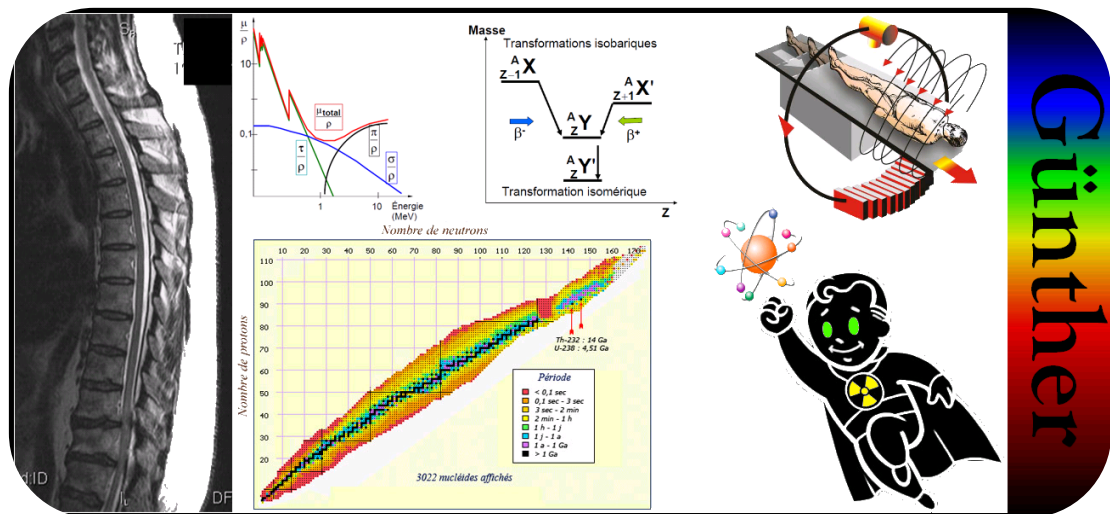


ANNATUT'

BIOPHYSIQUE

UE3a

[Année 2020-2021]



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

SOMMAIRE

1. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Particules, ondes et atomes	3
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Particules, ondes et atomes.....	7
2. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Interaction des rayonnements ionisants avec la matière	11
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Interaction des rayonnements ionisants avec la matière	16
3. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Rayons X	22
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Rayons X	27
4. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Noyau	32
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Noyau	36
5. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Transformations radioactives.....	40
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Transformations radioactives.....	Erreur ! Signet non défini.
6. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Lois cinétiques	40
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Lois cinétiques	52
7. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Eléments de radiobiologie et de radioprotection	54
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Eléments de radiobiologie et de radioprotection..	57
8. Résonance magnétique nucléaire (RMN)	60
Correction : Résonance magnétique nucléaire (RMN)	62
9. Imagerie par résonance magnétique (IRM)	65
Correction : Imagerie par résonance magnétique (IRM)	68

1. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Particules, ondes et atomes

2019 – 2020 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : A propos du chlore ($Z=17$) donnez les propositions exactes sachant qu'il a une masse atomique 35,4515 g

- A) Il a un numéro atomique de 35 ($A=35$)
- B) Sa masse est de $5,83 \cdot 10^{-23}$ g
- C) Une mole d'atome de chlore pèse 35,4515 g
- D) Un atome de chlore pèse 35,4515 u
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 2 : Quelles sont les propositions exactes concernant le calcium ($Z=20$) sachant qu'il a une masse atomique de 40,09 g

- A) La masse d'un atome de calcium est de $3,66 \cdot 10^{-23}$
- B) La masse d'une mole d'atome de calcium est 40,09 u
- C) La masse d'un atome de calcium est 40,09 g
- D) Cet atome possède 20 protons
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 3 : A propos de l'or ($Z=79$) sachant que sa masse atomique est de 196,966 :

- A) Cet atome possède 117 neutrons
- B) La masse d'un atome d'or est environ égal à $3,3 \cdot 10^{-22}$ g.
- C) La masse d'une mole d'atome est égal à 196,966 g
- D) La masse d'un atome d'or est égal à 196,966 g
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 4 : L'atome de sélénium ($Z=34$) a une masse atomique de 78,971 g

- A) La masse d'un atome de sélénium est égale à 78,971 g
- B) Il s'agit du sélénium-79 (nombre de charge 79)
- C) Le nombre de neutrons est égal à 34
- D) La masse d'un atome de sélénium est à peu près égale à $1,3 \cdot 10^{-22}$ u
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 5 : Le niobium ($Z=41$) a une masse atomique de 92,9067 g. Donnez les vraies.

Relu par les profs

- A) Le noyau possède 92 nucléons (nombre de masse)
- B) L'atome compte 41 électrons
- C) Le noyau comprend 52 neutrons
- D) La masse de l'atome de niobium est à peu près $15,5 \cdot 10^{-23}$ g
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 6 : La masse de l'argent est 107,8682 g, donnez les bonnes propositions :

- A) La masse d'un atome est de $17,9 \cdot 10^{-23}$ g
- B) La masse d'une mole d'atome d'argent pèse 107,8682 u
- C) Un atome d'argent pèse 107,8682 g
- D) Un électron a une masse $1/2000$ g
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 7 : Donnez les propositions correctes :

- A) La masse en mécanique classique est considérée comme une forme d'énergie tel que $E = mc^2$
- B) Si une particule est relativiste, alors lorsqu'elle sera en mouvement elle verra sa masse diminuer au profit de son énergie
- C) L'électron est une particule relativiste
- D) L'électron a une masse de $1/2000$ u
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 8 : Donnez les propositions correctes

- A) La masse molaire atomique est la masse d'un mole d'atomes soit de N atomes ($N = \text{cst d'Avogadro}$)
- B) Le nombre d'Avogadro a été choisi de sorte qu'un atome de de Carbone-12 soit égal à 12 g
- C) On utilise plutôt la masse molaire atomique en physique
- D) L'unité de masse atomique est définie comme 1/10 de la masse d'un atome de carbone-12
- E) Toutes les réponses sont fausses

QCM 9 : Donnez les propositions exactes :

- A) L'unité de masse atomique est définie comme la masse d'un atome exprimé en 1/10 -ème de la masse de l'atome de carbone ^{12}C
- B) La masse atomique d'une mole d'atomes en g s'exprime par le même nombre que la masse d'un atome en u
- C) La masse d'un électron est de l'ordre de grandeur de 1/2000 u
- D) La constante d'écran explique l'effet du nuage électronique sur l'électron
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 10 : Donnez les propositions correctes

- A) La particule alpha correspond au noyau de l'atome d'hélium (^3_2He) et est le seul noyau émis spontanément lors des transformations radioactives
- B) Le proton est une particule relativiste
- C) L'électronvolt est l'énergie mécanique acquise par un électron sans vitesse initiale sous la différence de potentiel de 1 Volt
- D) La masse d'un atome d'hydrogène est très proche de la masse d'un neutron
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 11 : A propos d'une OEM, sachant que sa longueur d'onde est de 900 nm.

Données : cst de Planck = $6,6 \cdot 10^{-34}$

- A) L'OEM a une énergie qui vaut $E = 2 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
- B) L'OEM a une énergie qui vaut $E = 1,25 \text{ eV}$
- C) L'OEM a une énergie qui vaut $E = 6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
- D) L'OEM a une fréquence qui vaut $3,3 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$
- E) L'OEM a une fréquence qui vaut $6,6 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$

QCM 12 : A propos des OEM et des photons

- A) La longueur d'onde est la plus petite distance qui sépare deux points dans un même état vibratoire
- B) + la fréquence sera petite, + l'énergie sera grande
- C) Les rayonnements IR ont une longueur d'onde plus grande que les Rayons X
- D) Ils ont une masse qui est plus grande au repos qu'en mouvement car lorsque le photon se déplace à une vitesse proche de la lumière, alors une partie de la masse se transforme en énergie
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 13 : A propos des rayonnements électromagnétiques

- A) Un REM c'est la propagation d'un champ magnétique et électrique qui vibrent en phase et parallèles l'un à l'autre et par rapport à la direction de propagation.
- B) Les REM se propagent dans l'air à la vitesse de $3 \cdot 10^8$
- C) Les REM sont caractérisés par la fréquence et par la longueur d'onde les deux grandeurs étant inversement proportionnels
- D) Les REM possèdent un spectre très étroit (entre 400 et 700 nm)
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 14 : Quelles sont la (les) proposition(s) exact(es) à propos des REM

- A) La longueur d'onde d'un REM est proportionnelle à son énergie
- B) La limite inférieure en énergie d'un REM visible est d'environ 1,55 eV
- C) Les RX ont des longueurs d'ondes inférieures à celles des UV
- D) La fréquence d'un REM est donnée par la relation de Duane Hunt : $\nu(\text{Hz}) = 1240 / E(\text{eV})$
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 15 : Donnez les propositions exactes

- A) Une OEM peut céder ou acquérir de l'énergie par des quantités continues multiples entiers d'une quantité élémentaire appelé quantum de Planck
B) Ce quantum vaut $E = h\nu / \lambda$
C) Einstein associe à toute particule une représentation ondulatoire
D) De Broglie prend le problème à l'envers et considère les OEM comme des objets de natures corpusculaires : les photons
E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 16 : On cherche à classer les différents rayonnements par ordre de longueur d'onde croissante :

- A) Rayon x < Visible < Onde Radio < IR
B) Rayon gamma < Vert < Rouge < IR
C) UV < Jaune < IR < Radio
D) Radio < IR < UV < Rayon gamma
E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 17 : On cherche à classer différents rayonnements électromagnétiques par ordre d'énergie croissante.

- A) Ondes radio < Rouge < Vert < Rayon X
B) Ultraviolet < Rouge < Infrarouge < Onde Radio
C) Infrarouge < Visible < Rayon gamma < Ultraviolet
D) Rouge < Jaune < Vert < Bleu
E) Toutes les propositions sont fausses.

QCM 18 : On cherche à classer les différents rayonnements par ordre de longueur d'onde croissante :

- A) Rayon x < Visible < Onde Radio < IR
B) Rayon gamma < Vert < Rouge < IR
C) UV < Jaune < IR < Radio
D) Radio < IR < UV < Rayon gamma
E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 19 : Quelle est l'énergie de l'électron sur la couche M de l'atome de fer ($Z=26$) sachant que la constante d'écran=17

- A) -122,4
B) -65,3
C) -13,6
D) 122,4
E) 78,9

QCM 20 : Quelle est en nm la longueur d'onde du photon émis lors de la désexcitation d'un atome d'hydrogène par passage de son électron de la couche M à la couche L (modèle de Bohr)

- A) 102
B) 652
C) 365
D) 486
E) 159

QCM 21 : Quelle est l'énergie de liaison des électrons en eV de la couche M (modèle de Bohr) du Calcium ($Z=20$), sachant que la constante écran correspondante vaut 16 ?

- A) 24,2
B) -72,5
C) -24,2
D) 98
E) 72,5

QCM 22 : l'énergie de liaison des électrons en eV de la couche L (modèle de Bohr) de l'iode ($Z=53$) sachant que sa constante d'écran = 18

- A) - 119. B) 8330 C) 119 D) 4165 E) -2890

QCM 23 : Donnez les propositions exactes

- A) Pour une couche donnée, l'énergie de liaison ne dépend pas de l'atome
- B) Les électrons de la couche K sont plus fortement liés que ceux de la couche L
- C) Lorsque tous les électrons occupent les couches et les sous couches correspondantes aux énergies de liaisons les plus grandes l'atome est dans son état excité
- D) $^{27}_{13}\text{Al}$, ici l'aluminium est le composé chimique étudié
- E) Toutes les propositions sont fausses

Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Particules, ondes et atomes**2019 – 2020 (Pr. Darcourt)****QCM 1 : BCD**

- A) Faux : le numéro atomique c'est Z et c'est égal à 17
B) Vrai : Masse/ cst d'avogadro = $35 / 6.10^{23} = 5,83 \text{ g}$
C) Vrai
D) Vrai
E) Faux

QCM 2 : D

- A) Faux : ici on utilise $1u = 1/N = 1/6.02.10^{23}$
 $10.09 / 6.02. 10^{23} = 6.66.10^{-23} \text{g}$
B) Faux : la masse d'une mole c'est en gramme !!
C) Faux : pareil j'ai inversé ici c'était en u
D) Vrai
E) Faux

QCM 3 : B

- A) Faux : il possède 118 neutrons
B) Vrai
C) Vrai
D) Faux : la masse d'un atome c'est en u
E) Faux

QCM 4 : E

- A) Faux : la masse d'une mole d'atome de sélénium = 78,971 g
B) Faux : attention à la parenthèse ce n'est pas le **nombre de charges** !!
C) Faux : nombre de neutrons : $N=A-Z = 79-34 = 45$
D) Faux : pour le calcul c'était bon par contre attention à l'unité c'est des grammes et pas des u
E) Vrai

QCM 5 : BCD

- A) Faux : on sait que la masse molaire atomique est de 92,9067 -> on arrondi à l'entier le plus proche : 93 nucléons
B) Vrai : il y a autant d'électrons que de protons pour garantir l'électroneutralité (électron est de charge - et le proton de charge +)
C) Vrai : $N=A-Z=93-41=52$
D) Vrai : $93/6,02 \times 10^{23} = 15,5 \cdot 10^{-23} \text{ g}$
E) Faux

QCM 6 : A

- A) Vrai : masse atome = Masse atomique / Nbr Avogadro = $107 / 6.10^{23} = 17,9 \text{ g}$
B) Faux : mole en gramme
C) Faux : masse atome en u
D) Faux : $1/2000 \text{ u}$
E) Faux

QCM 7 : CD

- A) Faux : c'est en mécanique quantique ça
B) Faux : une particule relativiste a une masse qui augmente lorsque sa vitesse se rapproche de la célérité de la lumière
C) Vrai
D) Vrai
E) Faux

QCM 8 : A

- A) Vrai c'est la déf
B) Faux : ce nbr a été choisi de sorte qu'une mole de carbone 12 soit égale à 12g .
C) Faux : la masse molaire atomique nous donne des chiffres manipulables mais elle concerne un nombre élevé d'atome, on l'utilise plus souvent en chimie. En physique on utilise l'uma
D) Faux : définie comme 1/12 de la masse d'un atome de C-12
E) Faux

QCM 9 : BCD

- A) Faux : $1u = 1/12$ -ème de la masse d'un atome de Carbone ^{12}C
B) Vrai
C) Vrai
D) Vrai
E) Faux

QCM 10 : E

- A) Faux : Toute la phrase est juste mais entre parenthèse ce n'est pas bon ! C'est ^4_2He
B) Faux
C) Faux : c'est l'énergie **cinétique** et pas **mécanique**
D) Faux : un atome d'hydrogène est composé d'un proton et d'un électron = $1,007 + 0,00055 = 1,0075$ proche de la masse d'un proton (1,007) et pas du neutron (1,009)
E) Vrai

QCM 11 : ABD

Ici on utilise la formule $E = hv = hc / \lambda = 6.10^{-34} \times 3.108 / 900.10^{-9} = 18.10^{-26} / 9.10^{-7} = 2.10^{-19} \text{ J}$

- A) Vrai
B) Vrai : on sait que $1 \text{ eV} = 1,6.10^{-19} \text{ J}$ donc on fait le produit en croix et $2 \text{ J} = 1,25 \text{ eV}$
C) Faux
D) Vrai : $E = hv \rightarrow v = E/h = 2.10^{-19} / 6.10^{-34} = 1/3.10^{15} = 3,3.10^{14} \text{ Hz}$
E) Faux

QCM 12 : AC

- A) Vrai
B) Faux : ca varie dans le même sens
C) Vrai
D) Archi faux : les photons ont une masse exclusivement dynamique
E) Faux

QCM 13 : C

- A) Faux : le champ **magnétique** et **électrique** vibre en phase et **perpendiculaire** l'un à l'autre et à la direction de propagation
B) Faux : les REM se propagent dans le **vide** !!
C) Vrai : la formule est $v = c / \lambda$
D) Faux : Le spectre des REM est très large ! Entre 400 et 700 nm c'est seulement le visible, qui est une toute petite partie du spectre global
E) Faux

