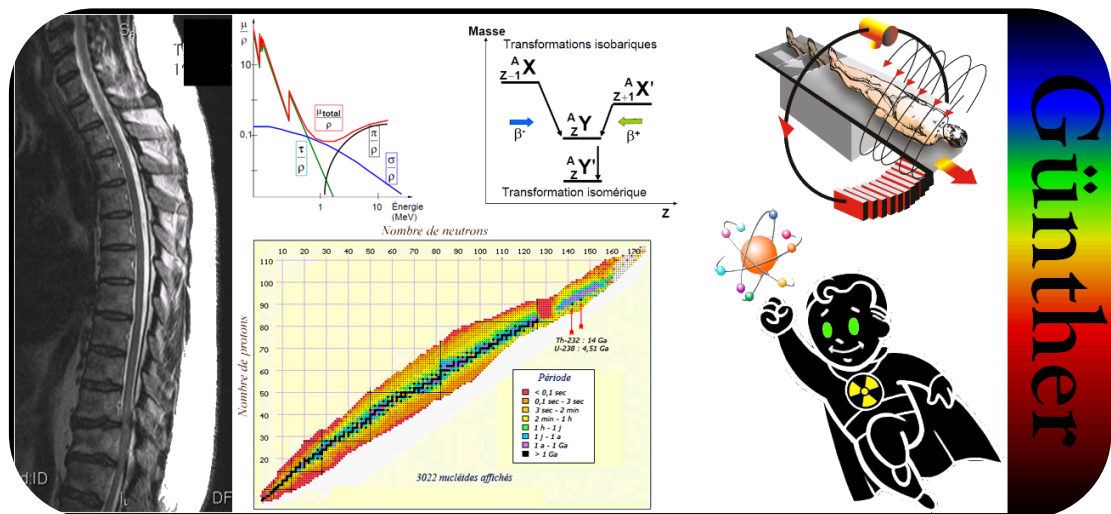


ANNATUT'

BIOPHYSIQUE

UE3a

[Année 2019-2020]



Günther

- ⇒ 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.....	6
2. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Interaction des rayonnements ionisants avec la matière	9
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Interaction des rayonnements ionisants avec la matière	12
3. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Rayons X.....	15
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Rayons X.....	15
4. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Noyau	17
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Noyau	23
5. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Transformations radioactives.....	27
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Transformations radioactives	31
6. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Lois cinétiques.....	35
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Lois cinétiques	36
7. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Eléments de radiobiologie et de radioprotection	36
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Eléments de radiobiologie et de radioprotection..	38
8. Résonance magnétique nucléaire (RMN).....	39
Correction : Résonance magnétique nucléaire (RMN)	41
9. Imagerie par résonance magnétique (IRM).....	43
Correction : Imagerie par résonance magnétique (IRM).....	45

1. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Particules, ondes et atomes

2018 – 2019 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : L'oxygène 16 (A=16) a une masse atomique de 15,994g

- A) Un atome d'Oxygène 16 a une masse de 15,994u
- B) Le noyau d'Oxygène 16 est composé de 16 nucléons
- C) Une mole d'atome d'Oxygène 16 a une masse de 15,994g
- D) Un atome d'Oxygène 16 a une masse de $2,6 \times 10^{23}$ g
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 2 : Donner la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) L'énergie de liaison de l'électron est l'énergie qu'il faut apporter pour arracher cet électron de l'édifice atomique et l'emporter à proximité du noyau pour qu'il subisse son influence
- B) L'énergie de liaison d'un électron est la valeur absolue de l'énergie de l'électron : elle est donc positive
- C) L'électron occupant la couche K de l'hydrogène correspond à une énergie de liaison minimale
- D) L'énergie de liaison de l'électron est quantifiée : on dit qu'elle varie de manière continue en fonction d'une couche n
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 3 : On considère une onde électromagnétique (OEM) de longueur d'onde $\lambda = 620$ nm

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

- A) Cette OEM possède une énergie de 2eV
- B) Cette OEM possède une énergie de $4,2 \times 10^{-19}$ J
- C) Cette OEM possède une fréquence de $0,5 \times 10^{15}$ Hz
- D) Cette OEM correspond au domaine du visible
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 4 : L'argon (Z=18) a une masse atomique de 39,948 g :

Donnée : N (nombre d'Avogadro) = 6.02×10^{23}

- A) Le nombre de masse de l'argon est 39
- B) Le noyau d'argon est constitué de 18 protons et 22 neutrons
- C) La masse d'un atome d'argon est de 39,948 u
- D) La masse d'un atome d'argon est de $6,63 \times 10^{-23}$ g
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 5 : A propos des rayonnements électromagnétiques (REM) :

- A) Les REM résultent de la propagation simultanée d'un champ électrique E et d'un champ magnétique B vibrant en phase, parallèles l'un par rapport à l'autre et par rapport à la direction de propagation
- B) Les REM sont caractérisés par leur longueur d'onde λ et leur puissance en Watt
- C) Le spectre des REM est assez étroit et comprend les ondes radios, les rayons X...(liste non exhaustive)
- D) Le spectre infrarouge possède une fréquence ν plus élevée que le spectre des ondes radios
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 6 : Quelle est l'énergie de liaison des électrons de la couche L du Chlore (Z=35) sachant que sa constante d'écran est égale à 11 ?

- A) - 420 eV
- B) - 1960 eV
- C) - 2580 eV
- D) - 3190 eV
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 7 : On considère l'atome de Cuivre (Cu) à l'état non ionisé qui fait partie de la famille des métaux pauvres. Il possède 64 nucléons ainsi que 35 neutrons, quelle est la répartition des électrons sur ses couches électroniques ?

- A) Couche K = $2e^-$; Couche L = $8e^-$; Couche M = $18e^-$; Couche N = $2e^-$
- B) Couche K = $4e^-$; Couche L = $8e^-$; Couche M = $17e^-$
- C) Couche K = $2e^-$; Couche L = $8e^-$; Couche M = $19e^-$
- D) Couche K = $2e^-$; Couche L = $10e^-$; Couche M = $17e^-$
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 8 : La masse atomique de l'oxygène 16 est de 15,994 g

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

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

QCM 9 : Quelle est l'énergie de liaison des électrons de la couche M du Chlore (Z=17) sachant que la constante d'écran est égale à 11 ?

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

QCM 10 : Quelle est le numéro atomique du Cobalt sachant que l'énergie de liaison de sa couche L est de 54,4 eV et que sa constante d'écran est de 23 ?

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

QCM 11 : A propos des rayonnements électromagnétiques (REM), donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) La longueur d'onde des rayons X est supérieur à celle des rayons γ (gamma)
- B) La fréquence des rayons γ est supérieur à celle des IR (infrarouge)
- C) L'énergie du spectre visible est inférieur à celle des IR
- D) La fréquence des ondes radios est inférieur à celle des micro-ondes
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 12 : A propos de la dualité onde-particule, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Einstein affecte une masse à une onde électromagnétique qu'il appelle « les photons » avec une masse exclusivement dynamique
- B) Cette masse est $m = h/\lambda c$, où h désigne la constante de Planck
- C) Pour de Broglie, on associe à toute particule de masse m une longueur d'onde λ
- D) Cette longueur d'onde λ est égale à la constante de Planck divisée par le produit de la masse et de la fréquence de la particule
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 13 : Vous vous situez en haut de l'amphi 2 à Pasteur quand soudain vous devez ramasser votre casque de moto qui tombe dans les escaliers...mais avant ça, vous vous interrogez sur le premier cours de Biophysique :

- A) L'électronvolt correspond à l'énergie potentiel acquise par un électron sans vitesse initiale, sous l'effet d'une ddp (différence de potentiel) de 1V
- B) Cette unité utilisée dans le SI est adaptée aux atomes et aux particules élémentaires
- C) Le noyau de l'atome d'Hélium possède la même charge que le positon pondérée par un facteur 2
- D) Le proton et neutron sont considérés comme des particules non relativistes
- E) Mon casque de moto est composé de 2 protons, 3 neutrons, possède une charge égale à la masse de l'antiparticule du neutron, possède une masse relativiste mais aucun crochet pour l'attacher à ma table (comptez **FAUX**)

QCM 14 : À propos de l'atome, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Les électrons subissent l'influence du nuage électronique auxquels ils appartiennent : c'est l'effet écran
- B) Si un atome possède 12 électrons, ces derniers se remplissent aléatoirement sur les couches K, L, M
- C) Le nombre maximal d'électrons par couche est n^2 multiplié par un facteur 2 où n désigne une couche électronique
- D) La première couche $n=0$ correspondant à la couche K possède 2 électrons maximum
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 15 : On considère l'atome suivant de Na^+ (Z=11) avec une masse atomique de 22,98976g :

- A) Cet atome possède 11 protons et 12 neutrons
- B) Cet atome possède 12 électrons
- C) La masse d'un atome de Na^+ est de 22,98976u
- D) Son nombre de masse est de 22
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 16 : Quelle est la masse relativiste d'un électron qui se déplace à une vitesse de $0,9c$

Données : $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$; $m_{\text{électron}} = 9,1 \times 10^{-28} \text{ g}$; $\sqrt{0,2} = 0,45$; $\sqrt{0,4} = 0,63$; $\sqrt{0,6} = 0,77$

- A) $5 \times 10^{-31} \text{ kg}$
- B) $20 \times 10^{-31} \text{ kg}$
- C) $35 \times 10^{-31} \text{ kg}$
- D) $40 \times 10^{-31} \text{ kg}$
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 17 : A propos des Particules, ondes et atomes, donner la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Si la vitesse d'une particule en mouvement augmente et tend à se rapprocher de la vitesse de la lumière, alors sa masse relativiste va augmenter elle aussi
- B) L'électron possède en valeur absolue une charge égale à celle du positon
- C) Un REM est une perturbation du champ statique environnant et se propage à la vitesse de la lumière
- D) L'effet écran a pour conséquence d'augmenter l'énergie des électrons et est représentée par la constante d'écran σ (sigma)
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Particules, ondes et atomes**2018 – 2019 (Pr. Darcourt)****QCM 1 : ABC**

- A) Vrai
 B) Vrai
 C) Vrai
 D) Faux : $\frac{16}{6,02 \cdot 10^{23}} = 2,6 \times 10^{-23} \text{g}$; (ça ferait bcp une masse de l'ordre de 10^{23} pour un atome ☺)
 E) Faux

QCM 2 : B

- A) Faux : hors de l'influence du noyau
 B) Vrai : +++
 C) Faux : E_L **maximale** justement
 D) Faux : de manière **discontinue** vu qu'elle est quantifié
 E) Faux

QCM 3 : ACD

- A) Vrai : $E(\text{eV}) = 1240 / \lambda(\text{nm})$
 B) Faux : $1\text{eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{J}$ donc $2\text{eV} = 3,2 \times 10^{-19} \text{J}$
 C) Vrai : $E(\text{J}) = h\nu$ donc $\nu = E/h$; $\nu = 3,2 \times 10^{-19} / 6,6 \times 10^{-34} = 0,5 \times 10^{15} \text{Hz}$
 D) Vrai : domaine du visible compris entre 400 et 700nm
 E) Faux

QCM 4 : BCD

- A) Faux : 40 car on arrondit à l'unité supérieur !
 B) Vrai
 C) Vrai
 D) Vrai : Masse d'1 mole d'atomes / N (nombre d'Avogadro) = $39,948 / 6.02 \times 10^{23} = 6,6 \times 10^{-23} \text{g}$
 E) Faux

QCM 5 : D

- A) Faux : Les REM résultent de la propagation simultanée d'un champ électrique E et d'un champ magnétique B vibrant en phase, **perpendiculaires** l'un par rapport à l'autre et par rapport à la direction de propagation
 B) Faux : longueur d'onde et fréquence !
 C) Faux : il est assez **large** justement...
 D) Vrai : $\lambda_{\text{IR}} < \lambda_{\text{ondes radios}}$ et comme λ et ν inversement proportionnels, $\nu_{\text{IR}} > \nu_{\text{ondes radios}}$
 E) Faux

QCM 6 : E

- A) Faux
 B) Faux : eh oui, on demande l'**énergie de liaison** des électrons qui est **positive**, bravo à ceux qui ont trouvé 1960 eV mais tous les items correspondent à **des énergies** qui sont donc **négatives** ☺
 C) Faux
 D) Faux
 E) Vrai

QCM 7 : E

- A) Faux : Couche K = $2e^-$; Couche L = $8e^-$; Couche M = $18e^-$ Couche N = $1e^-$
 B) Faux
 C) Faux
 D) Faux
 E) Vrai : alors on sait que l'atome est non ionisé donc nombre de protons = nombre d'électrons $64-35 = 29$ électrons ; selon la règle du $2n^2$ électrons par couche on en a 2 sur la couche K, 8 sur la couche L, 18 sur la couche M. On arrive à 28 électrons sauf que notre atome de Cuivre en possède 29, on place donc notre dernier électron sur la couche suivante qui est la couche N (elle peut accueillir au maximum $2 \times 4^2 = 32$ électrons).

