellules saines suffisant pour repeupler le tissu
- C) L'irradiation du tissu tumoral augmente sa réoxygénation
- D) La radiothérapie est d'autant plus efficace que le tissu tumoral est oxygéné
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 17 : A propos de la radiothérapie, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) La radiothérapie est uniquement utilisée à visée anti-cancéreuse
- B) Les effets de la radiothérapie sont d'autant plus accentués que le tissu traité est oxygéné, en raison de l'effet oxygène
- C) L'électronthérapie est un type de radiothérapie externe où les électrons sont produits par un accélérateur linéaire de particules sans plaque en Tungstène
- D) Les éléments radioactifs utilisés en curiethérapie sont des sources non scellées placées soit au contact soit dans la tumeur
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 18 : A propos de la radiothérapie, donnez la/les proposition(s) exacte(s) :

- A) La radiothérapie cherche à maximiser l'irradiation du tissu tumoral et minimiser l'irradiation des tissus sains environnants
- B) Le couplage de la radiothérapie à un autre traitement est nécessaire car la destruction de la totalité des cellules tumorales par les rayonnements ionisants est idéale mais difficilement atteinte
- C) La protonthérapie est la technique la plus précise du fait de la combinaison entre la trajectoire rectiligne des protons et leur maximum d'ionisation en fin de parcours, à une distance connue
- D) La technique de l'IMRT est très précise car elle s'adapte à la forme et à la profondeur de la tumeur, notamment grâce à l'utilisation d'un collimateur multi-lames, contrairement à la radiothérapie conformationnelle classique qui étale l'irradiation sur les tissus sains
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

Correction : Radiothérapie**2017 – 2018 (Pr. Darcourt)****QCM 1 : C**

- A) Faux : utilisation de rayonnements **ionisants**
- B) Faux : on utilise cette méthode principalement en oncologie pour **traiter les cancers**
- C) Vrai
- D) Faux : la radiothérapie est **ciblée sur un site, localisée**
- E) Faux

QCM 2 : AC

- A) Vrai
- B) Faux : au contraire, lorsqu'il y a beaucoup de lésions double brin elles sont très vite dépassées
- C) Vrai car les cellules ont du mal à réparer ces lésions donc elles ne survivront pas !
- D) Faux !!! Il faut au contraire **oxygéner les tissus** pour créer un maximum d'espèces réactives de l'oxygène. **Plus un tissu est oxygéné plus il est radiosensible !**
- E) Faux

QCM 3 : BD

- A) Faux : au contraire elles deviennent **plus oxygénées** du coup elles sont **plus radiosensibles** !!
- B) Vrai
- C) Faux : la radiothérapie cherche aussi à **créer des mutations**, qui entraîneront ensuite une mort différée ou une élimination par le système immunitaire (→ effets recherchés par la radiothérapie) ou une prolifération (→ échec de la radiothérapie)
- D) Vrai : elle provoque une inflammation, qui fait alors intervenir le système immunitaire chargé d'éliminer les cellules ayant échappé à une mort directe par ionisation
- E) Faux

QCM 4 : BCE

- A) Faux : on cherche à tuer les cellules tumorales mais à **épargner les tissus voisins sains**
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Faux : c'est l'inverse !
- E) Vrai

QCM 5 : A

- A) Vrai
- B) Faux : elle est **transcutanée**, c'est-à-dire que les rayons doivent traverser la peau du patient pour atteindre la tumeur
- C) Faux : c'est la radiothérapie **interne** qui utilise des émetteurs radioactifs
- D) Faux : c'est la radiothérapie **externe**
- E) Faux

QCM 6 : AD

- A) Vrai
- B) Faux : c'est la **curiethérapie**
- C) Faux : c'est la **curiethérapie**
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 7 : E

- A) Faux : lors d'une curiethérapie l'irradiation est **très localisée** (cf diapo 15)
- B) Faux : l'iode-125 est un émetteur de rayons X
- C) Faux : c'est vrai mais ça concerne la radiothérapie **externe** !!
- D) Faux : il faut que le vecteur soit couplé à un émetteur radioactif et c'est cet émetteur radioactif qui produira des rayonnements ionisants et détruira les cellules
- E) Vrai