QCM 14 : BC

- A) Faux : $E = hc / \lambda \rightarrow$ inversement proportionnel
B) Vrai : limite inférieure en énergie des REM visibles : $E = 1240 / 800 = 1.55 \text{ eV}$
C) Vrai
D) Faux : La longueur d'onde d'un REM est donnée par la relation de Duane Hlunt : $\lambda (\text{nm}) = 1240 / E (\text{eV})$
E) Faux

QCM 15 : E

- A) Faux : quantités **discontinues**
B) Faux : $E = hc / \lambda$
C) Faux : c'est l'inverse entre de Broglie et Einstein
D) Faux : voir tem C
E) Vrai

QCM 16 : BC

- A) Faux
B) Vrai
C) Vrai
D) Faux : c'est l'inverse
E) Faux

QCM 17 : AD

- A) Vrai
B) Faux : ici c'est classé par longueur d'onde croissante. Regardez bien le spectre !!!
C) Faux : l'ultraviolet se trouve avant les rayonnements gamma
D) Vrai
E) Faux

QCM 18 : BC

- A) Faux
B) Vrai
C) Vrai
D) Faux : c'est l'inverse
E) Faux

QCM 19 : A

Ici on utilise la formule $W_n = -13,6 (Z - \sigma)^2 / n^2$. $K=1$ $L=2$ et $M=3$ donc $n=3$
 $= -13,6 (26-17)^2 / 3^2 = -13,6 (9)^2 / 9 = -13,6 \times 9 = -122,4$

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

QCM 20 : B

- A) ici on calcule l'énergie des électrons sur leurs couches respectives :
-Pour la couche L: $W_l = -13,6^* / 2^2 = -13,6 / 4 = -3,4$ eV
-Pour la couche M : $W_m = -13,6 / 3^2 = -1,5$ eV
 $H\nu : m \rightarrow L = 3,4 - 1,5 = 1,9$
D'après la relation de Duane et Hunt : $E(\text{eV}) = 1240 / \lambda(\text{nm}) = 1240 / 9 = 652$ nm
B) Vrai
C) Faux
D) Faux
E) Faux

QCM 21 : A

On calcule l'énergie de l'électron sur la couche M

$$W_m = -13,6 \times (Z - \text{cst écran})^2 / m^2 = -13,6 \times 16 / 9 = -217,6 / 9 = -24,17 = -24,2$$

On demande l'énergie de liaison : $|W_m| = 24,2$

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

QCM 22 : D

$$E = -13.6 \times (Z - \text{cst écran})^2 / n^2$$

$$= -13.6 \times (53 - 18)^2 / 2^2$$

$$= 13.6 \times 1225 / 4 = 16\,600 / 4 = 4165$$

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

QCM 23 : B

A) Faux : $W_n = -13,6 \times Z - \text{cst écran})^2 / n^2$. On a Z donc ça dépend de l'atome

B) Vrai

C) Faux : Plus grande énergie de liaison -> Plus petit énergie de l'électron -> couche les plus profondes -> état fondamental

D) Faux : piège fait par le professeur l'année dernière, l'aluminium n'est pas le composé chimique mais l'élément chimique. (On parle de composé chimique pour une molécule qui est composée de plusieurs atomes par ex le glucose)

E) Faux

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

2019 – 2020 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : Dans le modèle de Bohr, les énergies de liaison de l'atome de bore ($Z=5$) : $W_K = -190$ eV ; $W_L = -10$ eV. Il subit une excitation avec passage d'un de ses électrons de la couche K à la couche L.

Quels sont les phénomènes observables ?

- A) Émission d'un photon de fluorescence de 180 eV
- B) Émission d'un photon de fluorescence de 33 eV
- C) Émission d'un électron de Auger d'énergie cinétique de 17,5 eV
- D) Émission d'un électron de Auger d'énergie cinétique de 170 eV
- E) Les items A, B, C, D sont faux

QCM 2 : On dispose de béton dont la couche de demi-atténuation est de 5 cm et de verre dont la CDA est de 1,6 cm pour se protéger d'un flux de photons monoénergétique de 511 keV.

Quelle(s) sont les propositions exactes ?

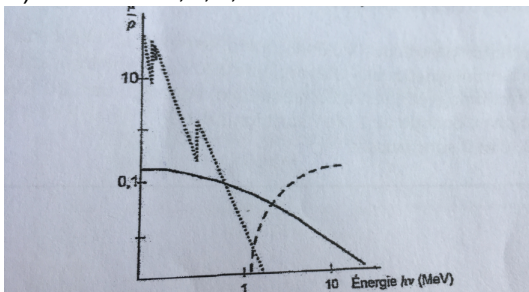
- A) 5 cm de béton laisse passer 50% du flux de photons initial
- B) 16 mm de verre laisse passer 50% du flux de photons initial
- C) L'association de 5 cm de béton et 1,6 cm de verre atténue tous les photons
- D) L'association de 5 cm de béton et 1,6 cm de verre laisse passer 75% du flux de photons initial
- E) Les items A,B,C,D sont faux

QCM 3 : Pour se protéger d'un flux de photons monoénergétique de 100 keV, on dispose de plomb dont la CDA est de 0,4 cm et d'eau dont la CDA est de 4 cm. Quelle(s) sont les propositions exactes :

- A) Le coefficient d'atténuation linéique du plomb est inférieur à celui de l'eau
- B) 12 cm d'eau laissent passer 12,5% du flux de photons
- C) 40 cm de plomb atténue tous les photons
- D) L'association de 0,8 cm de plomb et de 12 cm d'eau atténue 96,88 % des photons
- E) Les items A,B,C,D sont faux

QCM 4 : Soit le schéma des coefficients massiques d'atténuation des photons avec la matière d'une cible. Pour un faisceau de photons mono-énergétiques de 1000 keV, quelle(s) est/sont la/les interactions possible(s) dans cette cible ?

- A) Un effet Compton
- B) Un effet photoélectrique
- C) Une création de paire /matérialisation
- D) Une émission de photon de fluorescence
- E) Les items A,B,C,D sont faux



QCM 5 : Dans le modèle de Bohr, l'énergie des électrons de l'atome de carbone ($Z=6$) sont :

$W_K = -284$ eV ; $W_L = -18$ eV ; $W_0 = -0,1$ eV. Après une ionisation par expulsion d'un électron de la couche K, que peut-on observer ?

- A) Un photon de fluorescence de 0,1 eV
- B) Un photon de fluorescence de 17,9 eV
- C) Un électron de Auger d'énergie cinétique 283,9 eV
- D) Un photon de fluorescence de 283,9 eV
- E) Les items A,B,C,D sont faux

QCM 6 : On considère l'atome de Tungstène ($Z=74$) dont les quatre niveaux d'énergie électronique exprimée en keV sont :

$W_K = -69,5250$; $W_L = -12,0998$; $W_M = -2,8196$; $W_N = -0,5950$

Quel(s) photon(s) peut/peuvent ioniser cet atome ?

- A) Un photon de 70 keV
- B) Un photon de 0,4 keV
- C) Un photon de 26 keV
- D) Un photon de 43 keV
- E) Les items A,B,C,D sont faux

QCM 7 : La couche de déci-atténuation est l'épaisseur de matériau qui ne laisse passer que 10% d'un faisceau de photons mono-énergétiques ; sachant qu'elle est de 15 mm de plomb pour des photons du technétium 99m, qu'elle est la couche de demi-atténuation du plomb pour ces mêmes photons ?

- A) 5cm
- B) 5mm
- C) 20mm
- D) 20 cm
- E) Les items A, B,C,D sont faux

QCM 8 : On considère l'atome de sodium ($Z=11$). Ses niveaux d'énergie exprimés en eV sont :

$W_K = -1072$; $W_L = -63$; $W_M = -0,7$. Il y a une ionisation avec une expulsion d'un électron sur la couche L. Quels sont les phénomènes observables ?

- A) Émission d'un photon de fluorescence de 66,7 eV
- B) Émission d'un photon de fluorescence de 0,7 eV
- C) Émission d'un électron de Auger de 61,6 eV
- D) Émission d'un électron de Auger de 0,7 eV
- E) Les items A,B,C,D sont faux

QCM 9 : Repérez les bonnes réponses

- A) Un rayonnement électromagnétique (REM) est ionisant si sa longueur d'onde λ est inférieure ou égale à 91,18 nm
- B) Le coefficient massique d'atténuation dépend de l'état du milieu traversé par les photons
- C) Le nombre de photons transmis augmente avec l'épaisseur
- D) Les neutrons sont très pénétrants
- E) Les items A,B,C,D sont faux

QCM 10 : Pour atténuer des photons de 511 keV, on utilise du fer et du verre dont les CDA respectives sont : 2 cm et 1,6cm. Quelle(s) est/sont les proposition(s) vraies ?

- A) Pour avoir une atténuation identique de ce faisceau de photons, il faut un écran d'une épaisseur de verre 1,25 fois supérieure à celle d'un écran de fer
- B) 1,6 cm de verre et 2 cm de fer atténuent 25% des photons
- C) Une épaisseur de 16 cm de fer transmet environ un tiers des photons
- D) 6 cm de fer et 1,6 cm de verre atténuent 93,75 % des photons
- E) Les items A,B,C,D sont faux

QCM 11 : On considère l'atome d'Argon ($Z=18$) dans le modèle de Bohr, les énergies de ses électrons sont : $W_K = -98,3$ eV ; $W_L = -35,9$ eV ; $W_M = -14,4$ eV. Il subit une ionisation par expulsion d'un électron de la couche K. Quels sont les phénomènes observables ?

- A) Un photon de fluorescence d'énergie 35,9 eV
- B) Un électron de Auger d'énergie cinétique 62,4 eV
- C) Un électron de Auger d'énergie cinétique 26,5 eV
- D) Un photon de fluorescence d'énergie -98,3 eV
- E) Les items A,B,C,D sont faux

QCM 12 : On considère l'atome de chlore ($Z=17$), l'énergie de ses électrons dans le modèle de Bohr sont : $WK = -2800 \text{ eV}$; $WL = -200 \text{ eV}$; $WM = -10 \text{ eV}$. Après excitation avec passage d'un électron entre la couche K et la couche M que peut-on observer ?

- A) Un photon de fluorescence de 190 eV
- B) Un électron de Auger d'énergie cinétique 160 eV
- C) Il peut y avoir 2 électrons de Auger expulsés de couche différente avec une énergie cinétique de 2590 eV
- D) Un électron de Auger d'énergie cinétique 2780 eV
- E) Les items A,B,C,D sont faux

QCM 13 : On dispose de coton et de papier dont les CDA respectives sont 40 cm et 10 cm pour arrêter un faisceau de photons mono-énergétiques de 100 keV. Quelles sont les propositions exactes ?

- A) 40 cm de coton et 10 cm de papier laissent passer 25% des photons
- B) 50 cm de papier atténuent 3,125% des photons
- C) 10 m de papier atténuent 50% des photons
- D) 4000 mm de coton atténuent quasiment tous les photons.
- E) Les items, A,B,C,D sont faux

QCM 14 : Repérez la/les bonne(s) réponse(s) :

- A) Un atome est ionisé si l'énergie du photon incident est supérieure à l'énergie de la couche où se trouve l'électron
- B) Lors d'une ionisation, l'énergie absorbée est quantifiée
- C) La probabilité de l'effet photo-électrique est plus élevée pour les photons énergétiques
- D) L'effet Compton est un transfert total de l'énergie du photon incident à un électron de la matière
- E) Les items A,B,C,D sont faux

QCM 15 : Concernant la création de paire :

- A) Elle concerne les photons peu énergétiques
- B) Elle a un seuil énergétique de 1022 MeV
- C) La réaction inverse correspond à la réaction d'annihilation
- D) La diffusion de Thomson-Rayleigh est un simple changement de direction du photon incident
- E) Les items A,B,C,D sont faux

QCM 16 : (QCM tiré des annales)

Quelle est en nanomètres, la longueur d'onde du photon de désexcitation d'un atome d'hydrogène par passage de l'électron de la couche M à la couche L dans le modèle de Bohr ?

- A) 834
- B) 656
- C) 240
- D) 424
- E) 136

QCM 17 : Quelles sont les réponses exactes ?

- A) Dans l'effet Compton, quand l'angle de déviation θ du photon est proche de 0 c'est-à-dire choc frontal la totalité de l'énergie est diffusée
- B) Quand on change de milieu, la courbe de la probabilité d'atténuation globale se modifie principalement à cause de la création de paire
- C) Les neutrons thermiques sont victimes de la capture radiative
- D) La particule alpha possède un pic de Bragg car c'est une particule chargée
- E) Les items A,B,C,D sont faux

QCM 18 : Quelles sont les réponses exactes ?

- A) Les photons ont un caractère directement ionisant
- B) L'électron de Auger et le photo-électron sont issus du même phénomène
- C) Le seuil énergétique de la création de paire est de 1,022 keV
- D) La diffusion de Thomson-Rayleigh change la direction du photon incident
- E) Les items A,B,C,D sont faux

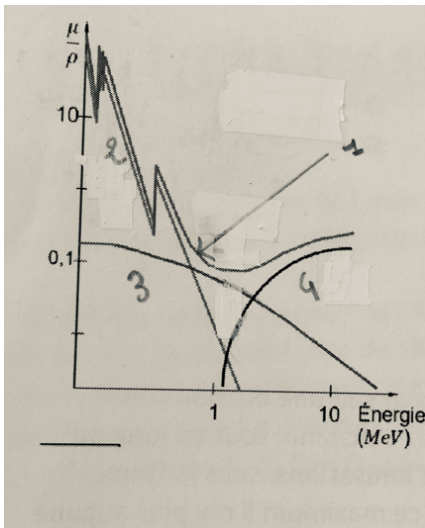
QCM 19 : Concernant la loi d'atténuation et la CDA :

- A) La CDA correspond à l'épaisseur de matière diminuant d'un facteur 2 le faisceau de photons initial
- B) L'absorption du faisceau de photons n'est jamais totale car la loi d'atténuation est linéaire
- C) 10 CDA atténuent 0,1 % des photons transmis
- D) L'effet photo-électrique est influencé par le numéro atomique des atomes
- E) Les items A,B,C,D sont faux

QCM 20 : Emiliepothèse faisait des squats (parce que garder une activité physique régulière est important) tout en bossant son cours de biophysique quand tout à coup elle eut envie de le mettre en scène : elle dispose de son doudou Pépito, un nounours fait de peluche d'Italie dont le tour de taille est 8 cm. Elle dispose également d'une maison de Barbie réalisée dans un plastique recyclable.

CDA (peluche)= 2 cm CDA (plastique)= 0,3 cm

- A) Traversé par un faisceau de photons monoénergétiques de 100keV, Pépito ne laisse passer que 6,25% des photons
- B) Non ! Au contraire, il en atténue 6,25%
- C) Emiliepothèse place Pépito dans la maison de Barbie dont le mur fait 2,4 cm d'épaisseur, cette fois ci le faisceau de photons traversant respectivement le mur puis l'ourson, le nombre de photons transmis est négligeable
- D) Emilie va défoncer le concours (à compter vrai évidemment)
- E) Les items A, B, C,D sont faux

QCM 21 : Concernant le graphique : Z fer=26 et Z plomb= 82

- A) La courbe n°1 correspond à l'effet photo-électrique
- B) La courbe n° 4 correspond à la création de paire
- C) La courbe n° 2 correspond à la diffusion de Thomson Rayleigh
- D) Le mécanisme d'atténuation illustré par la courbe n°2 est plus probable pour le plomb que le fer
- E) Les propositions A,B,C,D sont fausses

QCM 22 : Repérez les réponses exactes : (inspiré des annales)

- A) Les rayonnements électromagnétiques X d'énergie moyenne de 100keV sont ionisants
- B) Les rayonnements électromagnétiques γ d'énergie moyenne de 100 μeV sont ionisants
- C) La probabilité d'interaction par création de paire augmente avec l'énergie des photons incidents
- D) Dans l'effet Compton, l'énergie du photon diffusé est maximale lors d'un choc tangentiel
- E) Les propositions A,B,C,D sont fausses

QCM 23 : Donnez les réponses exactes :

- A) Le coefficient linéique d'atténuation μ dépend de la densité du milieu
- B) Les rayonnements visibles sont ionisants
- C) Les positons interagissent de manière balistique avec la matière
- D) Les neutrons lents peuvent donner lieu à des transformations radioactives
- E) Les propositions A,B,C,D sont fausses

QCM 24 : Pour se protéger d'un flux de photons de 511 keV, on dispose de béton dont la couche de demi-atténuation (CDA) est de 5 cm et d'os dont la CDA est 1 cm. Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?