QCM 8 : C

- A) Faux : 15,994 g
 B) Faux : 15,994 u
 C) Vrai : $16/6 \cdot 10^{23} = 2,65 \cdot 10^{-23}$
 D) Faux : c'est le nombre de masse qui est égale à 16
 E) Faux : 16

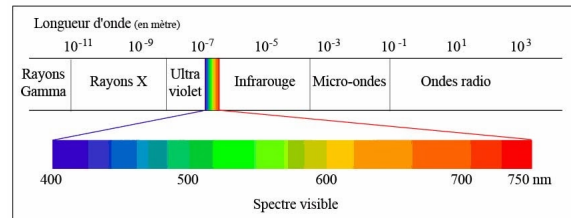
QCM 9 : BE

- A) Faux
 B) Vrai : $W_n = (13,6 \times (17-11)^2) / 3^2 = (13,6 \times 36) / 9 = 13,6 \times 4 = 54,4 \text{ eV}$
 C) Faux
 D) Faux
 E) Vrai : $54,4 \times 1,6 \cdot 10^{-19} = 87,04 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

QCM 10 : D

- A) Faux
 B) Faux
 C) Faux
 D) Vrai : $54,4 = (13,6 \times (Z - 23)^2) / 4$
 $\leftrightarrow 216 = 13,6 \times (Z - 23)^2$
 $\leftrightarrow 16 = (Z - 23)^2$
 $\leftrightarrow 4 = Z - 23$
 $\leftrightarrow Z = 27$

- E) Faux

**QCM 11 : (A)BD**

- A) Vrai/Faux
 B) Vrai : l'énergie est proportionnelle à la fréquence
 C) Faux : l'inverse
 D) Vrai : l'énergie est proportionnelle à la fréquence
 E) Faux

QCM 12 : (A)B(C)

- A) Vrai/Faux : vrai mais ce n'est pas vraiment lui qui invente le terme « photons »
 B) Vrai : cours
 C) Vrai/Faux :
 D) Faux : $\lambda = h/mv$, cette longueur d'onde λ est égale à la constante de Planck divisée par le produit de la masse et de la vitesse de la particule !
 E) Faux

QCM 13 : CD

- A) Faux : L'électronvolt correspond à l'énergie **cinétique** acquise par un électron sans vitesse initiale, sous l'effet d'une ddp (différence de potentiel)
 B) Faux : hors SI ☺
 C) Vrai : $2 \times 1,6 \cdot 10^{-19} = 3,2 \times 10^{-19}$
 D) Vrai : car particules lourdes
 E) Faux : dédicace à toi jeune P1, tu nous as donné un joli fou-rire avec Insaf le S

QCM 14 : AC

- A) Vrai
 B) Faux : pas aléatoirement, mais selon la règle du $2n^2$ par couche n
 C) Vrai
 D) Faux : on commence pour n=1 ; attention n=0 n'existe pas ! (remplacez n par 0 dans la formule, on va pas bien loin ☺)
 E) Faux

QCM 15 : AC

- A) Vrai : $23 - 11 = 12$ neutrons
 B) Faux : attention ! ici le Na est chargé positivement ; hors on sait qu'une charge positive équivaut à un électron en moins donc $11 - 1 = 10$ électrons
 C) Vrai : masse atomique en g = masse d'un atome en u
 D) Faux : A = nombre entier le plus proche de la masse atomique donc **23**
 E) Faux

QCM 16 : B

- A) Faux
 B) Vrai : $m = \frac{9.10^{-31}}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{9.10^{-31}}{\sqrt{1-\frac{(0,9c)^2}{c^2}}} = \frac{9.10^{-31}}{\sqrt{1-(0,9)^2}} = \frac{9.10^{-31}}{\sqrt{1-0,8}} = \frac{9.10^{-31}}{\sqrt{0,2}} = \frac{9.10^{-31}}{0,45} = \frac{9.10^{-31}}{4,5 \cdot 10^{-2}} = 2 \cdot 10^{-30} = 20 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
 C) Faux
 D) Faux
 E) Faux

QCM 17 : ABD

- A) Vrai
 B) Vrai : $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
 C) Faux : champ **électromagnétique**
 D) Vrai : car $Z - \sigma$ fait diminuer le numérateur dans la formule de l'énergie de liaison donc $-13,6 \times (Z - \sigma)^2$ se rapproche de 0
 E) Faux

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

2018 – 2019 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : Si l'énergie du photon incident (E) est supérieure ou égale à l'énergie de liaison de l'électron ($|W_i|$):

- A) Il y a excitation de l'atome
- B) L'atome reste dans son état fondamental
- C) L'énergie absorbée est quantifiée
- D) Un électron de l'atome est expulsé : c'est une ionisation
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 2 : Quelle épaisseur d'aluminium ($CDA = 3 \text{ cm}$) permettrait d'atténuer exactement 87,5 % d'un flux de photons ?

- A) 30 cm
- B) 1 cm
- C) 9 cm
- D) 3 cm
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 3 : L'atome de Mg ($Z=12$) est excité par passage d'un électron de la couche K à la couche M. On peut observer :

Données : $W_K = -1070 \text{ eV}$; $W_L = -40 \text{ eV}$; $W_M = -10 \text{ eV}$.

- A) Un électron Auger d'énergie cinétique $T = 1050 \text{ eV}$
- B) Un électron Auger d'énergie cinétique $T = 1060 \text{ eV}$
- C) Un photon de fluorescence de 1080 eV
- D) Un photon de fluorescence de 30 eV
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 4 : À propos des rayonnements ionisants, donner la ou les propositions exacte(s) :

- A) Tous les rayonnements électromagnétiques sont ionisants
- B) Les particules chargées (α , β^- , β^+ , photons X) sont directement ionisantes
- C) Les neutrons ont une interaction non-obligatoire avec la matière, dite interaction électrostatique
- D) Dans les milieux biologiques, un rayonnement électromagnétique est considéré comme ionisant si son énergie (E) est supérieure à $13,6 \text{ eV}$
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 5 : À propos de l'effet Compton, donner la ou les propositions exacte(s) :

- A) On observe un transfert de la totalité de l'énergie du photon incident à un électron de l'atome
- B) Toute l'énergie est déposée dans la matière
- C) La probabilité d'interaction par effet Compton est faible pour les photons X
- D) La réaction inverse se nomme l'annihilation
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 6 : Soit l'atome de fer ($Z=26$). Les énergies de ses électrons sont (en keV) : $W_K = -0,1913$; $W_L = -0,0478$; $W_M = -0,0213$. Un électron de la couche K est expulsé hors de l'atome. Quels sont les phénomènes observables ?

- A) L'émission d'un photon de fluorescence d'énergie $E = 47,8 \text{ eV}$
- B) L'émission d'un photon de fluorescence d'énergie $E = 0,1913 \text{ eV}$
- C) L'émission d'un photon de fluorescence d'énergie $E = -170 \text{ eV}$
- D) L'émission d'un photon de fluorescence d'énergie $E = 26,5 \text{ eV}$
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 7 : Soit l'atome de sodium ($Z=11$). Les énergies de ses électrons sont : $W_K = -65,8 \text{ eV}$; $W_L = -16,5 \text{ eV}$; $W_M = -7,3 \text{ eV}$. Cet atome peut être ionisé par un photon d'énergie :

- A) $E = 70 \text{ eV}$
- B) $E = 49,3 \text{ eV}$
- C) $E = 9,2 \text{ eV}$
- D) $E = 13,6 \text{ eV}$
- E) $E = 6,3 \text{ eV}$

QCM 8 : À propos de l'effet photo-électrique :

- A) C'est un des mécanismes d'interaction des électrons avec la matière
- B) Il y a transfert de la totalité de l'énergie du photon incident à un électron
- C) L'électron mis en mouvement par le photon créant par la suite des ionisations, toute l'énergie est absorbée par la matière
- D) La probabilité d'interaction par effet photo-électrique est indépendante du numéro atomique Z
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 9 : Quelle épaisseur de verre (CDA = 1,5 cm) faut-il pour atténuer exactement 75 % du flux de photons?

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

QCM 10 : À propos des mécanismes d'atténuation donnez la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) La diffusion de Thomson-Rayleigh (= matérialisation) correspond à une déviation du photon incident sans changement d'énergie
- B) La probabilité d'interaction par création de paire est nulle si $E < 1,022 \text{ MeV}$
- C) Dans l'effet Compton, si $\theta = 0$, l'énergie diffusée est maximale
- D) La création de paire correspond à la collision d'un positon et d'un électron qui disparaissent pour donner 2 photons γ de 511 keV
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 11 : À propos de l'interaction des neutrons avec la matière, donnez la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) Les neutrons interagissent par choc direct avec les noyaux
- B) Les neutrons sont considérés comme très pénétrants
- C) Dans les milieux riches en hydrogène, le transfert d'énergie est minimal
- D) Les neutrons lents sont absorbés par les noyaux : c'est une capture radiative
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 12 : 0,8 cm de plomb atténue 75 % d'un flux de photons de 511 keV. Quel est, en m^2/kg , le coefficient massique d'atténuation du plomb ?

Données : $\rho_{\text{plomb}} = 11\,350 \text{ kg/m}^3$; $\rho_{\text{fer}} = 7860 \text{ kg/m}^3$.

- A) 0.0186 m^2/kg
- B) 175 m^2/kg
- C) 0.0035 m^2/kg
- D) 0.0154 m^2/kg
- E) 0.0175 m^2/kg

QCM 13 : À propos de la loi d'atténuation des photons dans la matière, donner la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) μ est le coefficient massique d'atténuation
- B) Le coefficient massique d'atténuation dépend de l'énergie des photons et de l'état du milieu
- C) La CDA représente l'épaisseur de matière diminuant le flux de photons d'un facteur 10
- D) L'absorption d'un faisceau de photons est totale au bout de 100 CDA
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 14 : Après excitation de l'atome de Sodium (Z=11) par passage d'un électron de la couche L à la couche M, on peut observer :

Données : $|W_K| = -65,8 \text{ eV}$; $|W_L| = -16,5 \text{ eV}$; $|W_M| = -7,3 \text{ eV}$.

- A) L'émission d'un photon de fluorescence d'énergie $E = 49,3 \text{ eV}$
- B) L'émission d'un photon de fluorescence d'énergie $E = 16,5 \text{ eV}$
- C) L'émission d'un électron Auger d'énergie cinétique $T = 1,9 \text{ eV}$
- D) L'émission d'un électron Auger d'énergie cinétique $T = 51,2 \text{ eV}$
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 15 : Pour se protéger d'un flux de photons de 511 keV, on dispose de béton dont le coefficient linéique d'atténuation est de $0,35 \text{ mm}^{-1}$. Donner la ou les propositions exacte(s) :

- A) 4 mm de béton atténue 25 % du flux de photons
- B) 2 mm de béton laisse passer 50 % du flux de photons
- C) On considère que le nombre de photons restant est négligeable après la traversée de 2 cm de béton
- D) 8 mm de béton laisse passer 12,5 % du flux de photons
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 16 : Parmi les propositions suivantes, donner le (les) rayonnement(s) électromagnétique(s) ionisant(s) :

- A) Les photons γ
- B) Les rayons X
- C) Les protons
- D) Les ondes radiofréquence
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 17 : Dans le modèle de Bohr, les énergies de liaison des électrons de l'atome de plomb ($Z=82$) : $W_K = -88 \text{ keV}$; $W_L = -15 \text{ keV}$; $W_M = -3 \text{ keV}$. Il subit une ionisation par expulsion d'un électron de la couche L. Quel(s) est (sont) le(s) phénomène(s) qu'il sera possible d'observer ?

- A) L'émission d'un photon de fluorescence de 15 keV
- B) L'émission d'un photon de fluorescence de 85 keV
- C) L'émission d'un électron Auger d'énergie cinétique égale à 9 keV
- D) L'émission d'un électron Auger d'énergie cinétique égale à 12 keV
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 18 : Pour se protéger d'un flux de photons de 511 keV, on dispose de verre dont la Couche de Demi-Atténuation (CDA) est de 1,5 cm et d'aluminium dont la CDA est de 3 cm

- A) Le coefficient d'atténuation linéique du verre est inférieure à celle de l'aluminium
- B) 3 cm de verre laissent passer 50% du flux de photons
- C) 3 cm d'aluminium laissent passer 25% du flux de photons
- D) Une atténuation identique du faisceau de photons est obtenue lors de la traversée de 6 cm de verre et de 9 cm d'aluminium
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

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

2018 – 2019 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : D

- A) Faux : il y a ionisation de l'atome
 B) Faux : l'atome possède un excès d'énergie $|W_i|$, donc il n'est plus dans son état fondamental
 C) Faux : l'énergie absorbée n'est PAS quantifiée !
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 2 : C

- A) Faux
 B) Faux
 C) Vrai : si on atténue 87,5% du flux de photons, ça veut dire qu'on laisse passer 12,5 % ($= 1/8 = 1/2^3$) de ce faisceau de photons. $N(k \times \text{CDA}) = N(0) / 2^k \rightarrow N(3 \times \text{CDA}) = 1/2^3$. Or, $3 \times \text{CDA} = 3 \times 3 = 9 \text{ cm}$.
 D) Faux
 E) Faux

QCM 3 : AD

- A) Vrai : si l'atome se désexcite par passage d'un électron de la couche M à la couche K $\rightarrow T = (|W_K| - |W_M|) - |W_M| = (1070 - 10) - 10 = 1050 \text{ eV}$
 B) Faux : on pourrait observer l'émission d'un photon de fluorescence (et non d'un électron Auger !) d'énergie $E = 1060 \text{ eV}$ si un électron passait de la couche M à la couche K
 C) Faux : le photon de fluorescence ne peut pas avoir une énergie supérieure à $|W_K|$, c'est-à-dire à 1070 eV dans ce cas-là
 D) Vrai : ça correspond au passage d'un électron de la couche M à la couche L $\rightarrow E = |W_L| - |W_M| = 40 - 10 = 30 \text{ eV}$
 E) Faux