QCM 8 : ABCD

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

QCM 9 : ABD

- A) Vrai (non chargés donc **pénètrent beaucoup** → tumeurs **profondes**)
- B) Vrai
- C) Faux : tout est vrai mais ils sont produits par un **accélérateur linéaire** et pas par un cyclotron
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 10 : ABC

- A) Vrai : super important car c'est pour ça qu'ils sont moins pratiques que les protons qui eux ont une trajectoire rectiligne
- B) Vrai (alors qu'il y aura toujours un tout petit peu de photons qui traverseront tous les tissus) +++
- C) Vrai : et pour le faisceau de photons du coup on met la plaque en Tungstène
- D) Faux : au contraire !! Plus la particule a une énergie maximale élevée et plus elle va loin dans le tissu (cf graphique photons et électrons)
- E) Faux

QCM 11 : ACE

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

QCM 12 : AD

- A) Vrai
- B) Faux : tout est juste sauf que les faisceaux sont orientés parallèlement grâce à un **collimateur simple** (le collimateur multi-lames c'est pour l'IMRT)
- C) Faux : elle utilise des faisceaux convergents
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 13 : ABE

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

QCM 14 : ACD

- A) Vrai : on parle de **précision quasi chirurgicale** !
- B) Faux : les **petites lésions** (logique puisque si c'est très précis c'est parce qu'on veut atteindre des petites choses, sinon ça n'a pas d'intérêt)
- C) Vrai : pour **l'immobiliser**, très important
- D) Vrai (par coeuuuuuur, aidez vous des coupes de scanner p.9)
- E) Faux

QCM 15 : B

- A) Faux : de manière à **augmenter/majorer** l'effet différentiel !
- B) Vrai +++
- C) Faux : c'est **seulement l'effet oxygène** qui justifie le fractionnement de l'irradiation pour le tissu tumoral. La réparation tissulaire le justifie pour les tissus sains (différenciez bien réparation cellulaire et tissulaire = tissus sains et effet oxygène = tissu tumoral)
- D) Faux : doublement faux ! La repopulation c'est l'augmentation des mitoses **après une irradiation** (sinon on n'appelle pas ça une repopulation) et elle est **plus forte pour les tissus sains**. Par contre, il y a bien augmentation des mitoses dans les tissus tumoraux, mais c'est n'est pas la repopulation.
- E) Faux

QCM 16 : CD

- A) Faux : au contraire, elles obligent à **augmenter** la dose délivrée à la tumeur
- B) Faux : attention même si c'est ce que le prof a dit en décrivant le graphique p.10, il m'a répondu par mail qu'il s'était un peu emballé et qu'**en réalité il reste toujours quelques cellules tumorales d'où le fait qu'on combine toujours la radiothérapie avec un autre traitement** (comme il a dit plus haut dans le cours, avec le « 100% de destruction des cellules tumorales impossible »). Je vous ai fait l'item exprès pour que vous sachiez la subtilité du truc, donc faites gaffe au cc !
- C) Vrai
- D) Vrai (par coeuuuuuuur)
- E) Faux

QCM 17 : BC

- A) Faux : c'est l'utilisation **majoritaire** mais pas la seule ! Y a aussi visée antalgique et anti-inflammatoire
- B) Vrai
- C) Vrai (alors que pour les photons X y a la plaque en Tungstène)
- D) Faux : sources **scellées** !! (faites bien attention au piège scellé/non scellée selon le type de radiothérapie interne)
- E) Faux

QCM 18 : ABCD

- A) Vrai (*notion sur laquelle le prof a insisté*)
- B) Vrai (*notion sur laquelle le prof a insisté*)
- C) Vrai (*notion sur laquelle le prof a insisté +++*)
- D) Vrai (*notion sur laquelle le prof a insisté*)
- E) Faux