- A) Pour avoir une atténuation identique de ce faisceau de photons, il faut un écran d'une épaisseur d'os 5 fois inférieure à celle d'un écran de béton
- B) Un écran d'une épaisseur de 500 mm de béton laisse passer moins d'un photon sur mille
- C) 5 cm d'os et 1 dm de béton laisse passer 0,78% des photons
- D) Le coefficient linéique d'atténuation de l'os est supérieur à celui du béton
- E) Les propositions A,B,C,D sont fausses

QCM 25 : Les énergies des électrons de l'atome de Tungstène ($Z=74$) sont (dans le modèle de Bohr) :

WKC – 69, 5250 keV ; WLC – 12, 0998 keV ; WMC- 2,8196 keV; WNC -0,5950 keV. Après ionisation par expulsion d'un électron k d'un atome de tungstène, quel(s) est (sont) le (les) phénomène(s) que l'on peut observer ?

- A) Un photon de fluorescence de 0,5950 keV
- B) Un photon de fluorescence de 57,4252 keV
- C) Un électron de Auger d'énergie cinétique égale à 2,2246 keV
- D) Un électron de Auger d'énergie cinétique égale à 57,4252 keV
- E) Les propositions A,B,C,D sont fausses

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

2019 – 2020 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : AD

- A) Vrai : déséxcitation de la couche K à L $\rightarrow 190-10 = 180$
 B) Faux
 C) Faux
 D) Vrai : déséxcitation de la couche K à L $\rightarrow 190-10 = 180$ puis l'électron tape dans un électron de la couche K $180-10=170$ eV

QCM 2 : AB

- A) Vrai : 5cm de béton laisse passer 50% du flux de photons initial
 B) Vrai : 16 mm de verre laisse passer 50% du flux de photons initial ⚠ Unités!!
 C) Faux : L'association de 5 cm de béton et 1,6 cm de verre atténue tous les photons ⚠ à ils ne sont jamais tous atténués; il en reste un nombre négligeable!!
 D) Faux : L'association de 5cm de béton et 1,6 cm de verre laisse passer 25% du flux de photons initial ⚠ VOCAB!! Laisse passer \neq atténue!!
 E) Faux

QCM 3 : BD

- A) Faux : Le coefficient d'atténuation linéique du plomb est inférieur à celui de l'eau à dans la formule de la CDA il est au dénominateur!!
 B) Vrai : 12 cm d'eau laissent passer 12,5% du flux de photons
 C) Faux : 40 cm de plomb atténuent tous les photons
 D) Vrai : L'association de 1,2 cm de plomb et de 12 cm d'eau atténue 96,88% des photons
 E) Faux

QCM 4 : AB

- A) Vrai : Un effet compton
 B) Vrai : Un effet photoélectrique
 C) Faux : Une création de paire/matérialisation
 D) Faux : Une émission de photon de fluorescence
 E) Faux

QCM 5 : ABCD

La méthode :

Photon de fluorescence :

- 1) $|W_K| = 284 \text{ eV}$
- 2) $|W_L| = 18 \text{ eV}$
- 3) $|W_M| = 0,1 \text{ eV}$
- 4) $|W_K| - |W_L| = 284 - 18 = 266 \text{ eV}$
- 5) $|W_K| - |W_M| = 284 - 0,1 = 283,9 \text{ eV}$
- 6) $|W_L| - |W_M| = 18 - 0,1 = 17,9$

Electron de Auger :

- 1) $284 - |W_L| = 284 - 18 = 266 \text{ eV}$
 $284 - |W_M| = 284 - 0,1 = 283,9 \text{ eV}$
- 2) $18 - |W_M| = 18 - 0,1 = 17,9 \text{ eV}$
- 3) Comme on ne parle pas de la couche N, on ne parlera pas des électrons de Auger expulsés de N
- 4) $266 - |W_L| = 266 - 18 = 248 \text{ eV}$
 $266 - |W_M| = 266 - 0,1 \text{ eV}$
- 5) $283,9 - |W_L| = 283,9 - 18 = 265,9 \text{ eV}$
 $283,9 - |W_M| = 283,9 - 0,1 = 283,8 \text{ eV}$
- 6) $17,9 - |W_M| = 17,9 - 0,1 = 17,8 \text{ eV}$

- A) Vrai : cela correspond au photon de fluorescence émis par l'arrivée d'un électron libre sur M : $E = |W_m| = 0,1 \text{ eV}$
 B) Vrai : cela correspond au photon de fluorescence émis par la transition d'un électron entre M et L : $E = |W_l| - |W_m| = 18 - 0,1 = 17,9 \text{ eV}$
 C) Vrai : c'est l'énergie cinétique de l'électron expulsé de la couche M par le photon de fluorescence provenant de l'arrivée d'un électron libre sur K : $T = |W_k| - |W_m| = 284 - 0,1 = 283,9 \text{ eV}$
 D) Vrai : cela correspond au photon de fluorescence provenant de la transition d'un électron entre M et K : $|W_k| - |W_m| = 284 - 0,1 = 283,9 \text{ eV}$
 E) Faux

QCM 6 : ACD

- A) Vrai : ce photon peut ioniser toutes les couches
 B) Faux : ce photon ne peut ioniser aucune couche
 C) Vrai : ce photon peut ioniser les couches L, M, N
 D) Vrai : ce photon peut également ioniser les couches L, M, N
 E) Faux

QCM 7: B

10% ça correspond à peu près au pourcentage de photons que laissent passer 3CDA. Alors soit tu regardes les unités en sachant que la CDA ne laisse passer que 50% des photons ce qui est supérieur à 10% donc l'épaisseur de la CDA sera forcément plus petite que celle de la couche de déci-atténuation -> une seule réponse possible B (méthode que je recommande au concours si vous n'avez plus le temps) Soit du coup tu divises l'épaisseur donnée par 3 -> réponse B

QCM 8 : BC

Rappel de la méthode :



- A) Faux : cela ne correspond à aucune transition
 B) Vrai : ça correspond au photon de fluorescence produit par l'arrivée d'un électron libre sur M
 C) Vrai : c'est l'électron de Auger expulsé de la couche M après la transition électronique entre L et M
 D) Faux
 E) Faux

QCM 9 : AD

- A) Vrai : Alors petit item de réflexion : vous savez qu'un REM est ionisant si $E \geq 13,6 \text{ eV}$ et d'après Duaneet Hunt, $E = 1240 / \lambda > 13,6$
 Donc $\lambda \leq 1240 / 13,6$ en arrondissant a $1400 / 14 \approx 100$ donc A vrai
 B) Faux : le coefficient MASSIQUE d'atténuation ne dépend pas de l'état du milieu traversé
 C) Faux : quand l'épaisseur augmente, le nombre de photons transmis diminue électron de Auger :
 D) Vrai : cours
 E) Faux

QCM 10 : AD

- A) Faux : C'était l'inverse il faut un écran d'une épaisseur de FER 1,25 fois supérieure à celle d'un écran de verre si on fait $2 / 1,6 = 1,25$ vous faites $2/16 = 0,125$ et vous rajouter $\times 10^{-1}$ (c'était 10^{-1} au dénominateur donc en le mettant au numérateur ça devient 10^1) le calcul tombait juste c'est pour ça que je vous l'ai mis il était juste un peu long.
 B) Faux : ATTENTION VOCAB transmettent et non pas atténuent
 C) Faux : 16cm de fer = 8 CDA on fait $100/2^8 = 100/256 \approx 100/300 = 0.33\%$
 D) Vrai : cela correspond à 4CDA, on fait : $100/2^4 = 100/16 = 6.25\%$ ca maise passer 6.25% ou atténue 93,75% des photons. Je rappelle que ceux comme moi qui n'aiment pas appliquer la formule, je vous conseille d'apprendre la tableau par coeur.
 E) Faux

QCM 11 : AB

La méthode :

Photon de fluorescence :

7) $|W_K| = 98,3 \text{ eV}$

8) $|W_L| = 35,9 \text{ eV} = A$

9) $|W_M| = 14,4 \text{ eV}$

10) $|W_K| - |W_L| = 98,3 - 35,9 = 62,4 \text{ eV}$

11) $|W_K| - |W_M| = 98,3 - 14,4 = 83,9 \text{ eV}$

12) $|W_L| - |W_M| = 35,9 - 14,4 = 21,5 \text{ eV}$

Electron de Auger :

7) $98,3 - |W_L| = 98,3 - 35,9 = 62,4 \text{ eV} = B$

8) $98,3 - |W_M| = 98,3 - 14,4 = 83,9 \text{ eV}$

9) $35,9 - |W_M| = 35,9 - 14,4 = 21,5 \text{ eV}$

9) Comme on ne parle pas de la couche N, on ne parlera pas des électrons de Auger expulsés de N

10) $62,4 - |W_L| = 62,4 - 35,9 = 26,5 \text{ eV} = C$

11) $62,4 - |W_M| = 62,4 - 14,4 = 48 \text{ eV}$

12) $83,9 - |W_L| = 83,9 - 35,9 = 48 \text{ eV}$

13) $83,9 - |W_M| = 83,9 - 14,4 = 69,5 \text{ eV}$

14) $21,5 - |W_M| = 21,5 - 14,4 = 7,1 \text{ eV}$

A) Vrai : cela correspond au photon de fluorescence émis par l'arrivée d'un électron libre sur LB) Vrai : cela correspond à l'électron de Auger expulsé sur la couche L par le photon de fluorescence provenant de l'arrivée d'un électron libre sur KC) Vrai : cela correspond à l'électron de Auger expulsé sur la couche L par le photon de fluorescence provenant de la transition électronique entre K et LD) Faux : ATTENTION un photon de fluorescence ne peut pas avoir une énergie négative !!!E) Faux**QCM 12 : ACD**

Faites la même méthode que précédemment

A) Vrai : c'est le photon de fluorescence provenant de la transition électronique entre les couches L et MB) Faux : il n'y a pas d'électron de Auger avec cette énergie cinétiqueC) Vrai : celui expulsé de M après la transition électronique entre K et L et celui expulsé de L après la transition électronique entre K et MD) Vrai : c'est celui expulsé de M après la transition électronique entre K et ME) Faux**QCM 13 : AD**A) Vrai : cela correspond à 2 CDA au total et 2 CDA laissent passer 25% des photons mais en atténuent 75%.B) Faux : 50 cm de papier correspondent à 5 CDA soit on sait que 5 CDA laissent passer 3,125% des photons soit on applique la formule : $100 / 2^5 = 100 / 32$ (et là bonne chance pour calculer ça mdr mais ça fait 3,125)

Autre astuce : si vous regarder bien à chaque fois on divise par 2 le pourcentage de photons qui passent : d'abord c'est 50% (pour 1 CDA), puis 25% (pour 2 CDA), puis 12,5% (pour 3 CDA) etc...

C) Faux : ATTENTION aux unités c'est 10 cm de papier la CDA !D) Vrai : 4000 mm de coton correspondent à 400 cm de coton ce qui équivaut à 10 CDA de coton donc le nombre de photons transmis est négligeableE) Faux**QCM 14 : E**A) Faux : pour avoir une ionisation l'énergie du photon incident doit être supérieure à l'énergie de liaison de l'électron ce qui permet de l'arracher. Le photon peut très bien avoir une énergie

supérieure à celle de la couche où se trouve l'électron sans pour autant provoquer une ionisation

B) Faux : l'énergie absorbée n'est pas quantifiée lors d'une ionisation ; il suffit qu'elle soit supérieure à l'énergie de liaison de l'électronC) Faux : elle est plus élevée pour les photons de faible énergie (l'énergie du photon est au dénominateur)D) Faux : c'est un transfert partielE) Vrai

QCM 15 : C

- A) Faux : elle concerne les photons très énergétiques (+ de 1022 keV)
 B) Faux : elle a un seuil énergétique de 1,022 MeV ATTENTION aux unités
 C) Vrai
 D) Faux : en soit c'est vrai mais dans l'énoncé on parle de la création de paire désolée....
 E) Faux

QCM 16 : B

Pour connaître la longueur d'onde grâce à l'énergie on utilise la formule de Duane et Hunt. Dès qu'on vous demande la longueur d'onde en nm c'est cette formule qu'il faut utiliser.

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

$$E = |W_L| - |W_M| = \frac{13,6 \times 1^2}{2^2} - \frac{13,6 \times 1^2}{3^2} = \frac{13,6}{4} - \frac{13,6}{9} = 13,6 \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right) = 13,6 \left(\frac{1 \times 9}{4 \times 9} - \frac{1 \times 4}{9 \times 4} \right) = 13,6 \left(\frac{9}{36} - \frac{4}{36} \right) = 13,6 \times \frac{5}{36}$$

N.B : pour trouver $|W_L|$ et $|W_M|$ on utilise la formule du cours particules, ondes, atomes à savoir $\frac{13,6 \times Z^2}{n^2}$

Je vous pose la division :

50	36
140	0,13
...	

Les couleurs correspondent aux différentes étapes d'abord noir puis vert puis bleu. Donc $5/36 \approx 0,13$

$$13,6 \times 0,13 = 1,768 \approx 1,8 \approx 2$$

Donc $E = 1240 / 2 \approx 620 \text{ nm}$ donc réponse B

Je voulais vous mettre ce QCM car il est tombé plusieurs fois au concours et si on ne sait pas le résoudre c'est embêtant donc maintenant vous n'avez plus d'excuses J Là j'ai énormément détaillé pour vous ; dites-moi si c'est utile que je le fasse à ce point.

QCM 17 : C

- A) Faux : quand θ est proche de 0 c'est le choc tangentiel et non frontal
 B) Faux : la courbe de la probabilité d'atténuation globale se modifie principalement à cause de l'effet photo-électrique car lui seul dépend du Z !!
 C) Vrai
 D) Faux : elle possède effectivement un pic de Bragg mais pas parce qu'elle est chargée mais parce qu'elle est chargée positivement

QCM 18 : D

- A) Faux : les photons sont des REM donc sont non chargés et par conséquent indirectement ionisants
 B) Faux : tous deux sont expulsés de l'atome à cause d'un photon mais pour l'électron de Auger c'est un photon de fluorescence provenant d'un réarrangement électronique alors que pour le photoélectron c'est un photon « se baladant » qui vient interagir avec la matière
 C) Faux : c'est 1,022 MeV ou 1022 keV ATTENTION A CET ITEM POUR LE CC !!!!
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 19 : AD

- A) Vrai : c'est la def
 B) Faux : la loi d'atténuation est exponentielle c'est bien pour ça que l'absorption n'est jamais totale car la courbe n'atteint jamais 0 (souvenirs des maths au lycée J)
 C) Faux : après 10CDA il y a 0,1% de photons transmis
 D) Vrai : c'est vrai mais pas dans le contexte de l'énoncé (mais apparemment le prof ne fait pas de piège énoncé)
 E) Faux

QCM 20 : ACD

- A) Vrai : Pépito fait 8 cm de tour de taille, cela correspond à 4CDA donc Pépito laisse passer 6,25% des photons et en atténue 93,75% des photons
- B) Faux : voir A
- C) Vrai : on a les 4CDA de Pépito + les 8 CDA du mur en plastique de la maison car 2,4 cm correspond à $8 \times 0,3$ donc au total on a 12 CDA et on sait qu'à partir de 10 CDA le nombre de photons transmis est négligeable
- D) Vrai
- E) Faux

Désolée pour ce QCM un peu bizarre, je sais que certains aiment, d'autres détestent en tout cas dites vous que si vous avez réussi ce QCM sans être perturbé par son aspect non conventionnel vous pouvez réussir n'importe quel QCM sur les CDA !!

PS : les valeurs utilisées sont totalement inventées.