QCM 4 : D

- A) Faux : seuls les rayons γ , X et une partie de l'UV sont ionisants
 B) Faux : les particules chargées sont effectivement directement ionisantes mais attention à bien lire les parenthèses : les photons X sont des REM, pas des particules chargées !
 C) Faux : cette interaction est dite balistique ou statistique \neq électrostatique
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 5 : C

- A) Faux : il y a un transfert partiel de l'énergie du photon incident
 B) Faux : une partie est déposée dans la matière mais le reste est diffusé
 C) Vrai : les photons X ont une énergie élevée
 D) Faux : c'est la réaction inverse de la création de paire
 E) Faux

QCM 6 : AD

- A) Vrai : cela correspond au passage d'un électron libre sur une case vacante de la couche L
 B) Faux : 0,1913 keV, attention aux unités ++
 C) Faux : l'énergie d'un photon de fluorescence est toujours positive ! On aurait pu observer un photon de fluorescence de 170 eV si passage d'un électron de la couche M à la couche K $\rightarrow E = |W_K| - |W_M| = 191,3 - 21,3 = 170 \text{ eV}$
 D) Vrai : si passage d'un électron de la couche M à la couche L $\rightarrow E = |W_L| - |W_M| = 47,8 - 21,3 = 26,5 \text{ eV}$
 E) Faux

QCM 7 : ABCD

- A) Vrai : ce photon peut ioniser l'atome de sodium sur n'importe quelle couche (car $70 > |W_K| > |W_L| > |W_M|$)
 B) Vrai : ionisation possible de l'atome sur la couche L ou M (car $49,3 > |W_L| > |W_M|$)
 C) Vrai : ionisation possible de l'atome sur la couche M (car $9,2 > |W_M|$)
 D) Vrai : ionisation possible de l'atome sur la couche M (car $13,6 > |W_M|$)
 E) Faux : $6,3 < |W_M|$, donc pas d'ionisation possible

QCM 8 : BC

- A) Faux : c'est un des mécanismes d'interaction des photons (et non des électrons) avec la matière
 B) Vrai
 C) Vrai
 D) Faux : cette probabilité est élevée pour les éléments lourds (avec un Z élevé)
 E) Faux

QCM 9 : A

- A) Vrai : il faut $2 \times \text{CDA} (= 2 \times 1,5 = 3 \text{ cm})$ pour ne laisser passer que 25 % des photons $= 1/4 = 1/2^2$
 B) Faux
 C) Faux
 D) Faux
 E) Faux

QCM 10 : BC

- A) Faux : diffusion de Thomson-Rayleigh \neq matérialisation
 B) Vrai
 C) Vrai
 D) Faux : c'est le phénomène d'annihilation $\text{ça} =$ la réaction inverse de la création de paire
 E) Faux

QCM 11 : ABD

- A) Vrai
 B) Vrai
 C) Faux : le transfert d'énergie est maximal
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 12 : D

- A) Faux
 B) Faux
 C) Faux
 D) Vrai : Dans ce genre de QCM un peu compliqué, il faut y aller par étape \rightarrow on sait que 0,8 cm de plomb laisse passer 25 % du flux de photons, donc on en déduit que $0,8 = 2 \times \text{CDA} \leftrightarrow \text{CDA} = 0,4 \text{ cm} = 0,4 \times 10^{-2} \text{ m}$.
 La formule qui met en relation le coefficient linéique d'atténuation et la CDA est :

$$\text{CDA} = \frac{\ln(2)}{\mu} \leftrightarrow \mu = \frac{\ln(2)}{\text{CDA}} = \frac{0,7}{0,4 \times 10^{-2}} = \frac{7}{4} \times 10^2 = 1,75 \times 10^2 = 175 \text{ m}^{-1}.$$

Ainsi, le coefficient massique d'atténuation vaut : $\frac{\mu}{\rho} = \frac{175}{11\,350} \approx \frac{175}{10\,000} = 175 \times 10^{-4} = 0,0175 \text{ m}^2/\text{kg}$. En divisant par 10 000 au lieu de 11 350 (n'ayez pas peur de faire ce genre de simplification si vous voyez que le calcul est compliqué et que les valeurs proposées dans les items sont assez éloignées 😊), je sais que mon résultat est un peu supérieur à ce que j'aurai dû trouver avec les valeurs exactes. La valeur proposée dans l'item C est beaucoup trop éloignée de ce que l'on a trouvé, donc il nous reste seulement l'item D comme possibilité !

- E) Faux

QCM 13 : E

- A) Faux : c'est le coefficient linéique d'atténuation !
 B) Faux : ce coef ne dépend PAS de l'énergie des photons ni de l'état du milieu
 C) Faux : la CDA diminue d'un facteur 2 le flux de photons
 D) Faux : l'absorption d'un faisceau n'est JAMAIS totale (++)
 E) Vrai

QCM 14 : C

- A) Faux : le seul photon de fluorescence qui pouvait être émis dans ce cas-là a une énergie $E = |W_L| - |W_M| = 16,5 - 7,3 = 9,2 \text{ eV}$ (désexcitation de l'atome par passage d'un électron de la couche M à la couche L)
 B) Faux : cf item A
 C) Vrai : cela correspond au passage d'un électron de la couche M à la couche L, entraînant l'émission d'un photon de fluorescence d'énergie $E = 9,2 \text{ eV}$ et qui va lui-même expulser un électron de la couche M. Cet électron Auger aura une énergie cinétique $T = (|W_L| - |W_M|) - |W_M| = 9,2 - 7,3 = 1,9 \text{ eV}$.
 D) Faux : le seul électron Auger pouvant être émis est celui de l'item C
 E) Faux

QCM 15 : BC

- A) Faux : $CDA = \frac{\ln(2)}{\mu} \approx \frac{0,7}{0,35 \times 35} = 2 \text{ mm}$. Donc 4 mm (= 2 x CDA) atténué 75 % du flux de photons.
- B) Vrai : définition de la CDA
- C) Vrai : 2 cm = 10 x 0,2 mm
- D) Faux : 8 mm = 4 x CDA → cette épaisseur de béton laisse passer $1/2^4 = 6,25 \%$ du flux de photons
- E) Faux

QCM 16 : AB

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Faux : les électrons sont des particules ionisantes, mais ce ne sont pas des rayonnements électromagnétiques !
- D) Faux : les ondes radiofréquence (utilisées en IRM par exemple) sont non-ionisantes ++
- E) Faux

QCM 17 : ACD

- A) Vrai : cela correspond au cas où un électron libre vient combler la case quantique vide sur la couche L : $E = |W_L| = 15 \text{ keV}$
- B) Faux : l'atome ne peut pas se désexciter par passage d'un électron de la couche M à la couche K car la couche K est pleine : $E = |W_K| - |W_M| = 88 - 3 = 85 \text{ keV}$
- C) Vrai : si passage d'un électron de la couche M à la couche L, émettant un photon de fluorescence de 12 keV qui va lui-même expulser un électron de la couche M : $T = (|W_L| - |W_M|) - |W_M| = (15 - 3) - 3 = 12 - 3 = 9 \text{ keV}$
- D) Vrai : cela correspond au cas où le photon de fluorescence de l'item A (d'énergie 15 keV) expulse un électron de la couche M : $T = 15 - |W_M| = 15 - 3 = 12 \text{ keV}$
- E) Faux

QCM 18 : E

- A) Faux : le coefficient linéique d'atténuation est inversement proportionnel à la CDA, donc le coefficient linéique d'atténuation du verre est supérieur à celui de l'aluminium
- B) Faux : 3 cm = 2 x CDA_(verre) → cette épaisseur laisse passer 25% du flux de photons
- C) Faux : 3 cm d'aluminium laissent passer 50% du flux de photons (c'est la définition de la CDA)
- D) Faux : 6 cm de verre (= 4 x CDA) atténuent 93,75% du flux de photons, tandis que 9 cm d'aluminium (= 3 x CDA) atténuent 87,5% de flux de photons
- E) Vrai

3. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Rayons X

2018 – 2019 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : À propos de l'interaction par freinage, donnez la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) C'est un exemple d'interaction entre un photon et un électron
- B) Le transfert d'énergie entre les deux particules est négligeable
- C) En passant à proximité d'un noyau, l'électron subit une accélération centrifuge
- D) La perte d'énergie de l'électron incident dépend de la distance qui le sépare du noyau
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 2 : Calculez l'intensité du courant anodique d'un tube à rayons X comportant une cible en Tungstène ($Z=74$) et soumis à une haute tension de 100 kV. Données : $k = 2,6 \times 10^{-6}$; $K = 1,3 \times 10^{-6}$; $\phi = 4810$ W.
Aides au calcul : $4810 / 13 = 370$; $74 \times 65 = 4810$; $26 \times 185 = 4810$.

- A) 2 mA
- B) 5 mA
- C) 2×10^{-3} A
- D) 10 mA
- E) 200 A

QCM 3 : À propos de la production des rayons X, donnez la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) Dans un tube à rayons X, les électrons sont générés par la cathode et vont en direction de l'anode
- B) Le courant anodique correspond au flux d'électron dans le tube
- C) L'énergie cinétique des électrons du tube (en keV) est numériquement égale à la haute tension (en kV)
- D) L'interaction entre les électrons et la matière va se faire au niveau de la cible (la cathode)
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 4 : À propos du spectre des rayons X, donner la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) La surface sous la courbe représente la puissance consommée
- B) Il n'est pas composé d'un spectre continu
- C) La différence entre le spectre réel et le spectre théorique s'explique par les photons d'énergie élevée qui ne sont pas détectables par les appareils de radiologie du fait de leur longueur d'onde trop faible
- D) Les raies visibles sur le spectre sont dues aux interactions électron-électron, dite interactions par freinage
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 5 : À propos des paramètres du tube à rayons X, donner la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) Si on diminue le kilovoltage, la puissance consommée diminue
- B) Si on augmente le milliampérage, l'énergie maximale des photons augmente
- C) Si on modifie le courant anodique, cela n'aura aucune répercussion sur la position des raies caractéristiques sur le spectre
- D) Si on augmente le kilovoltage, le flux de photons X augmente
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 6 : On considère un tube à RX composé d'une cible en Rhénium ($Z=75$) et ayant une puissance consommée de 84 W. En prenant une cible avec un numéro atomique = $Z_{\text{rhénium}} / 8$ et en conservant les valeurs des autres paramètres, la puissance consommée de ce nouveau tube à RX est de :

- A) 10,5 W
- B) 84 W
- C) 76 W
- D) 105 W
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 7 : Soit un tube à RX composé d'une cible en Molybdène ($Z=42$) et possédant un rendement de 2 %, donner la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) Si on multiplie le flux énergétique par 4, le nouveau rendement du tube sera de 0,5 %
- B) En utilisant une anode de Tungstène ($Z=74$) à la place du Molybdène, on observera une augmentation du rendement
- C) En divisant la haute tension par 2, le rendement sera de 1 %
- D) Une augmentation de la puissance consommée (résultant d'une augmentation de la haute tension) induit une augmentation du rendement
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 8 : À propos de l'interaction des électrons avec la matière :

- A) On observe une interaction coulombienne entre les particules chargées
- B) Les interactions électron-électron sont à l'origine de la composante de raies du spectre des rayons X
- C) Après une interaction par collision, l'électron incident n'interagit pas avec d'autres électrons présents sur son parcours
- D) Dans l'interaction par freinage, le transfert d'énergie de l'électron au noyau est pratiquement nul du fait de la différence des masses
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 9 : Un tube à RX à anode de Tungstène fonctionne sous 3 régimes différents :

1. Tension $U = 60 \text{ kV}$; courant anodique $i = 10 \text{ mA}$
2. Tension $U = 30 \text{ kV}$; courant anodique $i = 5 \text{ mA}$
3. Tension $U = 90 \text{ kV}$; courant anodique $i = 5 \text{ mA}$

- A) L'énergie maximale des photons X du régime 2 est 3 fois plus élevée que celle du régime 3
- B) La puissance rayonnée du régime 1 est 4 fois plus élevée que celle du régime 2
- C) La puissance consommée du régime 3 est 1,5 fois plus élevée que celle du régime 2
- D) Le rendement du tube 1 et 2 sont égaux
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 10 : Pour diviser par 4 la puissance rayonnée d'un tube à RX en modifiant un seul paramètre, on peut :

- A) Prendre une cathode composée d'un matériau ayant un numéro atomique Z 4 fois plus petit
- B) Diviser la haute tension par 2
- C) Diviser le kilovoltage par 4
- D) Utiliser un milliampérage 4 fois plus grand
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Rayons X

2018 – 2019 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : BD

- A) Faux : c'est une interaction entre un électron et le noyau d'un atome
 B) Vrai
 C) Faux : accélération centripète (désolée les gars 😞)
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 2 : B

- A) Faux
 B) Vrai : $\phi = KiZU^2 \leftrightarrow i = \frac{\phi}{kZU^2} = \frac{4810}{1,3 \times 10^{-6} \times 74 \times (100 \times 10^3)^2} = \frac{65 \times 74}{1,3 \times 10^{-6} \times 74 \times 10^{10}} = \frac{65}{1,3 \times 10^4} = \frac{6,5 \times 10}{13 \times 10^3} = \frac{(13/2)}{13} \times 10^{-2}$
 $\leftrightarrow i = 0,5 \times 10^{-2} \text{ A} = 5 \text{ mA}$.
 C) Faux
 D) Faux
 E) Faux