QCM 21 : BD

- A) Faux : elle correspond à la probabilité d'atténuation globale
- B) Vrai
- C) Faux : la diffusion de Thomson Rayleigh n'est pas représentée ici
- D) Vrai : la courbe n°2 correspond à l'effet photo—électrique qui est bel et bien plus probable pour du plomb ($Z=82$) que pour du fer ($Z=26$)
- E) Faux

QCM 22 : ACD

- A) Vrai : Les rayonnements électromagnétiques X, γ , UV sont ionisants à partir de 13,6 eV
- B) Faux : Voir A
- C) Vrai : c'est du cours
- D) Vrai : c'est du cours aussi
- E) Faux

QCM 23 : AD

- A) Vrai : le coefficient linéique d'atténuation dépend de l'état du milieu (densité, compression etc...)
- B) Faux : dans les REM, si on place la limite à 13,6 eV les RI sont les rayons X, gamma et une partie des UV
- C) Faux : les positons sont des particules chargées donc elles interagissent de manière OBLIGATOIRE avec la matière
- D) Vrai : un neutron lent est victime de la capture radiative, les noyaux possédant alors un neutron en plus deviennent radioactifs
- E) Faux

QCM 24 : ABCD

- A) Vrai : ici on cherche à comparer les deux matériaux, pour cela il faut trouver une épaisseur qui atténue le même nombre de photons pour les 2 matériaux à énoncé 1cm pour l'os et 5cm pour le béton atténue 50% des photons. Maintenant, il faut comparer les deux épaisseurs, on voit bien qu'il faut 5 fois plus de béton que d'os pour atténuer le même nombre de photons. Donc (si on vous pose la question), ici l'os est plus efficace (car il atténue autant de photons que le béton pour une plus petite épaisseur)
- B) Vrai : 500mm de béton= 50 cm de béton= 10CDA (béton) donc le nombre de photons transmis est négligeable, cette épaisseur laisse passer moins d'un photon sur mille
- C) Vrai : 5 cm d'os= 5 CDA (os) et 1dm béton= 10 cm béton=2CDA (béton) au total on a donc 7 CDA.
Nombre de photons atténués = $100/2^7 = 0,78$ donc cela laisse bien passer 0,78% des photons. J'ai fait exprès de faire un exemple où c'était difficile de calculer, il n'y a pas d'astuce ou quoi pour nous aider à part faire un encadrement : 7 CDA c'est compris entre 10CDA= laisse passer 0,1% et 5CDA= laisse passer 3,125%, là il faut le savoir... Je vous l'ai fait pour vous entraîner mais ça m'étonnerait fortement que les profs fassent tomber au-delà de 5CDA
- D) Vrai : la CDA et le coefficient linéique sont inversement proportionnels et comme $CDA(os) < CDA(béton)$, $\mu(os) > \mu(béton)$
- E) Faux

QCM 25 : ABCD

Je n'ai pas pu vous mettre la correction pour ce QCM mais vous pouvez la retrouver dans la correction du CCB 2 c'est le QCM 12

3. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Rayons X

2019 – 2020 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : Donnez les propositions exactes :

- A) Les rayons X sont des électrons produits par l'interaction des photons avec la matière
- B) Les rayons X produit par freinage ont un spectre de raies
- C) Les rayons X produit par collisions avec les noyaux ont un spectre de raies
- D) Le rayon X produit lors de l'interaction par collision est dit caractéristique de la cible
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 2 : A propos du tube à rayons X

- A) C'est un dérivé du tube de Bohr
- B) Les photons se déplacent de la cathode à l'anode
- C) Le courant anodique est de l'ordre du milli ampère
- D) On préfère une anode avec un Z faible
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 3 : Quelles sont les propositions exactes :

- A) Les rayons X sont des photons produits par effet photo-électrique
- B) Les rayons X sont des photons produits par effet Compton avec les électrons de la matière
- C) La haute tension est de l'ordre de 50 à 150 KeV
- D) L'énergie cinétique de l'électron (en eV) est numériquement égale à la haute tension (en V)
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 4 : Dans un tube à rayons X

- A) L'interaction des électrons avec la cible produit une forte quantité de chaleur, ce qui conduit à un rendement de quelque % seulement
- B) La valeur de l'énergie maximale du photon X émis peut être déterminé à partir de l'intensité du courant anodique
- C) La puissance rayonnée est proportionnelle au carré de la haute tension
- D) Le rendement du tube à rayons X est proportionnel au numéro atomique de la cible
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 5 : Soit une expérience utilisant un tube de Crookes à la pression 10^{-2} atm

- A) On observe des décharges électriques
- B) On observe une fluorescence verte
- C) Les décharges sont dues aux ionisations excitations des molécules de gaz
- D) La fluorescence verte est liée aux raies caractéristiques du verre
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 6 : Un tube à rayons X fonctionne sous une tension de 124 kV. Quelle est, en nm, la longueur d'onde minimale des photons émis

- A) $10 \cdot 10^{-3}$
- B) $4 \cdot 10^{-5}$
- C) 0,01
- D) 12,4
- E) $7,5 \cdot 10^{-3}$

QCM 7 : Calculez le flux énergétique d'un tube à rayons X avec une cible en Tungstène ($Z=74$) soumis à une haute tension de 80 kV.

Données : $k= 2 \cdot 10^{-6}$ $i= 3$ mA

- A) $1,7 \cdot 10^3$
- B) $3,5 \cdot 10^5$
- C) $0,8 \cdot 10^{-3}$
- D) $1,42 \cdot 10^3$
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 8 : Calculez le rendement d'un tube à rayons X avec une anode en molybdène ($Z=42$) sous une haute tension de 70 kV.

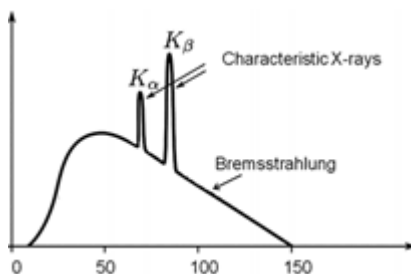
Données : $i = 0,6 \text{ mA}$ et $k = 3.10^{-6}$

- A) 4,410
- B) 8,820
- C) 5,67
- D) $8\,820.10^{-3}$
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 9 : Quelles sont les valeurs modifiées sur le spectre des rayons X si on augmente le milli-ampérage :

- A) L'énergie maximale de l'électron
- B) Les raies
- C) Le flux énergétique
- D) Le rendement
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 10 : Un tube à rayons X composé d'une anode en tungstène et d'une cathode en aluminium produit le spectre ci-dessous. Quelles sont les propositions exactes ?



- A) L'énergie maximale de l'électron
- B) Les raies
- C) Le flux énergétique
- D) Le rendement
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 11 : Soit un tube à RX avec une anode en Tungstène ($Z=74$) qui fonctionne sous régimes différents

-Régime 1 : Tension $U = 50 \text{ kV}$ / Courant anodique = 50 mA

-Régime 2 : Tension $U = 100 \text{ kV}$ / Courant anodique = 30 mA

-Régime 3 : Tension $U = 100 \text{ kV}$ / Courant anodique = 10 mA

Relu par les professeurs

- A) La puissance consommée par le régime 2 est 3 fois supérieur à la puissance du régime 3
- B) Le rendement du régime 1 est deux fois supérieur au rendement du régime 2
- C) Les électrons du régime 2 ont une énergie mécanique deux fois supérieure aux électrons du régime 1
- D) Les raies caractéristiques seront différentes entre le régime 1 et le régime 2 car les hautes tensions ne sont pas les mêmes.
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 12 : Un tube à RX à anode de Tungstène fonctionne sous 3 régimes différents, donnez les propositions exactes

Tube 1 : $U = 30 \text{ kV}$ / $i = 20 \text{ mA}$

Tube 2 : $U = 120 \text{ kV}$ / $i = 10 \text{ mA}$

Tube 3 : $U = 150 \text{ kV}$ / $i = 10 \text{ mA}$

- A) Le rendement du tube 2 est deux fois supérieur au tube 1
- B) La puissance consommée par le tube 3 est trois fois supérieure à celle consommée par le tube 1
- C) La puissance rayonnée par le tube 1 est quinze fois supérieure à la puissance consommée par le tube 2
- D) L'énergie maximale des photons X du tube 1 est cinq fois inférieure à l'énergie des photons du tubes 3
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 13 : Donnez les propositions exactes :

- A) Les RX sont définis comme une imagerie de transmission
- B) Le débit de fluence correspond à l'énergie rayonné divisé par la surface traversée
- C) Lorsque les photons traversent l'organisme ils peuvent : ne faire aucune interaction, faire un effet Compton, un effet photo-électrique, une création de paire
- D) Les RX sont des rayonnements directement ionisants
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 14 : A propos des RX donnez les propositions exactes :

- A) Les photons transmis forment l'image radiologique qui est virtuelle
- B) L'écran luminescent permet aux photons d'interagir avec la matière ainsi ils perdent de l'énergie et par conséquence augmentent leur longueur d'onde et deviennent visibles
- C) L'ostéodensitométrie est un exemple d'appareillage utilisant les RX permettant de mesurer la densité calcique de l'os
- D) C'est la différence d'effet photoélectrique qui va déterminer le contraste que l'on va voir sur l'image radiologique
- E) Les propositions A, B, C, D et E sont fausses

QCM 15 : La surface limitée par la courbe de densité spectrale en rayonnement émis par un générateur de rayons X a pour expression : (*inspiré des annales*)

- A) kiZ^2
- B) kiZ^2U^2
- C) $KiZU^2$
- D) $kiZU^2/2$
- E) $KiZU2/2$

QCM 16 : Quelles sont les modifications du spectre des RX émis par un tube à RX lorsque l'on diminue la haute tension ?

- A) Le rendement du tube ne change pas
- B) L'énergie maximale des RX diminue
- C) Le flux énergétique diminue
- D) L'énergie des raies caractéristiques est inchangée
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 17 : Donnez la ou les propositions justes :

- A) Les électrons ont un caractère obligatoire d'interaction avec la matière
- B) Les électrons interagissent principalement par collision proximales avec d'autres électrons de la matière
- C) Un faisceau de photons X d'énergie de 900 meV est un rayonnement non ionisant
- D) Un faisceau de photons X d'énergie de 188 MeV est un rayonnement directement ionisant
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 18 : A propos des rayons X

- A) Dans l'interaction par freinage, avec l'interaction coulombienne, l'électron subit une accélération centrifuge
- B) Les rayons X produits par freinage ont un spectre continu car $h\nu$ peut prendre toutes les valeurs de 0 à T
- C) Les rayons X produits par collision avec le noyau ont un spectre de raies
- D) Ce qui différencie les 2 types d'interactions ce sont les masses des particules chargées
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 19 : A propos des rayons X

- A) Dans un tube à rayons X les photons sont accélérés de la cathode à l'anode
- B) Les rayons X sont des photons émis lors de la désexcitation de la matière
- C) Les rayons X sont des électrons produits par l'interaction des photons avec la matière
- D) L'électron mis en mouvement par l'électron incident ne peut pas produire de rayons X car il n'a pas assez d'énergie
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 20 : A propos du tube à rayons X

- A) Dans l'anode circule un courant de chauffage noté I_c
- B) Les électrons sont accélérés de la cathode à l'anode par le milli-ampérage
- C) La cathode est le lieu d'interaction entre les électrons et la matière
- D) Le filtre métallique absorbe les rayons X de fortes énergies pour éliminer les rayonnements ionisants
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 21 : A propos des spectres

- A) En abscisse on retrouve l'énergie $E = U = T$
- B) Le spectre continu réel rejoint le spectre théorique mais ne le suis pas pour les énergies faibles
- C) Si j'augmente le kV alors le spectre continu et de raies seront modifiés
- D) Si j'augmente le courant de chauffage I_c le spectre sera modifié
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 22 : A propos du rendement d'un tube à rayon X, donnez-la (les) proposition(s) juste(s) :

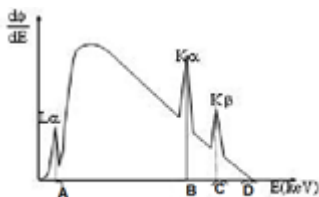
- A) La puissance consommée dépend de la nature de l'atome
- B) La puissance consommée dépend de l'énergie cinétique des électrons
- C) La puissance consommée dépend de la haute tension accélératrice des électrons
- D) La puissance consommée dépend du courant anodique du tube à rayon X
- E) Toutes les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

QCM 23 : Pour diviser par 4 la puissance rayonnée d'un tube à RX en modifiant qu'un seul paramètre on peut :

- A) Choisir une anode avec un numéro atomique Z 4 fois plus petit
- B) Choisir un kilo-voltage 2 fois plus petit
- C) Diviser la haute tension par 4
- D) Utiliser un milli-ampérage 4 fois plus grand
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 24 : Donnez la ou les propositions exactes :

- A) La majorité des photons émis vont traverser la matière en faisant de nombreuses interactions avec celle-ci
- B) Les autres photons vont être absorbés et vont réaliser des effets Compton, photo-électrique et créations de paires
- C) C'est l'effet Compton qui est responsable du contraste
- D) Non, c'est l'effet photo-électrique !
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 25 : Un tube à RX avec une anode en Tungstène fonctionne sous une haute tension de 90 kV. Les énergies de liaisons des électrons de l'atome de Tungstène sont $|W_k| = 84$ $|W_l| = 69$ $|W_m| = 35$ 

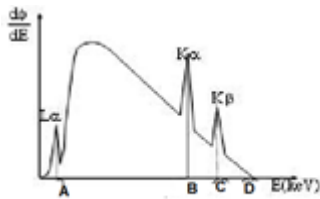
- A) 1 = 15
- B) 2 = 34
- C) 3 = 69
- D) 4 = 90
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 26 : Soit le spectre énergétique d'un tube à rayons X composé d'une anode en tungstène.

Le tube à RX fonctionne sous une haute tension de 120 kV. Dans le modèle de Bohr les énergies de liaison des électrons du tungstène sont :

$$|W_K| = 88 \quad |W_L| = 10 \quad |W_M| = 4 \quad |W_N| = 0,5$$

Quelles sont (en keV) les valeurs possibles des points a b c et d repérés sur le spectre ci-dessous?



Tombé 2 fois depuis 2008

- A) a= 4; b= 78; c= 84; d= 88
- B) a= 4; b= 87,5; c= 88; d= 100
- C) a= 6 ; b= 78; c = 88; d= 120
- D) La composante continue n'est pas caractéristique de la cible
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 27 : A propos du tube à RX donnez les propositions exactes :

Fonctionnement du tube a RX tombé 3 fois depuis 2008

- A) Sous l'effet du courant de chauffage et de la haute tension les électrons sont arrachés de la cathode
- B) Les électrons sont accélérés à la cathode
- C) Les électrons vont interagir avec la matière par des effets photo-électrique, Compton et Création de paires
- D) Le tube est rempli d'une substance verte fluorescente
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 28 : Dans un tube à rayons X

- A) L'interaction des électrons avec la cible produit une forte chaleur, ce qui conduit à rendement de quelques % seulement
- B) La valeur de l'énergie maximale du photon X émis peut être déterminé à partir de l'intensité du courant anodique
- C) La puissance rayonnée est proportionnelle au carré de la haute tension
- D) Le rendement du tube à rayons X est proportionnel au numéro atomique de la cible
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 29 : Les rayons X sont ...

- A) Des ondes électromagnétiques
- B) Sont produits par l'interaction des photons avec les électrons d'une cible
- C) Des rayonnements ionisants
- D) Sont susceptibles d'interagir avec la matière par effet photo-électrique / Compton / Création de paires
- E) Toutes les propositions sont fausses

Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Rayons X**2019 – 2020 (Pr. Darcourt)****QCM 1 : D**

- A) Faux : c'est des **photons** qui sont produits par l'interaction des **électrons** avec la matière
B) Faux : Spectre continu
C) Faux : les électrons ne font pas des collisions avec les **noyaux** mais avec les **électrons** de la matière
D) Vrai
E) Faux

QCM 2 : C

- A) Faux : pas du tout ! c'est un dérivé du tube de Coolidge
B) Faux : ce sont les **électrons** qui se déplacent de la cathode à l'anode
C) Vrai : on parle de milli ampérage
D) Faux : au contraire on choisit une anode avec un Z élevé car pas de il aura bcp d'électron et donc pourra interagir avec les électrons du tube et produire plus de rayons X que si le Z est faible
E) Faux

QCM 3 : D

- A) Faux : attention les rayons X ne sont pas du tout produits par effet photoélectrique ou Compton qui sont des mécanismes d'atténuations des photons !! Ils sont produits par freinage avec le noyau ou collisions avec les électrons de la matière.
B) Faux
C) Faux : pour la haute tension on parle aussi de kilovoltage or ici je vous ai mis comme unité le KeV
D) Vrai
E) Faux

QCM 4 : ACD

- A) Vrai
B) Faux : déterminé par la haute tension
C) Vrai : $K\alpha ZU^2$
D) Vrai : KZU
E) Faux

QCM 5 : AC

- A) Vrai
B) Faux : ça c'est sous vide poussé
C) Vrai
D) Faux : la fluo verte est due aux raies caractéristiques du verre mais on l'observe pas à 10^{-2} atm
E) Faux

QCM 6 : AC

- A) Vrai
On utilise la relation de Duane et Hunt : $E \text{ (eV)} = 1240 / \lambda \text{ (nm)}$
 $\lambda_{\min} = E_{\max}$
 $E_{\max} \text{ (KeV)} = U \text{ (kV)}$ et $E_{\max} = 124 \text{ keV}$
 $\lambda_{\min} = 1240 / 124 \cdot 10^3 = 10 \cdot 10^{-3} = 1 \cdot 10^{-2} = 0.01 \text{ nm}$
B) Faux
C) Vrai
D) Faux
E) Faux

QCM 14 : BCD

- A) Faux : les photons transmis forment l'image radiante virtuelle qu'il faut transformer en image radiologique réelle
B) Vrai
C) Vrai
D) Vrai
E) Faux

QCM 15 : CD

La surface délimitée par la courbe de densité spectrale en rayonnement émis par un générateur de rayons X ça donne :

La surface délimitée par la courbe due aux rayonnements de freinage et de collisions représenté par le spectre -> flux énergétique = puissance rayonnée

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

QCM 16 : BCD

- A) Faux : le rendement r dépend de Z et de la haute tension U ainsi si U diminue -> rendement diminue aussi
B) Vrai
C) Vrai : $\phi = k_i Z U^2 / 2$
D) Vrai
E) Faux

QCM 17 : C

- A) Vrai : ils sont chargés
B) Faux : les électrons interagissent principalement par collisions lointaines
C) Vrai : $900 \text{ meV} = 0,9 \text{ eV} < 13,6 \text{ eV}$ -> REM non ionisant
D) Faux : Photons -> REM non chargés donc **indirectement** ionisant
E) Faux

QCM 18 : BD

- A) Faux : on parle d'accélération centripète
B) Vrai
C) Faux : collisions avec les électrons de la matière
D) Vrai
E) Faux

QCM 19 : B

- A) Faux : ce sont les **électrons** qui sont accélérés dans le tube
B) Vrai
C) Faux
D) Faux : l'électron mis en mvt peut aussi produire des RX
E) Faux

QCM 20 : E

- A) Faux : dans la cathode
B) Faux : par la haute tension U
C) Faux : c'est l'anode = cible
D) Faux : aucun rapport il absorbe les RX de faibles énergies
E) Vrai

QCM 21 : ACD

- A) Vrai
 B) Vrai
 C) Faux : Seulement le spectre continu, les raies ne sont pas modifiées par le kV
 D) Vrai : si I_c augmente $\rightarrow i$ augmente \rightarrow le flux augmente
 E) Faux

QCM 22 : BCD

- $P = U_i$
 A) Faux
 B) Vrai
 C) Vrai
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 23 : AB

- Ici on utilise : $\phi = k i Z U^2 / 2$
 A) Vrai
 B) Vrai
 C) Faux : car ici la haute tension est au carré au aurait divisé la puissance rayonnée par 16
 D) Faux : ϕ est proportionnel à i donc on aurait dû choisir un milli-ampérage 4 fois plus petit
 E) Faux

QCM 24 : D

- A) Faux : la plupart des photons au contraire vont traverser la matière sans interactions car ce sont des rayonnements non chargés et que la matière est pleine de vide
 B) Faux : pas de création de paires car les photons n'ont pas assez d'énergie
 C) Faux : dans la formule de proba de l'effet compton le Z n'intervient pas
 D) Vrai : dans la formule de proba de l'effet photo-électrique le Z apparait au cube donc il y aura une différence entre l'os qui a un Z élevé et les tissus mous.
 E) Faux

QCM 25 : ABCD

- A) Vrai : excitation de la couche K à L $\rightarrow |84| - |69| = 15$
 B) Vrai : excitation de la couche L à M $\rightarrow |69| - |35| = 34$
 C) Vrai : 69 est possible s'il y a ionisation de la couche L Pour la B et la C les valeurs sont possibles mais il aurait fallu mettre d'abord 34 et ensuite 69 car les valeurs sont rangées par ordre croissant
 D) Vrai : l'énergie max de l'électron = E_{max} en keV = Haute tension en U
 E) Faux

QCM 26 : CD

Tips 1 : pour aller plus vite on regarde l'énergie max car on sait que **$T_{max} [eV] = U_{max} [V]$** . Ca permet d'éliminer rapidement quelques items sans se lancer dans les calculs des réarrangements.
 Ensuite on regarde tous les photons de fluo qui peuvent être émis

$$W_k = 88 / W_k - W_l = 78 / W_k - W_m = 84 / W_k - W_l = 87,5$$

$$W_l = 10 / W_l - W_m = 6 / W_l - W_n = 9,5 \dots \text{Ainsi de suite}$$

- A) Faux
 B) Faux
 C) Vrai
 D) Vrai : La composante continue n'est pas caractéristique de la cible. Ce sont les raies qui sont le sont. Lorsqu'un électron du tube vient taper dans un électron de la matière soit il l'excite soit il l'ionise. Dans tous les cas pour revenir à l'état fondamental : émission d'un photon X caractéristique de la cible

QCM 27 : A**Récap du fonctionnement du tube à RX :**

Courant de chauffage -> effet thermo électronique + **haute tension** : arrache les électrons de la cathode.

Les électrons sont accélérés par la haute tension de la **CATHODE vers L'ANODE** -> création du courant anodique i (milliampérage) on ne le confond pas avec le courant de chauffage (0,5 – 1 A)

Anode : lieu d'interaction entre les électrons du tube et les électrons de la matière. Production des

rayonnements électromagnétique -> RAYONS X. Grande production de chaleur ++ Le rendement seulement de quelques pourcents

A) Vrai : **cette notion vous a un peu perturbé mais c'est bien vrai et écrit dans la diapo je vous laisse voir dans le récap**

B) Faux

C) Faux : les électrons sont des **particules chargées** ils vont faire des :

-> interactions de collisions avec les autres électrons de la matière. RX caractéristique de la cible -> interactions de freinage avec les noyaux de la matière. Electrons (chargé -) attirés par le noyau (chargé +)

D) Faux : le tube est sous vide poussé

E) Faux

QCM 28 : ACD

A) Vrai : **c'est pour ça qu'on choisit un métal avec un point de fusion élevé** et un système de dispersion de la chaleur tel que **une anode tournante**

B) Faux : déterminé par la haute tension. Énergie cinétique T (eV) = haute tension U (V)

C) Vrai : $K\alpha$ ZU^2 Revoyez bien vos petites formules +++++

D) Vrai : $K\alpha$

E) Faux

QCM 29 : AC

A) Vrai : les RX sont des photons -> Rayonnement électromagnétique

B) Faux : produits par l'interaction des électrons avec les électrons et noyau de la cible

C) Vrai : niveaux énergétique supérieurs à 13,6 eV

D) Faux : les RX ne sont pas assez énergétiques pour faire des créations de paires

E) Faux

4. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Noyau

2019 – 2020 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : Quelle est en MeV la valeur la plus proche de l'énergie de liaison par nucléons du noyau de Fluor ($Z=9$).

$M(\text{proton})=1,007$ / $m(\text{neutron})= 1,009$ / $m(\text{électron}) = 0,00055$ / $M(\text{fluor})= 18,998$ / $M(1,1)= 1,00783$

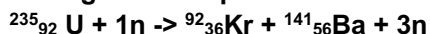
- A) 151
- B) 8
- C) 16
- D) 1098
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 2 : Quelle est l'énergie de liaison des nucléons de l'atome d'Arsenic ($Z=33$) sachant que la masse atomique est de 74,9216.

Données : $m(\text{proton})= 1,00728$ $m(\text{électron}) = 0,00055$ $m(\text{neutron}) = 1,009$ $M(\text{hydrogène}) = 1,00783$
 $M(\text{arsenic})= 74,9216$

- A) 500
- B) 666
- C) 938
- D) 730
- E) 821

QCM 3 : La bombe atomique surnommée Fat man fut utilisé lors de la seconde guerre mondiale pour bombarder Hiroshima et Nagasaki en août 1945 par les Américains. A propos de cette bombe, calculez l'énergie délivré par la fission de l'uranium-235.



$M(235,92)= 235,0529$ $M(92,36)=91,9261$ $M(141,56)= 140,9144$ $m(\text{neutron})=1,009$

- A) 1066 MeV
- B) 181 MeV
- C) 0,783 MeV
- D) 325 KeV
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 4 : Quelle est l'énergie de liaison du noyau (en KeV) du noyau de Radon ${}_{86}\text{Rn}$?

On donne masse atomique : 220,0131 ; $m(\text{proton}) = 1,0072$; $m(\text{neutron}) = 1,0086$

$M(1,1) = 1,00783$

- A) 1003
- B) 1256
- C) 1490
- D) 1680
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 5 : Calculez l'énergie de liaison du noyau de l'atome de Gadolinium ($Z=64$) utilisé pour créer des contrastes en imagerie.

Relu par le professeur

Données : $M(\text{gadolinium}) = 157,25 u$

$M(1,1) = 1,00784$

$m(\text{proton}) = 1,00728$

$m(\text{neutron}) = 1,00866$

$M(\text{électron}) = 0,00055$

- A) 985
- B) 1190
- C) -1051
- D) 6,7
- E) -865

QCM 6 : Donnez les propositions exactes :

- A) Le noyau $^{14}_6\text{C}$ et $^{14}_7\text{N}$ sont isobares
- B) Le carbone $^{13}_6\text{C}$ et l'azote $^{14}_7\text{N}$ sont isotones
- C) Le carbone $^{14}_6\text{C}$ et $^{14}_7\text{C}$ sont isotopes
- D) Le noyau d'oxygène ($Z=8$) a 7 neutrons sachant que sa masse molaire est de 15.994
- E) Toutes les propositions sont fausses.

QCM 7 : A propos du graphe de l'énergie de liaison par nucléons :

- A) Le ^4_2He a un pic à 7 eV/nucléon
- B) Le carbone $^{13}_6$ est plus stable que le nickel $^{60}_{28}\text{Ni}$ car il a moins de protons
- C) Le Fer $^{56}_{26}\text{Fe}$ a un pic de 9 MeV/nucléon
- D) En abscisse on retrouve le nombre de protons
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 8 : A l'état libre, le neutron se transforme spontanément selon la réaction suivante

- A) $n \rightarrow ^1_1\text{p} + ^0_{-1}\text{e} + \text{antineutrino} + 0,78 \text{ MeV}$
- B) $n \rightarrow ^1_1\text{H} + \text{e}^- + \text{antineutrino} + 0,78 \text{ MeV}$
- C) $n \rightarrow \text{p} + \beta^- + \text{neutrino} + 0,78 \text{ MeV}$
- D) $n \rightarrow \alpha + \text{neutrino} + 0,78 \text{ MeV}$
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 9 : A propos des forces nucléaires

- A) La force électrostatique (coulombienne) est répulsive et concerne les électrons
- B) L'interaction faible est répulsive et explique les transformations radioactives isomériques
- C) L'interaction forte est attractive mais devient répulsive à très courte distance, expliquant la compressibilité du noyau
- D) L'interaction forte correspond à la mise en commun des particules d'interaction : les gluons
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 10 : Un peu d'histoire. Donnez les propositions correctes

- A) John Dalton fit la découverte de l'électron
- B) Thomson invente le modèle du "pudding"
- C) A partir du XXème siècle il y a un développement important des modèles qui font apparaître deux zones distinctes : le noyau (chargé positivement) et le nuage électronique (chargé négativement)
- D) Lors de l'expérience de Rutherford la majorité des particules alpha sont déviées à plus de 90°
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 11 : Donnez les propositions exactes

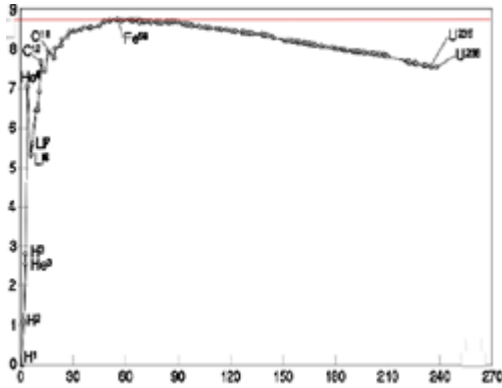
- A) Un noyau quelconque a une masse supérieure à la somme des masses de ses particules prises séparément car les gluons qui lient les nucléons dans le noyau le rendent plus lourd
- B) L'énergie de liaison entre les électrons et l'atome est de l'ordre du KeV
- C) L'interaction faible s'exerce à l'intérieur des nucléons et permet de changer la composition du noyau (par ex quand un quark up se transforme en un quark down et donne un proton)
- D) La stabilité ou l'instabilité du noyau résulte de la compétition des 4 forces au sein du noyau
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 12 : A propos des phénomènes de fusion et de fission

- A) Lorsque deux noyaux fusionnent, on obtient un gain de masse dans notre système ainsi de l'énergie est consommée
- B) La fission entraîne une augmentation de l'énergie de liaison par nucléons et une libération d'énergie dans le système
- C) Les centrales nucléaires fonctionnent avec le principe de la fission
- D) Il existe deux types de fissions : induite et spontanée (possible uniquement pour les noyaux très lourds)
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 13 : Donnez la ou les propositions exactes

- A) Le modèle en couche permet d'expliquer l'existence d'un niveau fondamental et de niveaux excités
 B) Le modèle en couche permet d'expliquer le caractère magique de certains noyaux comme le He (3,2)
 C) Les noyaux légers stables comportent autant de neutrons que de protons
 D) L'interaction faible explique le changement de composition d'un noyau lors d'une désintégration
 E) Les réponses A, B, C, D et E sont fausses

QCM 14 : A propos du graphique suivant :**Relu par les professeurs**

- A) En ordonné on retrouve l'énergie de liaison des nucléons du noyau en MeV
 B) En abscisse on retrouve le numéro atomique
 C) Les pics sur la gauche représente des noyaux stables
 D) $^{16}_8\text{O}$ et ^4_2He sont très stables car ils sont doublement magiques
 E) Les réponses A, B, C, D et E sont fausses

QCM 15 : à propos de cette table des nuclides donnez les vraies :

	X	W
V	$^{22}_{12}\text{Mg}$	
Z		Y

Sodium : Z = 11 (Na)
 Magnésium : Z = 12
 Aluminium : Z = 13

- A) $W = ^{26}_{13}\text{Al}$
 B) $X = ^{23}_{12}\text{Mg}$
 C) $Y = ^{25}_{13}\text{Al}$
 D) $Z = ^{22}_{11}\text{Na}$
 E) $V = ^{21}_{11}\text{Na}$

QCM 16 : Le niobium (Z=41) a une masse atomique de 92, 9067g. Donnez les vraies.