QCM 3 : ABC

- A) Vrai
 B) Vrai
 C) Vrai
 D) Faux : la cible correspond à l'anode
 E) Faux

QCM 4 : E

- A) Faux : elle représente la puissance rayonnée
 B) Faux : spectre RX = spectre continu + spectre de raies
 C) Faux : item wtf → cette différence s'explique par les photons de faible énergie qui sont absorbés par le filtre métallique
 D) Faux : c'est dû aux interactions électron-électron = par collision (lisez bien la phrase jusqu'au bout, ne vous précipitez pas 😞)
 E) Vrai

QCM 5 : ACD

- A) Vrai : $P = U \times i$
 B) Faux : E_{max} ne change pas !
 C) Vrai
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 6 : B

- A) Faux
 B) Vrai : le numéro atomique de la cible n'a aucune influence sur la puissance consommée ! La formule est : $P = U \times i$
 C) Faux
 D) Faux
 E) Faux

QCM 7 : BC

- A) Faux : r (le rendement) est proportionnel à ϕ (le flux énergétique), donc : $\phi \times 4 \rightarrow r \times 4 = 8 \%$
 B) Vrai : r proportionnel à Z
 C) Vrai : r proportionnel à U
 D) Faux : une augmentation de U induit une augmentation du rendement (cf justification de l'item C)
 E) Faux

QCM 8 : ABD

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Faux : si justement, les interactions coulombiennes entre les électrons continuent jusqu'à épuisement de l'énergie cinétique de l'électron incident
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 9 : E

- A) Faux : $E_{\max} = U \rightarrow$ l'énergie maximale des photons X du régime 2 est donc 3 fois plus FAIBLE que celle du régime 3
- B) Faux : le régime 1 (par rapport au régime 2) a une tension 2 fois plus élevée et un courant anodique 2 fois plus élevé également. Or : $\phi = (kZU^2)/2 \rightarrow$ si on multiplie U par 2, on multiplie ϕ par 4 (car on a U^2 dans la formule) ; et si on multiplie i par 2 en plus, on multiplieras ϕ par $4 \times 2 = 8$ en tout
- C) Faux : le régime 3 a une tension 3 fois plus élevée que celle du régime 2. Or : $P = U \times i \rightarrow$ dans le régime 3, P est donc 3 fois plus élevée que dans le régime 2
- D) Faux : $r = KZU$. La valeur de la haute tension est différente dans le régime 1 et dans le régime 2 $\rightarrow r_1 = r_2 \times 2$ (car $U_1 = U_2 \times 2$)
- E) Vrai

QCM 10 : BD

- A) Faux : l'anode (\neq la cathode) est la cible, donc c'est son numéro atomique qu'il aurait fallu diminuer d'un facteur 4
- B) Vrai : la puissance rayonnée (ϕ) est proportionnelle à la haute tension au 2 (U^2) donc si on divise U par 2, on va diviser ϕ par 4
- C) Faux : le kilovoltage correspond à la valeur de la haute tension, donc on revient à la justification de l'item B
- D) Vrai : le milliampérage correspond à la valeur du courant anodique (i). Or, ϕ est proportionnel à i : il aurait donc fallu utiliser un milliampérage 4 fois plus petit pour diviser la puissance rayonnée par 4
- E) Faux

4. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Noyau

2018 – 2019 (Pr. Humbert)

QCM 1 : A propos des nuclides, donner la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Un noyau est composé de A nucléons répartis en Z protons et A + Z neutrons
- B) Le nombre de nucléons A est à l'origine de la classification de Mendeleïev
- C) Le proton est une particule stable à l'état libre
- D) Le neutron est quant à lui instable en dehors du noyau et se transforme spontanément
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 2 : Donnez l'énergie de liaison par nucléon (en keV) de l'Uranium 235 sachant que son défaut de masse est de 1,914579u

- A) 5200
- B) 6300
- C) 7600
- D) 8300
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 3 : A propos du noyau, donner la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) L'énergie de liaison par nucléons intervient dans la stabilité du noyau : le but étant qu'elle soit maximale
- B) Le maximum de l'énergie de liaison par nucléons se situe aux alentours de 11,5 MeV
- C) Le Fer et le Carbone sont les éléments les plus stables
- D) Certains noyaux légers possèdent une E_L/A très supérieur aux noyaux qui les suivent ou précèdent : ce sont des nombres magiques avec Z ou N paires avec des valeurs particulières (2, 8, 20, 50, 82....)
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 4 : A propos des nuclides, donner la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Le ${}^{166}_{68}\text{Er}$ et le ${}^{167}_{68}\text{Er}$ sont des isotopes
- B) Le ${}^{158}_{74}\text{W}$ et le ${}^{139}_{52}\text{Te}$ sont des isotones
- C) Le ${}^{162}_{73}\text{Ta}$ et le ${}^{162}_{69}\text{Tm}$ sont des isobares
- D) Le ${}^{99}_{43}\text{Tc}$ et le ${}^{99m}_{43}\text{Tc}$ sont des isomères
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 5 : A propos du noyau, donner la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) La masse d'un noyau est supérieure à la somme des masses de ses constituants (nucléons)
- B) Le défaut de masse est une perte de masse convertie en énergie
- C) L'énergie de liaison des nucléons d'un noyau est l'énergie qu'il faut apporter pour former ce noyau à partir des nucléons élémentaires
- D) On considère que le défaut de masse de l'atome = défaut de masse du noyau car l'énergie de liaison des électrons est négligeable par rapport à l'énergie de liaison des nucléons
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 6 : A propos de la fusion/fission, donner la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) La fission et la fusion sont à l'origine d'une libération d'énergie
- B) La fusion consiste au regroupement de 2 petits noyaux pour en obtenir un plus gros
- C) La fission quant à elle consiste à « couper » un très gros noyau en 2 noyaux plus petits
- D) La fission d'1g d'uranium 235 génère autant d'énergie que 2 tonnes de pétroles
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 7 : A propos des noyaux ${}^{16}_8\text{O}$, ${}^{15}_7\text{N}$ et ${}^{14}_7\text{N}$, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

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

QCM 8 : Soit l'atome de scandium Sc (Z= 21), de masse 44,955 u.

Quelle est son énergie de liaison par nucléons ? Données : Masses : l'hydrogène = 1.00783 ; du proton = 1.00728 ; du neutron = 1.00866 ; de l'électron = 0.00055.

- A) 6,2 MeV
- B) 3456 keV
- C) 7,3 MeV
- D) 8,4 MeV
- E) 7300 keV

QCM 9 : Quelle est l'énergie de liaison du noyau de sodium Na (Z=11) sachant que sa masse est de 22,989u ? Données : Masses : l'hydrogène = 1.00783 ; du proton = 1.00728 ; du neutron = 1.00866 ; de l'électron = 0.00055

- A) 8,7 MeV
- B) 6,4 MeV
- C) 7,8 MeV
- D) 182,6 MeV
- E) 600 MeV

QCM 10 : A propos des nuclides, donner la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Le neutron possède une demie vie très courte (12min)
- B) Le nombre de masse correspond à la valeur entière la plus proche de la masse de l'atome exprimée en g
- C) Les particules élémentaires sont constituées de nucléons et protons
- D) Hors du noyau, le neutron se transforme selon la réaction suivante : ${}_0^1n \rightarrow {}_1^1p + {}_{-1}^0e + \nu$
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 11 : A propos du facteur de stabilité nucléaire, donner la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Au-delà du calcium, plus de protons sont nécessaires pour assurer la stabilité (dû à l'excès de neutrons qui gêne la cohésion du noyau)
- B) Le Bismuth 209 est un repère de stabilité : au-delà de ces 209 protons il n'y a plus aucune stabilité possible
- C) Les nucléons, ayant un spin de +2/3 ou -1/3 vont avoir tendance à se regrouper par paire avec un nucléon de signe opposé pour un maximum de stabilité
- D) Les noyaux stables sont ceux ayant une masse assez élevée
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 12 : Soit la réaction suivante : ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1n \rightarrow {}_{54}^{140}\text{Xe} + {}_{38}^{93}\text{Sr} + \text{X}$

- A) Cette réaction est une réaction de fusion
- B) Les 2 atomes fils possèdent une masse plus faible
- C) X correspond à 3 neutrons
- D) X correspond à 1 neutron
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 13 : À propos du noyau, donner la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Le noyau possède une densité très élevée ($10^{15}\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$) et un diamètre de 10^{-15}m
- B) Le carbone naturel est un bon exemple « d'abondance isotopique », la presque totalité du carbone retrouvé sur terre est du carbone 14 (${}^{14}_6\text{C}$)
- C) A tout groupe cohérent de particules correspond un défaut de masse qui est lié à l'énergie de liaison de ses particules entre-elles.
- D) La loi de Coulomb explique que l'intensité de la force électrostatique entre deux charges électriques est proportionnelle au produit des deux charges et est inversement proportionnelle au carré de la distance entre les deux charges.
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 14 : À propos de la fusion/fission, donner la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Le proton percutant un gros noyau est à l'origine du phénomène de fission
- B) La fission nucléaire de l'Uranium 235 libère 2 neutrons et 2 noyaux plus petits
- C) A masse égale, la fusion libère plus d'énergie que la fission
- D) Le projet ITER est du domaine de la fusion nucléaire
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 15 : Quelle est l'énergie de liaison (en MeV) des nucléons de l'atome de $^{27}_{13}\text{Al}$ (Aluminium) sachant que sa masse est de 26,9815u ? $m(\text{proton}) = 1,00728\text{u}$; $m(\text{neutron}) = 1,00866\text{u}$; $m(\text{électron}) = 0,00055\text{u}$

- A) 32,8
- B) 97,1
- C) 163,7
- D) 224,9
- E) 571,2

QCM 16 : À propos de la table des nuclides ci-contre, donner la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) $X = {}^{110}_{45}\text{Rh}$
- B) $Y = {}^{108}_{46}\text{Pd}$
- C) $Z = {}^{111}_{44}\text{Ru}$
- D) $Y = {}^{108}_{44}\text{Ru}$
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

Z ↑	${}^{110}_{46}\text{Pd}$	Z	
		X	${}^{111}_{45}\text{Rh}$
	Y	${}^{109}_{44}\text{Ru}$	
	→ N		

QCM 17 : A propos des particules élémentaires, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Les Leptons comprennent les électrons, les neutrinos, les antineutrinos et les bosons
- B) Un Quark up correspond à une charge de $+\frac{1}{3}$
- C) Un proton possède 2 Quarks up et 1 Quark down lui donnant alors une charge élémentaire positive (+1)
- D) Un électron possède 1 Quark down lui donnant alors une charge élémentaire négative (-1)
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 18 : A propos des modèles nucléaires, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Le modèle de la goutte sphérique permet de comprendre les nombres magiques
- B) Le modèle en couche explique la stabilité particulière des noyaux à nombres magiques mais n'explique pas l'existence des niveaux excités
- C) Dans le modèle en couche, les nucléons sont caractérisés par des nombres quantiques
- D) Le modèle en couche explique l'incompressibilité du noyau
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 19 : A propos du Noyau, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Si un atome de Cérium possède 123 protons et qu'un atome de Sérium possède un Z égal à 123, alors ce sont des isotopes
- B) Les noyaux à émetteurs α sont majoritairement situés dans le coin inférieur gauche de la vallée de la stabilité
- C) Pour un atome, l'énergie de liaison des électrons est de l'ordre du keV
- D) La vallée de la stabilité s'élève au-dessus de la première diagonale
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 20 : Quels facteurs sont associés à la stabilité du noyau ?

- A) Energie par nucléon élevée
- B) Noyaux à nombres magiques
- C) Noyaux avec $A > 209$
- D) Noyau issu d'un phénomène de fission
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 21 : A propos du Noyau, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Le défaut de masse est équivalent à une énergie : $E_L = \Delta M c^2$ qui correspond à l'énergie de liaison des nucléons avec E_L en J, ΔM en Kg et la vitesse de la lumière en m/s
- B) L'énergie fournie pour dissocier le noyau se transforme en masse
- C) L'énergie de liaison par nucléon du Nickel 60 est inférieure à celle de l'Uranium 235
- D) Il existe plus de noyaux stables avec Z pair que Z impair
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 22 : A propos du Noyau, donner la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Si un atome possède une masse de 69,278u, alors son nombre de masse A (nombre de nucléons) est de 70
- B) La vallée de la stabilité permet d'observer les noyaux stables mais aussi plusieurs zones de noyaux instables (excès de protons, neutrons, instabilité dynamique)
- C) La force électrostatique entre les protons explique l'excès de neutrons des noyaux lourds stables
- D) Les centrales nucléaires sont un bon exemple de fusion nucléaire
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Noyau**2018 – 2019 (Pr. Humbert)****QCM 1 : CD**

- A) Faux : $A - Z$ neutrons !
- B) Faux : c'est le nombre de protons
- C) Vrai : cours
- D) Vrai : idem
- E) Faux

QCM 2 : C

- A) Faux
- B) Faux
- C) Vrai : On donne le défaut de masse donc on calcule l'énergie de liaison des nucléons : $E_L = \Delta m \times 931,5$
 $E_L = 1,91 \times 931,5 = 1779 \text{ MeV}$; $E_L/A = 1779/235 = 7,6 \text{ MeV} = 7600 \text{ keV}$
 Dans ce type de QCM, regardez brièvement les résultats proposés avant de faire le calcul. Ici, les résultats sont assez proches donc je vous conseille de ne pas arrondir en faisant les calculs. Au CC les profs les mettent assez espacés mais je voulais vous entraîner à poser des multiplications/division précises assez rapidement.
 Vous pouviez quand même faire : $1000 \times 1,9 = 1900$ puis $1900/235 = 8 \text{ MeV} = 8000 \text{ keV}$ puis arrondir en dessous
- D) Faux
- E) Faux

QCM 3 : AD

- A) Vrai : + l' E_L/A est grande + la cohésion est importante
- B) Faux : 8,5 MeV
- C) Faux : Fer et **Nickel**
- D) Vrai : cours
- E) Faux

QCM 4 : ABCD

- A) Vrai : ayez juste à ce QCM svp j'ai perdu 2 dioptries (coucou la physique) à force de chercher dans la table des nucléides
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 5 : BD

- A) Faux : inférieur
- B) Vrai
- C) Faux : L'énergie de liaison des nucléons d'un noyau est l'énergie qu'il faut apporter pour **fragmenter (dissocier)** ce noyau **en** ses nucléons élémentaires ++
- D) Vrai : cours
- E) Faux

QCM 6 : ABCD

- A) Vrai : pour être plus stable
- B) Vrai : cours
- C) Vrai : cours
- D) Vrai : toujours bien de s'en rappeler
- E) Faux

QCM 7 : E

- A) Faux : **isotones**
- B) Faux : cf B
- C) Faux : $^{16}_8\text{O}$ a **8 neutrons** alors que $^{14}_7\text{N}$ a **7 neutrons**
- D) Faux : **isotopes**
- E) Vrai

QCM 8 : DA) FauxB) FauxC) FauxD) Vrai : $\Delta M = (21 \text{ mp} + 24 \text{ mn}) - M(45,21) = (21,147 + 24,216) - (44,955) = \mathbf{0,408}$ Soit $E_L = 0,408 \times 931,5 = \mathbf{380 \text{ MeV}}$ et $E_L/A = 380/45 = \mathbf{8,4 \text{ MeV}}$ E) Faux**QCM 9 : D**A) FauxB) FauxC) FauxD) Vrai : $\Delta M = (11 \text{ mp} + 12 \text{ mn}) - M(23,11) = (11,077 + 12,108) - (22,989) = \mathbf{0,196}$ Soit $E_L = 0,196 \times 931,5 = \mathbf{182,6 \text{ MeV}}$ **Astuce** : on sait que pour un atome avec Z un minimum élevé $E_L/A \approx 8 \text{ MeV}$ donc $E_L = 8 \times A = 8 \times 23 = \mathbf{184 \text{ MeV}}$ E) Faux**QCM 10 : A**A) VraiB) Faux : Le nombre de masse correspond à la valeur entière la plus proche de la masse de l'atome exprimée en uC) Faux : ce sont les nucléons qui sont constitués de particules élémentaires (quarks, leptons, bosons)D) Faux : ${}^1_0n \otimes {}^1_1p + {}^0_{-1}e + \bar{\nu}$; très batarde, attention c'est un antineutrino qui se forme pas un neutrino !!E) Faux**QCM 11 : E (D)**A) Faux : plus de **neutrons** sont nécessaires car l'excès de protons est à l'origine de forces répulsives (2 charges de même signe se repoussent) ce qui entrave la cohésion du noyauB) Faux : ce sont 209 **nucléons** (le Bismuth 209 possède 83 protons)C) Faux : +1/2 ou -1/2 ; attention à ne pas confondre avec les Quarks !!D) Faux : justement, ils ont une masse assez faible mais si on regarde par rapport au graphique de E_L/A c'est vrai donc item ambigu car absence de contexteE) Vrai**QCM 12 : BC**A) Faux : c'est une **fission** on part d'un atome lourd et il se divise en 2 atomes plus petits \neq **fusion** qui part de 2 atomes pour n'en faire qu'unB) Vrai : c'est le but de la réaction justement, obtenir une **masse plus faible** et donc être **plus stable**C) Vrai : ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0n \rightarrow {}^{140}_{54}\text{Xe} + {}^{93}_{38}\text{Sr} + 3{}^1_0n$ on doit avoir une conservation du nombre de masse (A) et de la charge : à gauche de la réaction on a $235 + 1 = \mathbf{236}$ nucléons et à droite $140 + 93 = \mathbf{233}$ nucléons. La réaction libère donc **3 neutrons**.D) Faux : voir CE) Faux**QCM 13 : ACD**A) VraiB) Faux : c'est du **carbone 12 à 98,89%**, il n'y a que **des traces** de carbone 14C) Vrai : texto diapo HumbertD) Vrai : texto diapo HumbertE) Faux**QCM 14 : CD**A) Faux : **un neutron**B) Faux : **3 neutrons**C) Vrai : **12 tonnes** de pétrole pour la fusion contre **2 tonnes** pour la fission dans l'exemple de l'hydrogène/uraniumD) Vrai : ehhhh oui c'est vrai les enfants, « ITER est un projet de réacteur de recherche civil à **fusion nucléaire** situé à Cadarache (wikipédia) » ; en vrai c'est dans la dernière image du cours y'a plusieurs exemplesE) Faux

QCM 15 : DA) FauxB) FauxC) FauxD) Vrai : $\Delta m = (13m_p + 14m_n + 13m_e) - m({}_{13}^{27}\text{Al}) = (13 \times 1,00728) + (14 \times 0,00055) + (14 \times 1,00866) - (26,9815)$ $\Delta m = (13,095 + 14,1212 + 0,00715) - (26,9815)$ $\Delta m = 27,223 - 26,9815$ $\Delta m = 0,24145u$; $E_L = 931,5 \times 0,24145 = \mathbf{224,9 \text{ MeV}}$ Autre méthode : E_L/A égal à peu près 8 MeV pour les atomes un minimum lourds donc $E_L = 8 \times 27 = \mathbf{216}$ donc

réponse D

E) Faux**QCM 16 : AD**A) VraiB) Faux : ${}_{44}^{108}\text{Ru}$ C) Faux : ${}_{46}^{111}\text{Pd}$ D) VraiE) Faux**QCM 17 : C**A) Faux : pas les bosons (qui sont des particules d'interaction)B) Faux : quark up = + 2/3 et quark down = - 1/3C) Vrai : $2/3 + 2/3 - 1/3 = 3/3 = 1$ D) Faux : invention complètement WTF les gars, faites-vous confiance. Pas de quarks pour les électronsE) Faux**QCM 18 : C**A) Faux : elle ne le permet pas justementB) Faux : elle explique l'existence des niveaux excitésC) VraiD) Faux : c'est le modèle de la **goutte sphérique**E) Faux**QCM 19 : CD**A) Faux : les isotopes correspondent au même élément chimique attention !B) Faux : dans le coin supérieur droit, ce sont des noyaux lourdsC) Vrai : cf réponse du prof + diapoD) Vrai : dû à l'excès de neutronsE) Faux**QCM 20 : ABD**A) Vrai : plus elle est élevée plus le noyau est stable +B) Vrai : particulièrement stablesC) Faux : plus aucune stabilité au-dessus de $A = 209$ D) Vrai : noyau issu de la fission/fusion est plus stable grâce à la libération d'énergieE) Faux**QCM 21 : ABD**A) VraiB) VraiC) Faux : le Nickel 60 présente l'énergie de liaison par nucléon la plus élevéeD) Vrai : principe de parité des nucléons, si Z et N sont **pairs** l'atome sera **très stable**E) Faux

QCM 22 : BC

A) Faux : **69** car on arrondit à l'entier le plus proche !

B) Vrai

C) Vrai : **charges + des protons se repoussent** donc les neutrons **comblent** le vide créé ;

Précision du professeur Humbert : la force forte de liaison entre nucléons "compense" ainsi la force répulsive électrostatique

D) Faux : **fission** nucléaire

E) Faux

5. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Transformations radioactives

2018 – 2019 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : Lors d'une transformation radioactive :

- A) Un noyau père stable se désintègre en un noyau fils
- B) On observe une perte de masse
- C) Il y a conservation du nombre de nucléons (Z) et du nombre de charges (A)
- D) La masse totale ne se conserve pas
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 2 : L'Ytterbium 70 ($^{150}_{70}\text{Yb}$) se transforme en Lutecium 71 ($^{150}_{71}\text{Lu}$) :

- A) Il s'agit d'une transformation isobarique
- B) C'est une désintégration β^-
- C) Un antineutrino est émis
- D) On observe un spectre continu
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 3 : À propos de la conversion interne, donner la ou les propositions exacte(s) :

- A) Il y a un spectre de raies d'origine nucléaire
- B) Un électron du cortège est capturé par le noyau
- C) L'élément fils est différent du noyau père
- D) Un neutrino est émis
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 4 : À propos des transformations radioactives, donner la ou les propositions exacte(s) :

- A) Au cours d'une transformation, le gain de masse correspond à une diminution de l'énergie de liaison
- B) Il existe des noyaux radioactifs artificiels
- C) Il existe 3 types de désintégrations radioactives : l'émission γ , les transformations isobariques et les transformations isomériques
- D) Les noyaux les plus stables sont ceux qui ont la masse la plus faible
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 5 : À propos des transformations isobariques, donner la ou les propositions exacte(s) :

- A) La répartition neutrons / protons ne change pas
- B) Il existe exactement 2 types de transformations isobariques : la désintégration β^- et l'émission β^+
- C) Le noyau fils a le même nombre de nucléons que le noyau père
- D) Le spectre énergétique de ces transformations est toujours continu
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 6 : À propos de la désintégration β^- , donner la ou les propositions exacte(s) :

- A) Elle concerne les noyaux ayant un excès de protons
- B) Le neutrino émis a une masse très faible
- C) Le spectre énergétique réel présente un décalage vers la gauche par rapport au spectre énergétique théorique
- D) Le parcours du négaton émis est court et rectiligne
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 7 : Le Strontium 90 ($^{90}_{38}\text{Sr}$) se transforme en Yttrium 90 ($^{90}_{39}\text{Y}$) :

Données : M (90;38) = 89,9077 u ; M (90;39) = 88,9058 u ; $m_e = 0.00055$ u.

- A) Le défaut de masse vaut : $\Delta M = 1.0008$ u
- B) Seule la particule β^- est détectable
- C) C'est une désintégration isobarique
- D) Le spectre énergétique de cette réaction est un spectre continu
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 8 : Le Samarium-62 ($^{150}_{62}\text{Sm}$) se transforme en Europium-63 ($^{150}_{63}\text{Os}$). Données : $M(150 ; 62) = 151,2134 \text{ u}$; $M(150 ; 63) = 151,2120 \text{ u}$. Cette transformation peut être due à une :

- A) Transformation β^+
- B) Transformation β^-
- C) Capture électronique
- D) Conversion interne
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 9 : Le $^{197}_{79}\text{Au}$ se transforme en $^{197}_{78}\text{Pt}$. Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?
Données : $M(197 ; 78) = 196,966 \text{ u}$; $M(197 ; 79) = 196,967 \text{ u}$.

- A) Une émission β^- est possible
- B) Une émission β^+ est possible
- C) Une capture électronique est possible
- D) L'énergie maximale de la particule émise vaut : 931,5 MeV
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 10 : Soit la transformation : $^{251}_{98}\text{Cf} \rightarrow ^{247}_{96}\text{Cm} + ^4_2\text{He}$. Quelle est l'énergie libérée durant cette transformation ?

Données : $M(251 ; 98) = 251,1415 \text{ u}$; $M(247 ; 96) = 247,0704 \text{ u}$; $M(4;2) = 4,0026 \text{ u}$

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

QCM 11 : À propos de la radioactivité α , donner la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) Cette transformation concerne les noyaux lourds (avec plus de 200 nucléons)
- B) Le noyau d'hélium est très stable : son énergie de liaison par nucléon est de 6 MeV/nucléon
- C) La particule α emporte presque toute l'énergie libérée
- D) On observe un spectre de raie
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 12 : À propos de la radioactivité γ , donner la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) Le photon γ émis n'est pas d'origine nucléaire
- B) On observe un spectre électronique comportant 1 ou plusieurs raies
- C) L'énergie disponible se répartit équitablement entre le photon γ formé et le noyau fils
- D) Les photons γ ont une interaction obligatoire avec la matière
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 13 : Soit la suite de désintégrations radioactives suivante : $X \rightarrow Y \rightarrow ^{224}_{88}\text{Ra}$. Le noyau X se transforme en un noyau Y par une désintégration β^- . Puis, le noyau Y se transforme à son tour en Radium 224 par le biais d'une émission α . Donnez la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) $X = ^{220}_{87}\text{Ac}$
- B) $X = ^{228}_{89}\text{Ac}$
- C) $Y = ^{220}_{86}\text{Rn}$
- D) $Y = ^{226}_{92}\text{Th}$
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 14 : À propos des transformations isomériques, donner la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) Les isomères sont des nucléides ayant le même nombre de neutrons
- B) La période radioactive d'un noyau à l'état excité est plus courte que la période radioactive d'un noyau à l'état fondamental
- C) Le noyau fils et le noyau père correspondent au même élément chimique
- D) La radioactivité γ et la Conversion Interne sont 2 types de transformations isomériques
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 15 : À propos de la notion de famille radioactive, donner la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) Il existe 4 familles radioactives
- B) Tous les types de transformations radioactives peuvent avoir lieu
- C) Au sein d'une même famille, le nombre de masse A varie de 2 en 2
- D) Cette notion concerne seulement les noyaux radioactifs naturels
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 16 : Soit la désintégration suivante : ${}_{84}^{218}\text{Po} \rightarrow {}_{82}^{214}\text{Pb} + \frac{4}{2}\alpha$. L'énergie libérée par cette réaction est : $E_d = 6,1479 \text{ MeV}$. Calculez la différence de masse entre le Polonium 218 et le Plomb 214, en sachant que $M(4;2) = 4,0026 \text{ u}$.