- A) Le noyau possède 92 nucléons (nombre de masse)
 B) L'atome compte 41 électrons
 C) Le noyau comprend 52 neutrons
 D) La masse de l'atome de niobium est à peu près $15,5 \cdot 10^{-23}$ g
 E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 17 : Soit les nuclides ^{13}Al , ^{13}Al et ^{13}Al et les masses correspondantes respectivement

$m(\text{proton}) = 1,00728$ $m(\text{électron}) = 0,00055$ $m(\text{neutron}) = 1,009$ $M(\text{hydrogène}) = 1,00783$

Tombé 5 (le calcul de l'énergie de liaison) fois depuis 2008

- A) L'énergie de liaison de l'aluminium $^{26}_{13}\text{Al}$ est 222 MeV
 B) Vous allez déchirer ce fucking concoursssssss
 C) L'énergie de liaison par nucléons de $^{26}_{13}\text{Al}$ est 9,5 MeV
 D) Le nuclide le plus stable est $^{27}_{13}\text{Al}$
 E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 18 : A propos de la table des nuclides ci-dessous, donnez les propositions exactes *Tombé 2 fois depuis 2008*

	$^{13}_8\text{O}$	X
Z		$^{11}_5\text{F}$
$^{10}_7\text{N}$	Y	

- A) X = $^{12}_8\text{F}$
B) Y = $^{11}_8\text{N}$
C) Z = $^{11}_7\text{N}$
D) Les isotones sont des noyaux ayant le même nombre de neutrons et se retrouvent dans la même diagonale
E) Toutes les propositions sont fausses

Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Noyau**2019 – 2020 (Pr. Darcourt)****QCM 1 : B**

A) Faux : on calcule d'abord le défaut de masse : $9 \times m(\text{protons}) + 10 \times m(\text{neutrons}) - M(\text{fluor}) = 9 \times 1,00783 + 10 \times 1,009 - 18,998 = 9,07047 + 10,09 - 18,998 = 19,16047 - 18,998 = 0,16247$

On calcule l'énergie de liaison $E_l = 931,5 \times \Delta M = 151 \text{ MeV}$

Maintenant on divise par le nombre de nucléons $151/19 = 7,94 \approx 8$

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

QCM 2 : B

On sait que $Z=33$ $A=$ la valeur approché de la masse atomique en u $\rightarrow 75$

Méthode 1 : On calcule le défaut de masse : $\Delta M = Z \times m_p + (A-Z) \times m_n - M(33,75) = 33 \times 1,00783 + 42 \times 1,009 = 33,25839 + 42,378 = 75,63639 - 74,9216 = 0,71479$

On calcule l'énergie de liaison : $\Delta M \times 1000 = 714 \text{ MeV}$ le plus proche de 666

Méthode 2 : on sait que l'énergie de liaison est comprise entre $[A \times 7 \text{ et } A \times 10] = [525 \text{ et } 750]$

Du coup vous avez deux items à l'intérieur.... Sorry

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

QCM 3 : B

Je calcule le défaut de masse : $\Delta M = M(235,92) + 1n - (M(92,36) + M(141,56) + 3n)$
 $= 235,0529 + 1,009 - (91,9261 + 140,9144 + 3 \times 1,009)$
 $= 236,0619 - (232,8405 + 3,027)$
 $= 236,0619 - 235,8675 = 0,1944$

On multiplie par 931,5 ou plutôt par 1000 : $0,1944 \times 931,5 = 181 \text{ MeV}$

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

QCM 4 : E**Calcul du défaut de masse**

$\Delta M(220,86) = 86 \times 0,0005 + 86 \times 1,0072 + (220-86) \times 1,0086 - 220,0131$

$\Delta M(220,86) = 0,0430 = 86,6192 + 135,1524 - 220,0131 = 1,8015 \text{ u}$

Calcul de l'énergie de liaison

$E_l = \Delta M(220,86) \times 931,5 = 931,5 \times 1,8015 = 1678 \text{ MEV!!!!}$

Petit piège énoncé désolééééééé

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

QCM 5 : A

Le gadolinium : Z=64, A=154 et N=93

On calcule d'abord le défaut de masse :

$$\begin{aligned}\Delta M &= Z \times 1,00784 + N \times 1,00866 - \text{(Gadolinium)} \\ &= 64 \times 1,00784 + 93 \times 1,00866 - 157,25 \\ &= 64,50176 + 93,80538 - 157,25 \\ &= 158,30714 - 157,25 = 1,05714\end{aligned}$$

On calcule l'énergie de liaison :

$\Delta M \times 1000 = 1057$ -> pour trouver l'énergie de liaison on multiplie normalement par 931,5 donc le résultat le plus proche est : 984 MeV et pas 1190 car le résultat est forcément plus petit que le défaut de masse x 1000

QCM 6 : AB

- A) Vrai : même A=14
- B) Vrai : même N 13-6=7 et 14-7=7
- C) Faux : 15.994 -> 16 nucléons et 16-8=8 neutrons
- D) Faux
- E) Faux

QCM 7 : E

- A) Faux : Pas en eV !!! C'est des MeV
- B) Faux : le nickel est un des éléments les plus stables avec le pic à 8.5 MeV/ nucléons
- C) Faux : Valeur limite de 8.5 MeV!!
- D) Faux : En abscisse on retrouve le nombre de nucléons
- E) vrai

QCM 8 : AB

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Faux : c'est un antineutrino
- D) Faux : pas de particule α dans cette transformation
- E) Faux

QCM 9 : D

- A) Faux : Certes les électrons subissent la force électrostatique car ils sont chargés mais on parle ici de forces nucléaires et il n'y a pas d'électrons dans le noyau
- B) Faux : Piège de merdeeeee : pas les transformations **isomériques** mais **isobariques**
- C) Faux : **Incompressibilité** du noyau !
- D) Vrai : Texte le cours
- E) Faux

QCM 10 : BC

- A) Faux : c'est Thomson
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Faux : seul une minorité sont déviées à plus de 90° (1/ 20 000)
- E) Faux

QCM 11 : B

- A) Faux : archi faux au contraire le noyau a une masse + faible que ses constituants pris séparément
- B) Vrai
- C) Faux : c'était tout juste mais attention dans la parenthèse un quark up qui se transforme en down ça donne un neutron
- D) Faux : 3 forces nucléaires pas 4
- E) Faux

QCM 12 : BCD

- A) Faux : On obtient un noyau de plus grande masse mais il y a une perte de masse dans le système. Et qui dit perte de masse dit énergie libérée
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 13 : ACD

- A) Vrai
- B) Faux : Att entre parenthèse c'est l'hélium ${}^4_2\text{He}$
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 14 : CD

- A) Faux : en ordonnée on retrouve l'énergie de liaison par nucléons !
- B) Faux : en abscisse c'est le nombre de masse A
- C) Vrai : ce sont les noyaux qui ont un Z ou un N qui correspondent à des nombres magiques
- D) Vrai : dans le cours, on a aussi le plomb 208
- E) Faux

QCM 15 : ACE

	X	W
V	${}^{24}_{12}\text{Mg}$	
Z		Y

Sodium : Z = 11 (Na)
Magnésium : Z = 12
Aluminium : Z = 13

- A) $W = {}^{34}_{13}\text{Al}$
- B) $X = {}^{23}_{11}\text{Na}$
- C) $Y = {}^{25}_{13}\text{Al}$
- D) $Z = {}^{22}_{11}\text{Na}$
- E) $V = {}^{23}_{11}\text{Na}$

QCM 16 : BCD

- A) Faux : on sait que la masse molaire atomique est de 92,9067 -> on arrondi à l'entier le plus proche : 93 nucléons
- B) Vrai : il y a autant d'électrons que de protons pour garantir l'électroneutralité (électron est de charge - et le proton de charge +)
- C) Vrai : $N = A - Z = 93 - 41 = 52$
- D) Vrai : $93 / 6,02 \times 10^{23} = 15,5 \times 10^{-23} \text{ g}$

QCM 17 : C

Alors quand on a un extrait des tables des nuclides on identifie bien les axes. Normalement c'est en abscisse Z et en ordonnée N. Je dis ça parce que dans un QCM d'annatut ils avaient inversé les deux du coup tous les noyaux d'un même élément trouvaient dans la même ligne et pas dans la même colonne. Donc je ne pense vraiment pas que le prof fasse un truc comme au concours mais voilà si ça arrive vous serez pas perdus mdr.

${}^{127}_{117}\text{N}$	${}^{13}_{8}\text{O}$	${}^{129}_{11}\text{F}$
${}^{117}_{107}\text{N}$	${}^{12}_{8}\text{O}$	${}^{11}_{11}\text{F}$
${}^{107}_{107}\text{N}$	${}^{11}_{8}\text{O}$	${}^{11}_{11}\text{F}$

Soit on refait toute sa table pour être sûr soit à l'aide des définitions qu'on connaît on cherche rapidement

Isotope : c'est **top** -> même colonne -> même nombre de **p**rotons
: dans une même colonne on retrouve toujours le même élément

Isotone : c'est monotone -> même ligne -> même nombre de **n**eutrons

Isobare : je trace une **barre** -> même diago -> même nombre de **A** (nombre de masse)

QCM 18 : AB

A) Vrai : Pour trouver l'énergie de liaison dernière fois que je refais la méthode rentrez bien dans vos petites têtes :

On cherche le défaut de masse du noyau : $\Delta M(A, Z) = Zm_e + Zm_p + (A-Z)m_n - M(A, Z) = Z \times M(1,1) + (A-Z)m_n - M(A, Z)$
 $Z = 13 \times 1,00783 + (26-13) \times 1,009 - 25,98 = 13,10179 + 13,117 - 25,98 = 0,238$

On cherche maintenant l'énergie de liaison $\Delta M(26, 13) \times 931,5 = 222$ (par mille on aurai trouvé 238)

Dans cet item c'est vrai qu'on n'est pas sûr car on demande une valeur exacte mais quand le prof fait tomber cette question il vous fait choisir entre plusieurs valeurs très éloignées les une des autres donc c'est plus facile de trouver :)

Tips 1 : on remplace $Zm_e + Zm_p$ par la masse de **l'atome d'hydrogène** car cet atome est constitué **d'un proton et d'un électron**.

Tips 2 : Atttt : ici on ne multiplie pas par 931,5 mais par **1000** et dans les items on choisit une valeur un peu inférieure car on a arrondi

Tips 3 : on oublies pas quand on a ce QCM tout d'abord on regarde si 1 item se trouve dans l'intervalle [7 x A ; 10 x A] si c'est le cas c'est gagnéééé. Vous avez gagné 3 min de calcul chiants, sinon on fait la méthode du haut

B) Vrai

C) Faux : Ici il suffit de faire l'énergie de liaison trouvée en A divisée par le nombre de nucléons :

$E_{\text{liaison}} = 222 / 26 = 8,5 \text{ MeV}$

on se rappelle dans ce genre de QCM **jamais de valeur > 8,5 MeV**

D) Faux : comment savoir quel atome est le plus stable ??? Pas besoin de tout calculer on sait que **l'atome le + léger est le + stable grâce à l'équation d'équivalence et d'énergie**

5. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Transformations radioactives

2019 – 2020 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : Concernant la radioactivité :

- A) Dans la réaction β^- qui concerne les excès de neutrons, un proton se transforme en neutron, positon et neutrino
- B) Mais non, cette transformation correspond à β^+
- C) Le positon est une particule indétectable, avec une masse et une charge négligeable
- D) La conservation de la masse dans les transformations radioactives permet d'expliquer les spectres en énergie
- E) Les items A,B,C,D sont faux

QCM 2 : Concernant les transformations isomériques

- A) Les photons gamma émis dans la radioactivité gamma sont directement d'origine nucléaire
- B) D'ailleurs, le spectre de la radioactivité gamma est un spectre électromagnétique de raie avec toujours une seule raie correspondant à l'énergie du photon gamma
- C) Dans la conversion interne, le noyau « attrape » un électron du cortège électronique
- D) D'ailleurs le spectre de la conversion interne peut être nucléaire
- E) Les items A,B,C,D sont faux

QCM 3 : L'actinium (225,89) se désintègre en Francium (221,87). On donne les masses des atomes en unité de masse atomique : $M(225,89) = 225,0232$; $M(221,87) = 221,0142$, $M(4,2) = 4,0026$

Quelles sont les réponses exactes ?

- A) L'énergie disponible de cette réaction en MeV est de 6,4
- B) L'énergie de la particule α en MeV est de 6,4
- C) Le spectre de cette réaction est continu
- D) L'actinium 225 permet de traiter des cancers de la prostate
- E) Les items A,B,C,D sont faux

QCM 4 :

**La conversion interne n'a pas de spectre d'origine nucléaire
Car**

Rien ne provient du noyau sauf l'antineutrino mais étant indétectable ça ne compte pas

- A) Vrai/ vrai liées
- B) Vrai/ vrai non liées
- C) Vrai/ faux
- D) Faux/ vrai
- E) Faux/ faux

QCM 5 : Le Germanium-71 $^{71}_{32}\text{Ge}$ se désintègre en Gallium-71 $^{71}_{31}\text{Ga}$ par capture électronique (CE)

**On nous donne : $M(71, 31) = 71,6865 \text{ u}$ et $m_e = 0,00055 \text{ u}$ et l'énergie maximale du neutrino vaut 745,2 keV
Quelle est la masse du Germanium en u ?**

- A) 71,6730
- B) 71,6873
- C) 71,6855
- D) 71,6864
- E) les propositions A,B,C,D sont fausses

QCM 6 : Le protactinium ${}_{91}\text{Pa}_{234}$ se désintègre en Thorium $\text{Th } {}_{90}^{234}$ par capture électronique (CE), on a : $M(234,91) = 234,9837 \text{ u}$; $M(234,90) = 234,9833 \text{ u}$; $m_e = 0,00055 \text{ u}$; $E_k(234, 91) = -4,82 \text{ keV}$; $EL(234, 91) = -1,52 \text{ keV}$; $E_k(234,90) = -6,35 \text{ keV}$; $EL(234,90) = -3,20 \text{ keV}$

- A) Une transformation β^+ aurait été possible
- B) Cette réaction a un spectre de raie d'origine atomique avec une raie à 3,3 keV
- C) Cette réaction donne un spectre continu d'origine atomique
- D) Cette réaction donne un spectre de raie d'origine nucléaire avec une raie à 3,15 keV
- E) Les propositions A,B,C,D sont fausses

QCM 7 : On dispose de la réaction suivante : ${}_{6}\text{C}^{15}$ à $N \text{ } {}_{7}^{15*} + \beta^+ + \nu$ à $N \text{ } {}_{7}^{15}$
 $M(15,6) = 15,0106 \text{ u}$; $M(15^*,7) = 15,0001 \text{ u}$; $M(15,7) = 14,9998 \text{ u}$

- A) L'énergie de l'antineutrino vaut 9,78 MeV
- B) Cet ensemble de réactions donne un spectre continu
- C) Cet ensemble de réactions donne un spectre de raie d'origine nucléaire
- D) Cet ensemble de réactions donne un spectre électronique d'origine atomique
- E) Les propositions A,B,C,D, sont fausses

QCM 8 : Dans les examens de tomographie par émission de positons au 18 FDG, la caméra à positons détecte : (inspiré des annales)

- A) Des β^+ émis par le 18-FDG
- B) Des β^- émis par le 18-FDG
- C) Des photons de 511 keV
- D) Des particules alpha
- E) Les propositions A,B,C,D sont fausses

QCM 9 : Concernant la radioactivité α , donnez les réponses exactes :

- A) Elle concerne les atomes lourds
- B) La particule émise emporte presque toute l'énergie
- C) Le défaut de masse fait intervenir la masse du noyau d'hélium
- D) Le noyau fils perd uniquement 2 protons
- E) Les propositions A,B,C,D sont fausses

QCM 10 : Le lutécium ${}_{71}\text{Lu}^{177}$ se désintègre en en hafnium ${}_{72}\text{Hf}^{177}$. Leur masse atomique respective sont : $M(177,71) = 176,9437 \text{ u}$ et $M(177,72) = 176,9432 \text{ u}$.

Que pouvons-nous observer ?