- A) 4,0092 u
- B) 0,0066 u
- C) 4,0087 u
- D) 4,1087 u
- E) 0,0098 u

QCM 17 : Quelle est l'énergie de liaison des nucléons de l'atome de ${}_{58}^{146}\text{Ce}$ (Cérium) sachant que sa masse est de $145,9188 \text{ u}$? $m(\text{proton}) = 1,00728 \text{ u}$; $m(\text{neutron}) = 1,00866 \text{ u}$; $m(\text{électron}) = 0,00055 \text{ u}$

- A) 827 MeV
- B) 1208 MeV
- C) 1564 MeV
- D) $827 \times 10^3 \text{ keV}$
- E) 8,3 MeV

QCM 18 : À propos de la Conversion Interne, donner la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) L'excès d'énergie du noyau est libéré par le biais d'un photon de fluorescence
- B) Suite à cette transformation radioactive, l'atome va se réarranger
- C) Nous pouvons observer un spectre d'origine atomique
- D) L'énergie disponible se répartit entre l'énergie de liaison de l'électron et l'énergie cinétique de l'électron expulsé
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 19 : Le Plomb 211 (${}_{82}^{211}\text{Pb}$) se transforme en Bismuth 211 (${}_{83}^{211}\text{Bi}$). Donner la ou les proposition(s) exacte(s) :

Données : $M(211;83) = 210,9873 \text{ u}$; $M(211;82) = 210,9887 \text{ u}$; $m_e = 0,00055 \text{ u}$

- A) Il s'agit d'une désintégration β^-
- B) $\Delta M = 0,0003 \text{ u}$
- C) Le spectre réel de cette réaction présente un décalage vers la gauche
- D) L'énergie maximale de la particule β^+ émise est un peu inférieure à 1,4 MeV
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 20 : À propos des applications biomédicales, donner la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) En cas d'exposition externe, les particules α ne présentent aucun danger pour l'être humain
- B) Pour détecter les cellules cancéreuses, on utilise du Fluoro-Deoxy-Glucose (FDG) qui va subir une désintégration β^+
- C) L'Iode 131 est utilisé pour traiter le cancer de la thyroïde
- D) Le Technétium 99 métastable permet de visualiser les voies biologiques du corps humain
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 21 : À propos des transformations radioactives, donner la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) Les noyaux ayant un excès de protons peuvent gagner en stabilité grâce à une désintégration β^+ ou une capture électronique
- B) La particule α provoque des effets biologiques importants dans le cas d'une exposition interne
- C) Les transformation isomériques ne peuvent pas succéder à des transformations isobariques
- D) En fin de parcours, la particule β^- va entraîner une réaction d'annihilation avec un électron
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 22 : Le Thorium se désintègre en Radon selon la réaction suivante : ${}_{90}^{230}\text{Th} \rightarrow {}_{88}^{226}\text{Ra} + \frac{4}{2}\alpha$. Quelle est, en MeV, l'énergie de la particule α émise ?

Données : $M(230;90) = 230,0331 \text{ u}$; $M(226;88) = 226,0254 \text{ u}$; $M(4;2) = 4,0026 \text{ u}$.

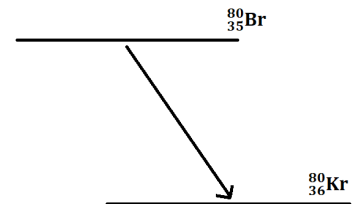
- A) 4,8 MeV
- B) 5,1 MeV
- C) 3,9 MeV
- D) 6,3 MeV
- E) 4 MeV

QCM 23 : À propos de la désintégration β^+ , donner la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) Un proton se transforme en un neutron par inversion d'un quark up en un quark down
- B) La réaction de désintégration est de la forme : ${}_{Z}^AX + {}_{-1}^0e \rightarrow {}_{Z-1}^AY + {}_0^0\nu$
- C) La réaction a lieu uniquement si $E_d < 1,022 \text{ MeV}$
- D) En fin de parcours, le négaton émis suite à la désintégration va participer à une réaction d'annihilation
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 24 : Le Brome ${}_{35}^{80}\text{Br}$ se désintègre en Krypton ${}_{36}^{80}\text{Kr}$. Le schéma de désintégration de cette réaction est représenté ci-contre. À propos de cette transformation, donner la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) Une particule β^- et un antineutrino sont émis
- B) L'électron émis a un parcours non-rectiligne car ils provoquent de nombreuses ionisations lors de son parcours dans la matière
- C) Suite à cette réaction, le Krypton ne subira pas de transformation isomérique
- D) On observe un spectre continu
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses



QCM 25 : Le Molybdène ${}_{42}^{99}\text{Mo}$ se désintègre en Technétium métastable ${}_{43}^{99m}\text{Tc}$ par émission β^- . L'énergie maximale de la particule β^- émise vaut $E = 1,216 \text{ MeV}$. Le Technétium métastable ${}_{43}^{99m}\text{Tc}$ va ensuite se transformer en Technétium ${}_{43}^{99}\text{Tc}$, émettant un photon γ d'énergie $E = 141 \text{ keV}$. Quelle est la masse du Technétium 99 métastable ?

Données : $M(99 ;42) = 98,9077 \text{ u}$; $M(99 ;43) = 98,9064 \text{ u}$.

- A) 99,5632 u
- B) 98,9268 u
- C) 98,9062 u
- D) 98,9066 u
- E) 98,9081 u

Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Transformations radioactives**2018 – 2019 (Pr. Darcourt)****QCM 1 : BD**

- A) Faux : un noyau père INstable se transforme en un noyau fils de moindre masse, donc plus stable
B) Vrai
C) Faux : A = nombre de nucléons, et Z = nombre de charges. Attention aux parenthèses !
D) Vrai ++
E) Faux

QCM 2 : ABCD

- A) Vrai
B) Vrai : on passe de Z à $Z+1$
C) Vrai
D) Vrai
E) Faux

QCM 3 : E

- A) Faux : pas de spectre nucléaire +++
B) Faux : c'est dans la capture électronique ça, ne confondez pas les 2
C) Faux : c'est une transformation isomérique, donc l'élément fils et l'élément père sont identiques car Z ne change pas
D) Faux : c'est dans la capture électronique qu'un neutrino est émis
E) Vrai

QCM 4 : BD

- A) Faux : il y a une PERTE de masse (++) , correspondant à une augmentation de l'énergie de liaison
B) Vrai
C) Faux : les 3 types de transformations radioactives sont : l'émission α , les transformations isomériques et isobariques (l'émission γ fait partie des transformations isomériques)
D) Vrai
E) Faux

QCM 5 : C

- A) Faux : elle change justement !
B) Faux : il y en a 3 : les désintégrations β^- et β^+ , ainsi que la capture électronique
C) Vrai
D) Faux : le spectre de la CE est un spectre de raies
E) Faux

QCM 6 : C

- A) Faux : excès de neutrons
B) Faux : c'est un anti-neutrino qui est émis
C) Vrai
D) Faux : parcours court et NON-rectiligne
E) Faux

QCM 7 : BCD

- A) Faux : $\Delta M = 89,9077 - 88,9058 = 1,0019 \text{ u}$
B) Vrai
C) Vrai
D) Vrai
E) Faux

QCM 8 : B

- A) Faux : on passe de Z (pour le noyau père) à Z+1 protons (pour le noyau fils)
 B) Vrai
 C) Faux : cf item A
 D) Faux : dans une transformation isomérique (comme la conversion interne) Z ne change pas, ce qui n'est pas le cas ici
 E) Faux

QCM 9 : C

- A) Faux : on passe de Z à Z-1, donc à priori on pourrait hésiter entre une émission β^+ et une capture électronique
 B) Faux : $\Delta M = 196,966 - 196,967 = 0,001 \text{ u} < 0,0011 \text{ u}$, donc seul la CE est envisageable
 C) Vrai : cf item B
 D) Faux : $E_d = 931,5/1000 = 0,9315 \text{ MeV} = 931,5 \text{ keV}$ (attention aux unités !)
 E) Faux

QCM 10 : C

- A) Faux
 B) Faux
 C) Vrai : $\Delta M = 251,1415 - 247,0704 - 4,0026 = 0,0685 \text{ u}$, donc on a : $E_d < 68,5 \text{ MeV}$. Petite astuce pour trouver E_d dans ce genre de QCM : multipliez directement ΔM par 1000, puis choisissez la valeur un peu inférieure à ce que vous avez trouvé (le prof vous propose en général des valeurs assez éloignées dans les items, ne vous inquiétez pas)
 D) Faux
 E) Faux

QCM 11 : ACD

- A) Vrai
 B) Faux : $E_L/A = 7 \text{ MeV/nucléon}$ pour le noyau d'hélium
 C) Vrai
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 12 : E

- A) Faux : si justement, il est d'origine nucléaire ++
 B) Faux : spectre électromagnétique \neq électronique
 C) Faux : c'est le photon γ qui emporte presque toute l'énergie
 D) Faux : interaction non-obligatoire
 E) Vrai

QCM 13 : B

- A) Faux
 B) Vrai : Il faut faire le raisonnement à l'envers de ce que vous avez l'habitude de faire : pour passer de l'atome Y au Radium, on a une émission α . Ainsi, en notant A le nombre de nucléons du noyau Y et Z son nombre de protons, le Radium a : A-4 (= 224 d'après l'énoncé) nucléons et Z-2 (= 88) protons $\rightarrow A = 224 + 4 = 228$; et $Z = 88 + 2 = 90$. L'élément correspondant à Y est le Thorium 228, noté : ${}_{90}^{228}\text{Th}$.
 Puis, le noyau X se transforme en $Y = {}_{90}^{228}\text{Th}$ par une émission β^- . Par rapport à X, le Thorium possède le même nombre de nucléons ($A = 228$) et Z+1 protons (= 90) $\rightarrow Z = 90 - 1 = 89$. Ainsi : $X = {}_{89}^{228}\text{Ac}$.
 C) Faux
 D) Faux
 E) Faux

QCM 14 : ACD

- A) Vrai
 B) Faux : on ne peut pas parler de période radioactive à l'état fondamental car le noyau est stable, donc il n'a pas besoin de subir une désintégration radioactive
 C) Vrai
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 15 : D

- A) Faux : il en existe 3
 B) Faux : seules les émissions α , β^+ et γ peuvent survenir
 C) Faux : A varie de 4 en 4 ou ne change pas
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 16 : A

- A) Vrai : L'énergie libérée par la réaction est : $E_d = \Delta M \times 931,5 \approx [M(218;84) - M(214;82) - M(4;2)] \times 1000$
 $\leftrightarrow M(218;84) - M(214;82) = \frac{E_d}{1000} + M(4;2) \approx \frac{6,15}{1000} + 4,0026 = 0,00615 + 4,0026 = 4,00875 \text{ u}$. En arrondissant 931,5 par 1000, on a un peu sous-estimé le résultat donc la valeur exacte sera un peu supérieure à 4,00875 u. La valeur proposée dans l'item D est trop différente de ce qu'on a trouvé, donc la seule proposition valable est celle de l'item A.
 B) Faux
 C) Faux
 D) Faux
 E) Faux

QCM 17 : B

- A) Faux
 B) Vrai : $\Delta m = (58m_p + 88m_n + 58m_e) - m(^{146}_{58}\text{Ce}) = (58 \times 1,00728) + (88 \times 0,00055) + (88 \times 1,00866) - (145,9188)$
 $\Delta m = (58,422 + 0,0319 + 88,762) - (145,9188)$
 $\Delta m = 147,216 - 145,9188$
 $\Delta m = 1,297 \text{ u}$;
 $E_L = 931,5 \times 1,297 = 1208 \text{ MeV}$
 C) Faux
 D) Faux
 E) Faux

QCM 18 : BCD

- A) Faux : n'importe quoi : p , l'énergie en excès est conférée à un électron de l'atome
 B) Vrai
 C) Vrai
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 19 : AC

- A) Vrai
 B) Faux : $\Delta M = 210,9887 - 210,9873 = 0,0014 \text{ u}$
 C) Vrai
 D) Faux : c'est l'énergie maximale de la particule β^- qui est un peu inférieure à 1,4 MeV (= $\Delta M \times 1000$)
 E) Faux

QCM 20 : ABCD

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

QCM 21 : AB

- A) Vrai
 B) Vrai
 C) Faux : elles ne peuvent pas succéder à n'importe quel type de désintégration radioactive à l'issue de laquelle le noyau fils est excité ou métastable
 D) Faux : ça concerne la particule β^+
 E) Faux

QCM 22 : A

A) Vrai : c'est une désintégration α , donc le défaut de masse vaut : $\Delta M = M(230;90) - M(226;88) - M(4;2) = 230,0331 - 226,0254 - 4,0026 = 0,0051$ u. L'énergie disponible est : $E_d \approx \Delta M \times 1000 = 0,0051 \times 1000 = 5,1$ MeV. En multipliant ΔM par 1000 au lieu de 931,5, on a un peu surestimé le résultat, donc on va chercher un item avec une valeur un peu inférieure à ce que l'on a trouvé \rightarrow la valeur la plus proche de 5,1 MeV est celle proposée dans l'item A ! (J'espère que vous n'avez pas répondu B à ce QCM, ça fait 3 fois que je vous fais ce piège les gars :/)

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

QCM 23 : A

- A) Vrai
- B) Faux : elle est de la forme : ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z-1}Y + {}^0_{+1}\beta + {}^0_0\nu$
- C) Faux : elle a lieu seulement si $E_d > 1,022$ MeV (+++)
- D) Faux : c'est le positon émis (pas de négaton émis dans la désintégration β^+)
- E) Faux

QCM 24 : ABCD

- A) Vrai : on passe d'un noyau père à Z protons à un noyau fils à Z+1 protons, donc c'est une désintégration β^-
- B) Vrai
- C) Vrai : il est dans son état fondamental
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 25 : D

- A) Faux
- B) Faux
- C) Faux
- D) Vrai : dans la première transformation radioactive (qui est une émission β^-), le Technétium 99 métastable correspond au noyau fils, tandis que dans la deuxième désintégration (émission γ) le ${}^{99m}\text{Tc}$ est le noyau père de la réaction. Dans une transformation radioactive, on sait que la masse du noyau père est toujours supérieure à celle du noyau fils. Ainsi, la masse du Technétium 99 métastable est supérieure à celle du Technétium 99 stable mais elle est inférieure à la masse du Molybdène 99. La seule valeur possible (c'est-à-dire qui est entre 98,9064 u et 98,9077 u) est donc celle proposée dans l'item D (98,9066 u)
- E) Faux

6. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Lois cinétiques**2018 – 2019 (Pr. Darcourt)****QCM 1 : A propos des généralités sur les lois cinétiques, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :**

- A) La constante radioactive λ est la probabilité pour qu'un nuclide subisse une transformation radioactive pendant l'intervalle d'observation : elle ne dépend pas des conditions physiques ou chimiques
- B) La période radioactive T est le temps au bout duquel l'effectif de la population de radionucléides est réduite de moitié
- C) La période radioactive et la constante radioactive sont directement proportionnelles entre elles
- D) L'activité A correspond au nombre moyen de désintégrations radioactives par unité de temps
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 2 : Un patient vient vous voir à l'hôpital pour réaliser une scintigraphie thyroïdienne. Vous lui injectez l'équivalent de $81\mu\text{Ci}$ d'iode-123 ($T=13\text{h}$). Donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) La période radioactive de l'iode 123 est de 6,5h
- B) L'activité correspondante vaut $3 \cdot 10^6$ Bq
- C) La constante radioactive est égale à $1,5 \cdot 10^{-5}$ s
- D) Le nombre d'atomes d'iodes injectés est de $4 \cdot 10^6$
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 3 : A propos des lois cinétiques, donner la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Au bout de 8 périodes on considère qu'un radionucléide a quasiment disparu
- B) Pour calculer l'activité d'un radionucléide qui se désintègre dans le corps, on prendra uniquement en compte la période biologique
- C) Dans le cas de la formation d'un nucléide stable, l'atome fils possède une activité croissante
- D) Le cas particulier de l'équilibre de régime est remarquable lorsque la constante radioactive du père est largement supérieure au fils
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 4 : Le Professeur Humbert reçoit dans son labo un flacon de $^{99\text{m}}\text{Tc}$ le jeudi à 14h. Son activité est de 400 MBq. Le lendemain à 20h, après utilisation, son activité n'est plus que de 12,5 MBq. Quelle est la période de $^{99\text{m}}\text{Tc}$?

- A) 2j
- B) 3h
- C) 5h
- D) 6h
- E) 12h

Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Lois cinétiques**2018 – 2019 (Pr. Darcourt)****QCM 1 : ABD**

- A) Vrai : diapo p5/6
 B) Vrai : diapo p10
 C) Faux : **inversement** proportionnelles ! diapo p11
 D) Vrai : diapo p16
 E) Faux

QCM 2 : BC

- A) Faux : la période radioactive correspond à T donc **13h**
 B) Vrai : 1 Ci = $3,7 \cdot 10^{10}$ Bq et $81 \mu\text{Ci} = 81 \cdot 10^{-6} \text{Ci}$ donc $A = 81 \cdot 10^{-6} \times 3,7 \cdot 10^{10} = 300 \cdot 10^4 = \mathbf{3 \cdot 10^6 \text{ Bq}}$
 C) Vrai : $\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0,7}{13 \times 3600} = \frac{0,7}{46800} = \frac{700 \cdot 10^{-3}}{468 \cdot 10^2} = \mathbf{1,5 \cdot 10^{-5} \text{ s}}$
 D) Faux : $N = A/\lambda$ donc $N = \frac{3 \cdot 10^6}{1,5 \cdot 10^{-5}} = \mathbf{2 \cdot 10^{11}}$ atomes injectés
 E) Faux

QCM 3 : E

- A) Faux : **10** périodes !
 B) Faux : période biologique + période radioactive = période **effective** ++
 C) Faux : le nombre d'atome fils N_2 augmente mais comme il est stable il ne possède **pas d'activité** ++
 D) Faux : lorsque la **période du père** est largement **supérieur** au **fils** donc sa **constante radioactive** est largement **inférieur** au **fils** !
 E) Vrai

QCM 4 : D

- A) Faux
 B) Faux
 C) Faux
 D) Vrai : On calcule déjà l'intervalle de temps : ici il est de **30h**. Ensuite on calcule le **nombre de périodes T** permettant de passer de **400 à 12,5 MBq** sachant qu'à chaque nouvelle période l'activité est divisée par 2 .
 $400/2 = 200$; $200/2 = 100$; $100/2 = 50$; $50/2 = 25$; $25/2 = \mathbf{12,5}$. On remarque qu'il y a eu donc **5 périodes T**.
5 périodes = 30h donc **1 période = $30/5 = 6\text{h}$**
 E) Faux

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

2018 – 2019 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : A propos des grandeurs et unités en Dosimétrie, donnez la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) L'irradiation reçue décroît comme le carré de la distance à la source
- B) La dose absorbée D s'exprime en Grays et caractérise l'énergie déposée dans un échantillon de matière sphérique
- C) Le transfert d'énergie linéique dépendant de la densité d'ionisations est directement relié à la probabilité d'effets biologiques
- D) La dose efficace dépend du facteur de dangerosité W_R mais ne dépend pas de la sensibilité des tissus
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 2 : A propos de l'accident nucléaire de Tchernobyl de 1986 donnez la (les) proposition(s) vraie(s) : (nn je déconne donnez juste les vraies XD)

- A) La loi de Bergonié et Tribondeau énonce que la radiosensibilité des cellules augmente avec leur capacité de division mais diminue avec leur capacité de différenciation
- B) Il existe des effets directs (30%) et indirects (70%) sur l'ADN pouvant causer des dommages chromosomiques ou des altérations de base
- C) Les effets déterministes démarrent à partir d'une dose seuil et présentent une courbe plutôt sigmoïde tandis que les effets stochastiques sont linéairement proportionnels à la dose
- D) Un patient arrive à l'hôpital suite à un accident nucléaire. Vous remarquez que sa thyroïde a absorbé de l'iode ^{131}I radioactif (émetteur β^-). Vous lui donnez donc des pastilles d'iode stable afin de saturer la thyroïde et éviter l'absorption supplémentaire d'iode radioactif
- E) Tu as eu très peur en voyant l'énoncé, ton cœur a commencé à s'emballer et des visions d'horreur de l'année dernière ont ressurgi (comptez **FAUX**)

QCM 3 : A propos des grandeurs et unités en Dosimétrie, donner la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Des effets biologiques sont remarquables lorsque E est supérieur à $21,76 \times 10^{-19} \text{ J}$
- B) Le TEL de la particule alpha est inférieur au TEL des rayons X
- C) Si le facteur de dangerosité est égal à 1, alors la dose absorbée est égale à la dose équivalente
- D) Si le facteur de sensibilité des tissus est égal à 1, alors la dose équivalente est égale à la dose efficace
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 4 : A propos de la Radioprotection et radiobiologie, donner la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) L'ADN ne peut être altéré que par des rayonnements ionisants
- B) Les effets déterministes sont sensibles aux faibles doses
- C) La distance, le temps et les écrans sont les 3 règles de base à respecter pour lutter contre l'exposition externe
- D) La radiothérapie utilise des doses comprises entre 1 et 10 mSv
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 5 : A propos de l'exposition aux rayonnements ionisants, donner la (les) proposition(s) vraie(s) :

- A) Le radon ^{222}Rn est le principal radioélément provenant de l'écorce terrestre
- B) L'origine artificielle principale de l'exposition est due aux essais militaires et nucléaires civils
- C) En dessous d'une dose efficace de 100 mGy, il n'existe aucune conséquence et aucun symptôme pour la santé
- D) La dose repère est de 2,4 mSv/an et correspond à l'irradiation d'origine artificielle
- E) Les propositions A, B, C, D sont fausses

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

- A) La radiolyse de l'eau permet de produire un radical hydroxyle avec des propriétés très oxydantes
- B) Les ERO provoquent plus de dégâts que les peroxydes à cause de leur durée de vie plus longue
- C) Une cellule mutée suite à une irradiation peut échapper aux mécanismes de défenses, proliférer et possiblement évoluer en cellule cancéreuse
- D) Il n'existe pas de limitation de dose pour un patient soumis à des RI, cependant il est nécessaire de justifier l'examen et d'optimiser la dose
- E) Les propositions A, B, C, D sont fausses

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

2018 – 2019 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : ABC

- A) Vrai : d^2 au **dénominateur** dans la formule de l'éclairement énergétique
- B) Vrai : définition même
- C) Vrai
- D) Faux : $E = D \times W_R \times W_T$
- E) Faux

QCM 2 : ABCD

- A) Vrai : cours
- B) Vrai : cours
- C) Vrai définition même
- D) Vrai : c'est le plan à adopter en cas d'absorption d'iode radioactif
- E) Faux : ☺

QCM 3 : ACD

- A) Vrai : correspond à E supérieur à 13,6 eV
- B) Faux : supérieur
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 4 : C

- A) Faux : rayons UV, tabac, pollution...
- B) Faux : **fortes** doses !
- C) Vrai
- D) Faux : 1 à 10 mSv c'est pour un examen diagnostique irradiant, pour la **radiothérapie** c'est entre 60 et 80 mSv
- E) Faux

QCM 5 : A

- A) Vrai : il participe à l'irradiation d'origine naturelle (tellurique)
- B) Faux : **médicale** (traitements, diagnostiques)
- C) Faux : 100 **mSv**
- D) Faux : d'origine **naturelle**
- E) Faux

QCM 6 : ABCD

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Vrai : **+++**
- E) Faux

8. Résonance magnétique nucléaire (RMN)

2018 – 2019 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : À propos du phénomène de RMN :

- A) Le niveau physique étudié est celui de l'atome
- B) Toute particule chargée et en mouvement génère un moment cinétique qui la rend sensible à un champ magnétique
- C) Le mouvement de rotation des nucléons sur eux-mêmes est à l'origine d'un moment magnétique
- D) Le spin peut avoir 2 directions mais 1 seul sens
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 2 : À propos du phénomène de RMN :

- A) Les nucléons (proton et neutron) sont chargés et en mouvement, ce qui fait qu'ils possèdent un moment magnétique non nul
- B) Le moment magnétique du noyau est proportionnel à la somme des spins de ses nucléons (= nombre quantique de spin)
- C) Un noyau possédant à la fois un nombre de nucléons pair et un nombre de protons pair n'est pas utilisable en RMN
- D) Le phénomène de RMN consiste à modifier l'aimantation des noyaux d'oxygène, qui est l'atome le plus répandu dans l'organisme
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 3 : À propos des différentes phases du phénomène de RMN :

- A) Il y a 3 phases qui sont, dans l'ordre : la résonance, la précession et la relaxation
- B) L'intensité du champ magnétique \vec{B}_0 généré par la machine IRM vaut 10 000 à 60 000 fois la valeur du champ magnétique terrestre
- C) La fréquence de Larmor des noyaux d'hydrogène vaut 42,6 MHz
- D) L'antenne permettant de mesurer le signal pendant la phase de relaxation est placée dans le plan Oz
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 4 : À propos des différentes phases du phénomène de RMN :

- A) La précession résulte de l'application d'un champ magnétique sur un objet présentant un moment magnétique
- B) Lors de la phase de résonance en IRM, on observe une bascule de l'aimantation de tous les noyaux présents dans l'organisme
- C) Lors de la résonance, l'aimantation \vec{M}_0 décrit un mouvement en pavillon de trompette
- D) La phase de relaxation ne représente pas la phase de mesure du signal
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 5 : À propos de la phase de précession en RMN :

- A) La fréquence de Larmor est proportionnelle à l'intensité du champ magnétique B_0
- B) La précession d'un noyau d'hydrogène se fait toujours dans la direction de \vec{B}_0
- C) L'influence d'un champ magnétique induit une orientation aléatoire des protons
- D) Lors de l'application d'un champ magnétique \vec{B}_0 , on observe un faible excès de protons précessant dans le sens parallèle
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 6 : À propos de la phase de résonance en RMN :