- A) Une émission β^+
- B) Une émission β^-
- C) Une capture électronique
- D) Une énergie disponible de 6,876 MeV
- E) Les items A,B,C,D sont faux

QCM 11 : Repérez les bonnes réponses

- A) Le Radon 222 est un émetteur alpha provoquant peu d'effets biologiques lorsqu'il est inhalé.
- B) Sur la table des nuclides, la vallée de la stabilité s'éloigne de la diagonale car les noyaux lourds ont plus de protons que de neutrons.
- C) Un radiotraceur correspond à une molécule « froide » de l'organisme, appelée vecteur, que l'on marque avec un atome radioactif, le marqueur.
- D) La TEP (tomographie par émission de positons) permet d'observer les captations physiologiques et pathologiques de glucose dans l'organisme.
- E) Les items A,B,C,D sont faux

QCM 12: Le Thallium 201 se transforme en mercure 201 par capture électronique avec émission d'un photon γ de 133 keV.

On donne leur masse atomique : $Tl(201,81) = 204,3833 \text{ u}$; $Hg(201,80) = 200,59 \text{ u}$

Et les énergies de liaison des électrons :

$Wk(201,81) = 90 \text{ keV}$; $Wk(201,80) = 87 \text{ keV}$; $WL(201,81) = 23 \text{ keV}$; $WL(201,80) = 22 \text{ keV}$

Le spectre que l'on pourra observer présente les caractéristiques suivantes : (attention item E)

- A) Un spectre de raies d'origine nucléaire
- B) Un spectre continu
- C) Une raie à 133 keV
- D) Une raie à 65 keV
- E) Une raie à 68 keV

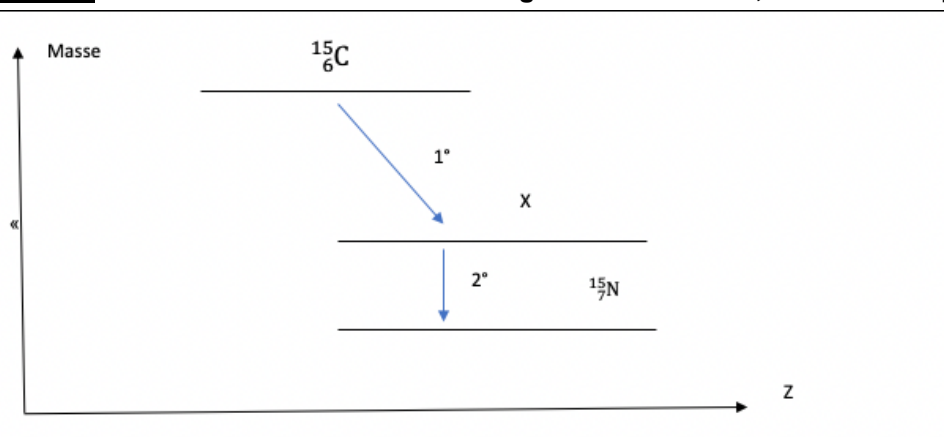
QCM 13 : Concernant la transformation de l'iode (127,53) en Tellure (127,52), on donne les valeurs suivantes :

$M(127,53) = 127,0111 \text{ u}$; $M(127,52) = 126,9841 \text{ u}$

ATTENTION PRESENCE D'UN ITEM E !!

- A) Il s'agit d'une transformation β^+
- B) Il s'agit d'une transformation β^-
- C) Il peut s'agir d'une capture électronique (CE)
- D) L'énergie disponible de la réaction est $E_d = 24,126 \text{ MeV}$
- E) Il s'agit d'une conversion interne

QCM 14 : On donne le schéma de désintégration ci-dessous, donnez les réponses vraies



- A) Lors de 1°, un neutrino est émis
- B) $X = ^{15}_8\text{N}$
- C) 2° correspond à une transformation isobarique
- D) 1° est une transformation β^+ isomérique
- E) Les items A,B,C,D sont faux

QCM 15 : On a la réaction suivante : $^{127}_{53}\text{I} \rightarrow ^{127m}_{52}\text{Te} + \beta^+ + ^{127}_{52}\text{Te} + \gamma$

$M(127,53) = 127,0111 \text{ u}$; $M(^{127m}_{52}\text{Te}) = 126,9956 \text{ u}$; $M(^{127}_{52}\text{Te}) = 126,9841 \text{ u}$, On peut observer :

- A) Un positon d'énergie maximale 13,414 MeV
- B) Un photon de 511,0 keV
- C) Un spectre continu
- D) Un spectre de raie électromagnétique d'origine atomique
- E) Les items A,B,C,D sont faux

QCM 16: le Radon $^{222}_{86}\text{Rn}$ se désintègre en Polonium $^{218}_{84}\text{Po}$

Les masses atomiques : $M(222,86) = 222,0176 \text{ u}$; $M(218,84) = 218,009 \text{ u}$; $M(^4_2\text{He}) = 4,0026 \text{ u}$

- A) Il s'agit d'une transformation isobarique
- B) Il s'agit d'une émission α
- C) La particule α a une énergie cinétique de 5,589 MeV
- D) L'énergie disponible est de 5589,0 keV
- E) Les items A,B,C,D sont faux

QCM 17 : Le cuivre-64 ${}_{29}\text{Cu}$ se transforme en Nickel-64 ${}_{28}\text{Ni}$

Les masses atomiques correspondantes sont : $M(64,28) = 28,9765 \text{ u}$; $M(64,29) = 28,9818 \text{ u}$;
 $m_e = 0,00055 \text{ u}$

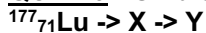
- A) Il s'agit d'une transformation Béta +
- B) Il s'agit d'une transformation Béta -
- C) L'énergie disponible est de 3,9123 MeV
- D) Il peut s'agir d'une capture électronique (CE)
- E) Les items A,B,C,D sont faux

QCM 18 : ATTENTION ITEM E et F

L'actinium-225 ${}_{89}\text{Ac}^{225}$ se désintègre en Francium ${}_{87}\text{Fr}^{221}$.

On a : $M(225,89) = 225,0232$; $M(221,87) = 221,0142$; $M(4,2) = 4,0026$. Quelles sont les réponses exactes ?

- A) Il s'agit d'une émission α
- B) Il s'agit d'une émission β^-
- C) L'énergie de la particule émise est de 6,4 MeV
- D) L'énergie de la particule émise est de 5,9 keV
- E) Cette réaction donne un spectre continu
- F) L'actinium-225 est utilisé pour traiter les cancers de la prostate métastatiques

QCM 19 : On dispose de la réaction suivante

Le lutécium se désintègre par une émission β^- et la 2ème réaction est une transformation isomérique. Les noyaux formés sont :

- A) $\text{X} = {}_{72}^{177}\text{Hf}$
- B) $\text{Y} = {}_{72}^{177}\text{Hf}$
- C) $\text{X} = {}_{72}^{177*}\text{Hf}$
- D) $\text{Y} = {}_{72}^{177*}\text{Hf}$
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 20 : Repérez la/les bonnes réponses :

- A) La radioactivité alpha concerne les noyaux avec beaucoup de nucléons
- B) Dans une réaction radioactive la masse se conserve toujours
- C) Lors d'une réaction radioactive, on va toujours vers un noyau plus stable donc une énergie de liaison plus faible
- D) Le neutrino est indétectable de par sa masse et sa charge importante
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 21 : Soit la transformation suivante : ${}_{81}^{201}\text{Tl} + e^- \rightarrow {}_{80}^{201}\text{Hg} + \nu$

Quelle est l'énergie (en keV) du photon X émis si l'électron initial de la couche K de l'atome du ${}_{81}^{201}\text{Tl}$ et que par la suite un électron de la couche L vient combler la place laissée vacante sur la couche K ?

On donne $M(201,81) = 200,97079 \text{ u}$; $M(201,80) = 200,97028 \text{ u}$ et les énergies de liaison des électrons $E_K({}_{81}^{201}\text{Tl}) = 85 \text{ keV}$; $E_K({}_{80}^{201}\text{Hg}) = 83 \text{ keV}$; $E_L(\text{pour les 2}) = 3 \text{ keV}$

- A) 722
- B) 294
- C) 301
- D) 82
- E) 80

QCM 22 : Le radon ${}_{86}^{222}\text{Rn}$ peut être issu d'une transformation alpha à partir d'un noyau X ou d'une transformation β^- à partir d'un noyau Y. Les noyaux X et Y sont : (QCM repris des annales)

- A) $\text{X} = {}_{86}^{218}\text{Rn}$
- B) $\text{X} = {}_{90}^{226}\text{Th}$
- C) $\text{X} = {}_{92}^{226}\text{U}$
- D) $\text{Y} = {}_{87}^{222}\text{Fr}$
- E) $\text{Y} = {}_{89}^{226}\text{Ac}$

QCM 23 : L'Azote 13 est utilisé pour des examens de tomographie par émission de positons (TEP). Il est alors injecté au patient :

- A) Le noyau d'Azote 13 est instable par excès de neutrons
- B) Le positon est émis selon un spectre énergétique continu
- C) On détecte des photons gamma de 511 keV
- D) Le positon disparaît par annihilation
- E) Le positon est détecté à l'extérieur du patient grâce à son parcours dans les tissus de plusieurs dizaines de centimètres

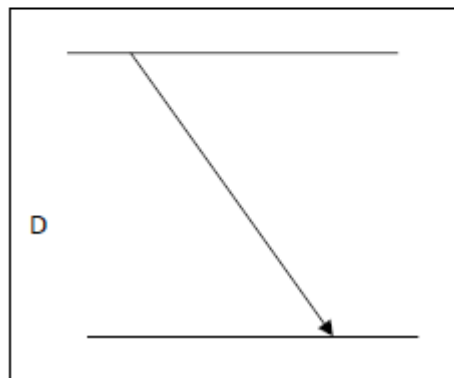
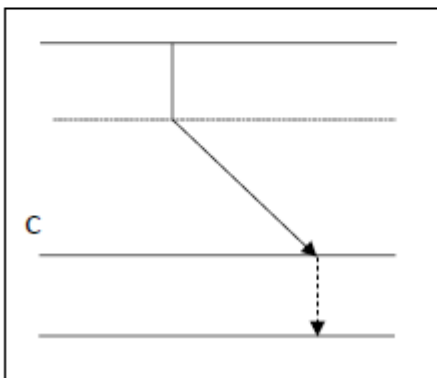
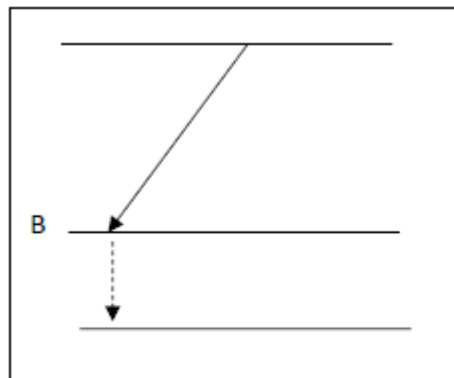
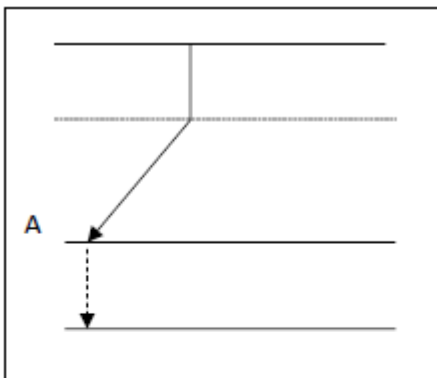
QCM 24 : Concernant la transformation du Brome (80,35) en Sélénium (80,34), on donne les valeurs suivantes : $M(80,35) = 79,94408 \text{ u}$; $M(80,34) = 79,94205$

- A) Il s'agit d'une transformation β^+
- B) Il s'agit d'une transformation β^-
- C) L'énergie maximale du positon vaut environ 0,87 MeV
- D) Il peut s'agir d'une capture électronique
- E) Les propositions A,B,C,D sont fausses

QCM 25 : Concernant la transformation β^- :

- A) Elle donne un spectre de raie d'origine nucléaire
- B) Au niveau du noyau, un proton se transforme en neutron
- C) Le principe de la transformation β^- est utilisée en radiothérapie vectorisée notamment dans le traitement du cancer de la thyroïde et de ses métastases
- D) Les particules β^- sont très pénétrantes
- E) Les propositions A,B,C,D sont fausses

QCM 26 : Soit un nucléide père A_ZX qui, après transformation radioactive, donne ${}^{Am}_{Z-1}Y$. Quel est le schéma de désintégration complet depuis le noyau père jusqu'au noyau fils stable ?



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

Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Transformations radioactives

2019 – 2020 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : B ou E

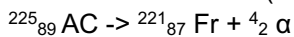
- A) Faux : le début de la phrase est juste mais la transformation concernant le proton c'est pour β^+
 B) Vrai : voir A (double co car ambigu)
 C) Faux : Non ça c'est le neutrino ou l'antineutrino
 D) Faux : la masse ne se conserve jamais ATTENTION c'est la conservation de la quantité de mouvement qui explique les spectres en énergie
 E) Faux

QCM 2 : A

- A) Vrai : les photons gamma sont directement émis à partir du noyau. Ce n'est pas le cas dans la réaction d'annihilation où ils proviennent de la « rencontre » entre un électron et un positon
 B) Faux : il peut avoir plusieurs raies car le photons gamma peut être expulsé de différents niveaux du noyau
 C) Faux : ça c'est pour la capture électronique. Dans la Cl, l'énergie est transmise à un électron du cortège électronique
 D) Faux : rien ne provient du noyau !
 E) Faux

QCM 3 : D

Si on écrit la réaction (on se base je rappelle sur le numéro atomique et le nombre de masse) on a :



- A) Faux : Rappel : dans la radioactivité alpha, la particule emporte toute l'énergie donc l'énergie de la particule est la même que l'énergie rendue disponible par la réaction. Donc on a :

$$\Delta M = M(^{225}_{89}) - M(^{221}_{87}) - M(^4_2) = 225,0232 - 225,0168 = 0,0064 \text{ u}$$

$$Ed \approx \Delta M \times 1000 \approx 6,4 \text{ MeV}$$

ATTENTION le résultat réel est donc INFÉRIEUR à 6,4 MeV donc A et B fausses

- B) Faux
 C) Faux : c'est un spectre de raie (c'est le plus simple de tous)
 D) Vrai : c'est du cours allez voir les parties sur les applications biomédicales
 E) Faux

QCM 4 : C

La première partie est vraie c'est du cours mais la deuxième est WTF il n'y a pas d'antineutrino dans la conversion interne

J'espère que vous avez tous eu ce QCM

QCM 5 : B

C'est la réponse B, ce QCM doit être très très rapide : le Germanium a forcément une masse plus élevée que le Gallium étant donné que c'est l'atome père et qu'il se désintègre donc en atome fils plus léger. Dans les propositions, seule la B était supérieure à 71,6865. Au concours c'est déjà tombé comme ça.