- A) La bascule de l'aimantation \vec{M}_0 est réalisée grâce à la fréquence de Larmor
- B) Cette bascule est dite sélective car une fréquence de Larmor est spécifique d'un noyau particulier : seuls les noyaux possédant cette fréquence de Larmor vont basculer
- C) L'onde radiofréquence utilisée permet d'inverser la précession de certains protons, du sens antiparallèle au sens parallèle
- D) Un champ tournant \vec{B}_1 peut être appliqué dans un plan parallèle à \vec{B}_0 afin de faire basculer l'aimantation \vec{M}_0
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 7 : À propos de la phase de relaxation en RMN :

- A) Cette phase débute à l'application de l'onde radiofréquence ou du champ tournant \vec{B}_1
- B) L'aimantation ne revient pas à sa position d'équilibre
- C) Le signal de précession libre obtenu est une sinusoïde dont l'amplitude reste constante au cours du temps
- D) La recroissance de M_{xy} est représentée par une exponentielle croissante
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 8 : À propos des paramètres de relaxation en RMN :

- A) T1 représente le temps de relaxation longitudinale (ou spin-spin)
- B) La composante transversale de l'aimantation M_{xy} disparaît progressivement au cours de la relaxation
- C) T2 représente le temps au bout duquel la composante transversale de l'aimantation ne représente plus que 37% de la valeur qu'elle avait à la fin de la résonance
- D) Le temps de relaxation T1 est constant, quel que soit le tissu
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 9 : À propos de la phase de relaxation dans le phénomène de RMN, donner la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) Cette phase débute à l'arrêt de l'onde radiofréquence
- B) L'aimantation \vec{M}_0 revient à sa position d'équilibre en suivant une enveloppe en « pavillon de trompette »
- C) La composante longitudinale de \vec{M}_0 se relaxe et retrouve progressivement sa position d'origine
- D) Le temps de relaxation T2 est le temps au bout duquel la composante transversale de l'aimantation aura récupéré 63% de sa valeur maximale de départ
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 10 : À propos des différentes phases de Résonance Magnétique Nucléaire (RMN) du proton, donner la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) Lors de la première phase, dite phase de précession, les protons ne sont soumis à aucun champ magnétique
- B) La deuxième phase est celle de la résonance et elle permet de mesurer le signal émis, appelé signal de précession libre
- C) Les ondes radiofréquences utilisées dans la deuxième phase sont non-ionisantes
- D) La troisième phase correspond à la relaxation et elle consiste à basculer l'aimantation \vec{M}_0 grâce à une onde radiofréquence de fréquence égale à celle de Larmor
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

Correction : Résonance magnétique nucléaire (RMN)

2018 – 2019 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : E

- A) Faux : c'est celui du noyau (errata ronéo ++)
- B) Faux : moment magnétique
- C) Faux : moment cinétique (j'ai inversé les définitions entre les items B et C)
- D) Faux : 1 seule direction (parallèle à \vec{B}_0) mais 2 sens possibles (parallèle et antiparallèle)
- E) Vrai

QCM 2 : ABC

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Faux : c'est les noyaux d'hydrogène auxquels on s'intéresse en IRM
- E) Faux

QCM 3 : BC

- A) Faux : dans l'ordre, c'est précession, résonance, relaxation
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Faux : dans le plan xOy
- E) Faux

QCM 4 : A

- A) Vrai
- B) Faux : bascule de l'aimantation des noyaux d'hydrogène seulement
- C) Faux : le mouvement décrit est une demi-sphère
- D) Faux : si justement
- E) Faux

QCM 5 : ABD

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Faux : c'est dans le cas où il n'y a pas d'influence d'un champ magnétique que les protons vont s'orienter aléatoirement
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 6 : AB

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Faux : du sens parallèle au sens antiparallèle
- D) Faux : \vec{B}_1 dans un plan perpendiculaire à \vec{B}_0
- E) Faux

QCM 7 : E

- A) Faux : à l'arrêt de l'onde radiofréquence ou du champ tournant \vec{B}_1
- B) Faux : elle revient à sa position d'équilibre = direction parallèle à \vec{B}_0
- C) Faux : c'est une sinusoïde amortie ++
- D) Faux : recroissance de M_z
- E) Vrai

QCM 8 : BC

- A) Faux : T1 = temps de relaxation spin-réseau
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Faux : T1 varie selon les tissus
- E) Faux

QCM 9 : ABCA) VraiB) VraiC) VraiD) Faux : T2 est le temps au bout duquel la composante transversale ne représente plus que 37% de l'aimantation initiale (après la résonance)E) Faux**QCM 10 : C**A) Faux : les protons sont placés dans un champ magnétique \vec{B}_0 B) Faux : la deuxième phase est bien celle de résonance, mais j'ai inversé les définitions des différentes phases avec l'item D → durant la résonance, on va basculer l'aimantation \vec{M}_0 grâce à une onde radiofréquence de fréquence égale à celle de LarmorC) VraiD) Faux : au cours de la phase de relaxation (= la troisième phase), on mesure le signal émis (signal de précession libre ou FID = Free Induction Decay)E) Faux

9. Imagerie par résonance magnétique (IRM)

2018 – 2019 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : À propos des contrastes en IRM :

- A) En imagerie, le contraste désigne une différence de luminance entre 2 structures de nature différente
- B) Il y a deux sources de contraste en IRM : T1 et T2
- C) Un élément riche en noyaux d'hydrogène (comme l'air) apparaîtra en hypersignal sur une séquence pondérée en ρ
- D) Si deux zones ont le même comportement, on ne pourra pas observer de contraste
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 2 : À propos des contrastes en IRM :

- A) Sur une séquence pondérée en ρ , l'os apparaîtra en blanc car il est composé de calcium, riche en électrons, qui atténue donc fortement les rayons X
- B) Au bout d'un temps égal à 4 fois T1, la composante longitudinale de \vec{M}_0 aura récupéré 98% de l'aimantation initiale
- C) Sur une séquence pondérée en T1, le LCR apparaît en hypersignal car il a un T1 long
- D) Au bout d'un temps égal à 4 fois T2, la composante transversale de l'aimantation aura quasiment disparu
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 3 : À propos des séquences en IRM :

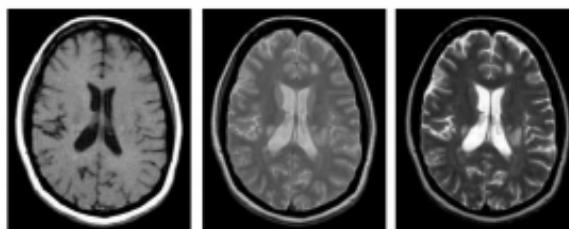
- A) Lors d'un examen d'IRM, on observe un enchaînement de phases de résonance et de relaxation
- B) Le signal réel, mesuré dans le plan de M_{xy} , décroît plus vite que le signal théorique à cause du déphasage des spins des noyaux d'hydrogène
- C) Afin de compenser ce déphasage, on utilise une séquence écho de spin consistant notamment à réaliser une bascule π à la suite d'un certain temps de déphasage après la bascule $\pi/2$
- D) Dans une séquence écho de spin, l'opérateur peut choisir le nombre d'échos, le temps d'écho (TE) et le temps de répétition (TR)
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 4 : Le tableau ci-dessous donne les valeurs des paramètres de relaxation des substances grise (SG) et blanche (SB) du cerveau ainsi que ceux d'une lésion située dans la substance blanche.

	Rho (%)	T1 (ms)	T2 (ms)
Substance blanche	70	750	90
Substance grise	90	850	100
Lésion	95	780	620

- A) Sur une séquence pondérée en T1, la lésion apparaîtra en hyposignal par rapport à la substance grise
- B) Sur une séquence pondérée en ρ , la lésion apparaîtra en hypersignal par rapport à la substance blanche
- C) Sur une séquence pondérée en T2, la lésion apparaîtra en hypersignal par rapport à la substance grise
- D) C'est la séquence pondérée en T2 qui permettra d'obtenir le contraste le plus élevé entre la lésion et la SB
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 5 : À propos des images IRM du cerveau ci-dessous (le LCR est au centre du cerveau, en forme de papillon), donner la ou les proposition(s) exacte(s) :



- A) L'image de gauche est pondérée en T2
- B) L'image du milieu est pondérée en T1
- C) L'image de droite est pondérée en T2
- D) Pour réaliser l'image de droite, l'opérateur a choisi un TE long et un TR long
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 6 : Pour réaliser une IRM, le Pr Darcourt choisit un TR = 2300 ms et un TE = 92 ms. Ainsi, il obtiendra une pondération de l'image en :

- A) Rho
- B) T1
- C) T2
- D) On ne peut pas savoir
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 7 : À propos des contrastes en IRM, donner la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) Un kyste liquidien apparaîtra en hypersignal sur une séquence à T2 long
- B) Le TE (temps d'écho) et le TR (temps de relaxation) sont des paramètres de la séquence choisis par l'opérateur
- C) Sur une image IRM pondérée en rho, l'air apparaîtra en hypodensité
- D) Les paramètres de relaxation T1 et T2 sont propres à chaque tissu
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 8 : À propos des rapports entre les paramètres de la séquence et ceux de la relaxation en séquence spin-écho, donner la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) L'association d'un TR long et d'un TE court donne une image pondérée en ρ
- B) L'association d'un TR court et d'un TE court donne une image pondérée en T1
- C) L'association d'un TR long et d'un TE court donne une image pondérée en T1
- D) L'association d'un TR long et d'un TE long donne une image pondérée en ρ
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 9 : On veut explorer par IRM (sans injection de produit de contraste), un patient présentant une tumeur cérébrale. Sur une séquence pondérée en rho, la tumeur apparaît en hypersignal par rapport à la Substance Blanche (SB). Sur une séquence pondérée en T1, la tumeur apparaît en hyposignal par rapport à la SB. Sur une séquence pondérée en T2, la tumeur apparaît en hypersignal par rapport à la SB.

Le tableau ci-dessous donne les valeurs des paramètres de relaxation de la SB entourant la tumeur. Quelles pourraient être les paramètres de relaxation de cette tumeur cérébrale ?

	Rho (%)	T1 (ms)	T2 (ms)
Substance Blanche	73	750	90

- A) $\rho = 85\%$; T1 = 780 ms ; T2 = 80 ms
- B) $\rho = 80\%$; T1 = 780 ms ; T2 = 290 ms
- C) $\rho = 50\%$; T1 = 780 ms ; T2 = 80 ms
- D) $\rho = 78\%$; T1 = 720 ms ; T2 = 290 ms
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

Correction : Imagerie par résonance magnétique (IRM)

2018 – 2019 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : AD

- A) Vrai
- B) Faux : 3 sources de contraste → T1, T2 et ρ
- C) Faux : l'air est pauvre en protons, donc il apparaîtra en hyposignal
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 2 : BD

- A) Faux : c'est sur un scanner qu'on peut faire ces observations
- B) Vrai
- C) Faux : LCR = en hyposignal sur une séquence pondérée en T1
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 3 : ABCD

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

QCM 4 : BCD

- A) Faux : T1 (lésion) < T1 (SG), donc la lésion est en hypersignal par rapport à la SG
- B) Vrai : ρ (lésion) > ρ (SB), donc la lésion est en hypersignal par rapport à la SB
- C) Vrai : T2 (lésion) > T2 (SG), donc la lésion est en hypersignal par rapport à la SG
- D) Vrai : $c = \frac{620-90}{90} \approx 5,89$ (en T2)
- E) Faux

QCM 5 : CD

- A) Faux : pondération en T1 car le LCR est en hyposignal
- B) Faux : pondération en ρ
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 6 : C

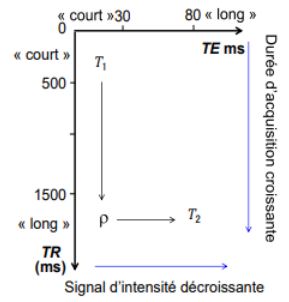
- A) Faux
- B) Faux
- C) Vrai : TR long et TE long
- D) Faux
- E) Faux

QCM 7 : D

- A) Faux : on ne parle pas de séquence à T2 long ou court (+++), car c'est un paramètre de relaxation fixé par le tissu, contrairement aux paramètres de la séquence (TR et TE) qui sont déterminés par l'opérateur
- B) Faux : TR = temps de RÉPÉTITION
- C) Faux : en hyposignal
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 8 : AB

- A) Vrai
 B) Vrai
 C) Faux : pondération en ρ
 D) Faux : pondération en T_2
 E) Faux : je vous mets à côté de cette correction le schéma que vous devez connaître +++ pour répondre à ce type de QCM (que le Pr Darcourt aime bien au passage, j'dis ça j'dis rien 😊)

**QCM 9 : B**

- A) Faux
 B) Vrai : pour visualiser la tumeur en hypersignal par rapport à la SB sur une séquence pondérée en ρ , il faut que $\rho(\text{tumeur}) > \rho(\text{SB})$; pour visualiser la tumeur en hyposignal par rapport à la SB sur une séquence pondérée en T_1 , il faut que $T_1(\text{tumeur}) > T_1(\text{SB})$; pour visualiser la tumeur en hypersignal par rapport à la SB sur une séquence pondérée en T_2 , il faut que $T_2(\text{tumeur}) > T_2(\text{SB})$. L'item B était le seul item qui proposait des valeurs compatibles avec toutes ces observations.
 C) Faux
 D) Faux
 E) Faux