QCM 6 : E

- A) Faux : je ne détaille plus mais vous connaissez la méthode maintenant : $234,9837 - 234,9833 = 0,0004 \text{ u}$ ce résultat est inférieur à $0,0011 \text{ u}$ donc bêta + n'est pas possible
 B) Faux : ATTENTION à ce genre d'item !! c'est l'atome FILS qui se réarrange et non l'atome père donc quand vous calculez l'énergie du photon de fluorescence c'est à partir des énergies du FILS et dans cet item j'avais pris celles du père donc c'est faux. PIEGE CLASSIQUE
 C) Faux : La CE ne donne pas de spectre continu
 D) Faux : L'item aurait été juste si c'était « d'origine atomique », dans la CE rien ne provient du noyau donc le spectre N'EST PAS D'ORIGINE NUCLEAIRE retenez le une bonne fois pour toute
 E) Vrai

QCM 7 : ABD ou BD

- A) Vrai : si on considère que l'antineutrino emporte toute l'énergie face à bêta – alors l'énergie de l'antineutrino = l'énergie disponible. Je ne détaille plus les formules, j'espère que vous les connaissez maintenant ;) $15,0106 - 15,0001 = 0,0105 \times 1000 = 10,5 \text{ MeV}$ (double co je n'ai pas précisé énergie maximale)
- B) Vrai : c'est un spectre continu pour bêta –
- C) Faux : la conversion interne ne donne pas de spectre nucléaire
- D) Vrai : la conversion interne donne un spectre électromagnétique ou électronique de raie d'origine ATOMIQUE
- E) Faux

QCM 8 : C

Réponse C attention à ça, la TEP détecte les photons produits par l'annihilation des bêta plus

QCM 9 : BC

- A) Faux : elle concerne les NOYAUX
- B) Vrai : c'est pour ça qu'on a un spectre de raie avec une seule raie correspondant à l'énergie de la particule et à l'énergie délivrée par la réaction
- C) Vrai : c'est dans la formule du cours
- D) Faux : le noyau fils perd 2 protons et 4 nucléons au total (il y aussi 2 neutrons du coup)
- E) Faux

QCM 10 : B

- A) Faux : Réaction de désintégration = $^{177}_{71}\text{Lu} \rightarrow ^{177}_{72}\text{Hf} + \beta^- + \nu$ on gagne un proton donc on a « tué » un neutron et donc on était en excès de neutrons à émission β^-
- B) Vrai : voir A
- C) Faux : voir A
- D) Faux : $E_d = 931,5 \times \Delta M \approx 1000 \times \Delta M$ et $\Delta M = M(^{177}_{71}\text{Lu}) - M(^{177}_{72}\text{Hf}) = 176,9437 - 176,9432 = 0,0005$
 $0,0005 \times 1000 \approx 0,5 \text{ MeV}$ donc l'item D est faux je rappelle qu'après avoir arrondi au DESSUS, le résultat réel sera forcément inférieur à la valeur que l'on a trouvé.
- E) Faux

QCM 11 : CD

- A) Faux : il provoque BEAUCOUP d'effets biologiques
- B) Faux : Les noyaux lourds ont plus de neutrons que de protons pour rester stables
- C) Vrai : c'est la déf
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 12 : ACD

- A) Vrai : l'émission du photon gamma produit un spectre de raie électromagnétique d'origine nucléaire
- B) Faux : c'est un spectre de raie
- C) Vrai cela correspond au photon γ
- D) Vrai cela correspond à la transition entre les couches K et L de l'atome FILS
- E) Faux : ALERTE PIEGE le prof aime faire ce piège : on calcule bien les réarrangements à partir de l'atome fils et non pas de l'atome père car c'est le père qui perd un électron et donc c'est le fils qui cherche à retourner à l'état fondamental.

QCM 13 : BCD

- A) Faux : le noyau père était en excès de protons car il en perd un donc c'est bêta + ou CE
- B) Vrai : $127,0111 - 126,9841 = 0,027$ supérieur à 0,0011
- C) Vrai
- D) Vous avez l'habitude, je vous laisse faire le calcul
- E) Faux : rien à voir

QCM 14 : E

- A) Faux : la flèche va vers la droite c'est une bêta -
- B) Faux : Le Z ne change pas ce n'est pas 8 mais 7
- C) Faux : Non isomérique
- D) Faux : Bêta + et isomérique ça ne va pas ensemble
- E) Vrai

QCM 15 : ABC

Je ne détaille pas si vous avez des questions à fofo

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

QCM 16 : BCD

- A) Faux : le noyau père perd 4 nucléons, donc ce n'est pas isobarique
- B) Vrai
- C) Vrai : $E_c(\alpha) = E_d \approx \Delta M * 1000 = (222,0176 - 218,009 - 4,0026) * 1000 \approx 6 \text{ MeV}$
- D) Vrai : il fallait simplement changer l'unité L'énergie disponible est de 5589,0 keV
- E) Faux

QCM 17 : ACD

- A) Vrai : $28,9765 - 28,9818 = 0,0053 > 0,0011$
- B) Faux
- C) Vrai : $E_d = (28,9818 - 28,9765 - 0,0011) * 1000 \approx 4,2 \text{ MeV}$
- D) Vrai : Il peut s'agir d'une capture électronique (CE)
- E) Faux

QCM 18 : AF

- A) Vrai : regardez les nucléons et le numéro atomique
- B) Faux : voir A
- C) Faux : on a multiplié par 1000 et non par 931,5 pour nous simplifier la vie donc le résultat est légèrement au-dessous de la valeur trouvée donc c'est inférieur à 6,4 MeV !!
- D) Faux : ATTENTION la formule donne le résultat en MeV et non pas en keV !
- E) Faux : de raie
- F) Vrai : c'est du cours

QCM 19 : BC

- A) Faux : la première réaction amène à un noyau métastable ou excité
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Faux : la deuxième réaction amène à un noyau dans son état fondamental
- E) Faux

QCM 20 : A

- A) Vrai : elle concerne les noyaux lourds donc riches en nucléons
- B) Faux : La masse ne se conserve pas ++++++ on va toujours vers une masse plus faible et une plus grande stabilité
- C) Faux : La première partie est vraie mais la deuxième non : le noyau est plus stable avec une énergie de liaison plus ELEVEE !!
- D) Faux : La charge et la masse du neutrino sont négligeables
- E) Faux

QCM 21 : E

ATTENTION à ce type de QCM, on est dans le cas d'un CE, donc l'atome cherche à redevenir stable en comblant la vacance sur K. Là on nous dit qu'un électron venant de L vient sur K. L'énergie du photon correspondrait alors à $W_K - W_L$

Mais de quel atome ? L'électron passe de la couche L de l'atome fils à la couche K de l'atome FILS car c'est lui qui a besoin de se réarranger pour redevenir stable : donc $83 - 3 = 80$ keV -> **Réponse E**

Vous allez me dire que **EL** ne peut être la même pour les 2 éléments, sachez que j'ai déjà trouvé ça dans un QCM. Pour vous entraîner sur un QCM des annales à QCM 22/ 2018 dans ce QCM faites attention, les profs donnent les énergies sans signe moins donc j'ai fait pareil pour pas que vous soyez perturbés...

QCM 22 : BD

J'ai repris ce QCM des annales pour que vous puissiez vous entraîner parce que je n'ai pas trouvé d'autres noyaux qui soit issu de 2 transformations radioactives et qui ne soit pas dans les annales...

Cependant, faites attention, le prof aime bien ce genre de QCM où il faut retrouver les noyaux père etc, allez voir -> QCM 16/2015 ; QCM 18/2012

- A) Faux : La transformation α : on sait que le noyau père a 4 nucléons de plus que le fils dont 2 protons en plus donc $A = 226$ et $Z = 90$
B) Vrai : voir A
C) Faux : voir A
D) Vrai : Pour la transformation β^- , le noyau père est en excès de neutrons donc il possède un proton en moins par rapport à l'atome fils, le nombre de nucléons étant inchangé, on a : $A = 222$ et $Z = 87$
E) Faux

QCM 23 : BCD

- A) Faux : La TEP concerne les noyaux réalisant des bêta +, donc des noyaux qui sont au départ en excès de PROTONS
B) Vrai : la réaction bêta + a un spectre continu (l'item est formulé bizarrement mais c'est ça que ça veut dire)
C) Vrai : ATTENTION la TEP détecte seulement les photons gamma, donc le résultat de l'annihilation des positons et non pas les positons eux-mêmes
D) Vrai : ça c'est du cours
E) Faux : cet m'avait perturbé alors je vous le mets c'est faux parce que les bêta + sont très peu pénétrants donc ils ont un parcours très court

QCM 24 : ACD

- A) Vrai : Rappel de cours : La transformation bêta + est possible seulement si l'équivalent en énergie de la différence de masse entre l'atome père et l'atome fils est au moins de 1,022 MeV.
- Soit vous le calculez directement ce qui nous fait : $(79,94408 - 79,94205) \times 931,5 \approx 0,002 \times 1000 = 2 \text{ MeV} > 1,022$
- Soit vous savez, d'après le cours, que la différence de masse entre l'atome père et l'atome fils doit être supérieure à la masse de 2 électrons ($= 0,0011 \text{ u}$) : $\approx 0,002 > 0,0011$
Dans les 2 cas Bêta + est possible
B) Faux : voir A
C) Vrai : ne confondez pas cette méthode à celle du A, ici il ne faut pas oublier de soustraire la masse des 2 électrons pour obtenir le défaut de masse : $(79,94408 - 79,94205 - 0,0011) \times 931,5 \approx 0,0009 \times 1000 \approx 0,9 \text{ MeV}$ à on prend la valeur en DESSOUS (si vous ne l'avez toujours pas retenu posez-vous des questions)
D) Vrai : ici je n'ai pas donné la valeur de l'énergie de la couche K du Brome peut-être qu'au concours elle vous sera donnée mais sachez que c'est quasiment sûr que la CE soit possible dans le cas d'un excès de protons dans le noyau
E) Faux

QCM 25 : C

- A) Faux : elle donne un spectre continu (retenez que les spectres de raie concernent uniquement radioactivité alpha, CE, CI)
- B) Faux : ici il y a un excès de NEUTRONS dans le noyau donc c'est un neutron qui se transforme en proton
- C) Vrai : Faites attention le jour du Concours à ce que le prof n'inverse pas volontairement les applications médicales de bêta + et bêta -. Ça serait bâlard on est d'accord mais on n'est jamais assez prudent
- D) Faux : pénétrant= qui traverse la matière sur de grandes longueurs en ayant peu d'interaction.
Bêta – est une particule chargée et de ce fait n'est pas pénétrante car elle produit beaucoup d'interaction avec les autres particules.
- E) Faux

QCM 26 : A

La réaction présentée amène à un noyau fils métastable avec un proton en moins donc ce qui signifie que le noyau père était en excès de protons donc on est face à une Bêta + ou une CE dans les 2 cas il y a un seuil à atteindre 1,022 MeV pour Bêta + et la valeur de l'énergie de liaison de k pour la CE.
Ensuite la flèche se déplace vers la gauche car on perd un proton puis enfin pour redevenir stable le noyau fils passe par une transformation isomérique. **Réponse A ou B ou AB (le prof aurait dit que le seuil de la CE n'apparaît pas sur le graphique)**

6. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Lois cinétiques

2019 – 2020 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : On souhaite faire une coronarographie à un patient que l'on suspecte d'avoir une coronaropathie. Pour ce faire, on souhaite lui administrer de l'iode-131 dont la période radioactive est 360 min et la période biologique est de 120 min.

A 6h, l'activité de l'iode-131 est de 900 MBq

A) A 6h, l'iode a une activité de 600 MBq

B) On administre l'iode au patient à midi, l'activité sera alors de 450 MBq

C) En administrant l'iode à midi, à 15h l'activité sera de 112,5 MBq

D) A 21h, il n'y a plus de noyaux radioactifs chez le patient

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

QCM 2 : A propos des lois cinétiques, donnez les bonnes réponses :

A) La constante radioactive λ correspond au nombre moyen de désintégrations radioactives par unité de temps

B) L'activité est proportionnelle au nombre de noyaux radioactifs

C) La constante radioactive λ ne dépend pas de la nature du nucléide, de son niveau d'énergie mais elle dépend absolument des conditions physiques et chimiques

D) Dans l'organisme on considère la période biologique

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

QCM 3 : Soit un générateur molybdène-technétium. A l'instant $t=0$, l'activité du $^{43}\text{Tc}^{99m}$, élément fils, est en équilibre avec celle du $^{42}\text{Mo}^{99}$, élément père, et est égale à 5000 MBq. Au bout de 335 heures, on effectue la séparation du père et du fils (élution du générateur).

Sachant que la période radioactive du $^{42}\text{Mo}^{99}$ est de 67h et que la période radioactive du $^{43}\text{Tc}^{99m}$ est de 6h, quelle est l'activité en MBq du technétium 24h après cette séparation ?

On considère à l'équilibre, l'activité du fils est égale à celle du père.

A) 9,77

B) 560

C) 39

D) 100

E) 0

QCM 4 : On injecte 700 MBq de l'iode-131 à un patient dont la période radioactive est $T = 10$ heures et la période biologique est de 3j. Quel est le nombre de noyaux d'iode injectés ?

A) 400×10^{11}

B) 12×10^6

C) 136×10^{11}

D) 36×10^{12}

E) 4×10^{11}

QCM 5 : Pour un examen de médecine nucléaire, on prépare un mélange de 320 MBq d'un radionucléide A de période radioactive $T(A)=6h$ et de 480 MBq d'un radionucléide B de période radioactive $T(B)=12h$. Quelle est en MBq, l'activité totale de ce mélange 72h après sa préparation ?

A) 3,5 MBq

B) 7,5 MBq

C) 40 MBq

D) 39,5 MBq

E) Si l'on souhaite que les 2 radionucléides A et B soit actifs au moment de l'injection, il faut injecter le mélange maximum 60h après sa préparation

QCM 6 : On reçoit à $t=0$ une solution radioactive composée d'un mélange de 592 MBq de $^{43}\text{Tc}^{99m}$ de période physique égale à 6h et de 360 MBq d'iode dont la période physique est de 12h. Quelle activité, en MBq, persiste après 3 jours ?

A) 60 MBq

B) 10 MBq

C) 56,25 MBq

D) 5,625 MBq

E) 562,5 MBq

QCM 7 : On reçoit une solution d'une molécule marquée à l'iode-131 de 848 MBq à $t=0$. Elle est injectée à un patient 12h après. Sachant que la période radioactive physique de l'iode-131 est de 720 min et que la période biologique de la molécule marquée en question est de 66h40 min, quelle est (en MBq) l'activité présente dans le patient 10h après l'injection ?

A) 53 MBq

B) 98 MBq

C) 212 MBq

D) 106 MBq

E) 424 MBq

Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Lois cinétiques**2019 – 2020 (Pr. Darcourt)****QCM 1 : BC**

Là je détaille...

On sait que :

T = 360 min = 6h et T_{bio} = 120 min = 2hDans le cours, on vous donne $\frac{1}{T_{eff}} = \frac{1}{T} + \frac{1}{T_{bio}}$ ASTUCE qui a sauvé ma PACES !! : $\frac{1}{T_{eff}} = \frac{1 \times T_{bio}}{T \times T_{bio}} + \frac{1 \times T}{T_{bio} \times T} = \frac{T_{bio} + T}{T \times T_{bio}}$ donc $T_{eff} = \frac{T \times T_{bio}}{T + T_{bio}} = \frac{2 \times 6}{2 + 6} = \frac{12}{8} = 1,5$ A) Faux : item cadeau fallait juste lire la phrase du dessusB) Vrai : midi = 12h donc de 6h à 12h l'iode n'est pas administrée donc on utilise la période radioactive et entre 6h et 12h il y a 6h ce qui correspond à 1 période radioactive donc l'activité a été divisée par 2 et donc 900/2 = 450 MBqC) Vrai : entre 12h et 15h, l'iode a été administrée au patient et quand le produit est à L'INTERIEUR du patient on considère T_{eff} !!! De 12h à 15h il y a 3h = 2T_{eff} (car 3h = 2 donc on divise encore 2 fois par 2 : 450 à 225 à 112,5 MBq)D) Faux : on considère qu'il n'y a plus de noyaux radioactifs au bout de dix périodes. Or, entre 6h et 12h il y a eu 1 période radioactive et entre 12h et 21h = 9h = 6 T_{eff} donc au total on n'a que 7 périodes. Donc on ne peut pas affirmer qu'il n'y a plus de noyaux radioactifs.E) Faux**QCM 2 : B ou BD**A) Faux : constante radioactive λ correspond est la probabilité pour qu'un nucléide subisse une transformation radioactive pendant l'intervalle dtB) VraiC) Faux : c'est l'inverse, elle dépend de la nature et de l'énergie du nucléide mais absolument pas des conditions physiques ou chimiquesD) Faux : ATTENTION dans l'organisme on considère la période effective qui prend en compte la période radioactive et la période biologique (double co c'était un peu ambigu)E) Faux**QCM 3 : A**

Première chose : on est dans le cas d'un équilibre de régime donc jusqu'à la séparation, le technétium décroît selon la période radioactive du père et après séparation il décroît selon sa propre période

$335h = 5 \times 67h$ $24h = 4 \times T(T_c) =$
 $t=0 \longrightarrow \text{Séparation} \longrightarrow A(T_c) = ?$

On cherche l'activité finale du fils, pour cela toujours la même méthode : on cherche le nombre de périodes dans l'intervalle de temps proposé et on en déduit l'activité. Je rappelle que la période réduit de moitié l'effectif de la population de radionucléides et que l'activité et le nombre de noyaux sont proportionnels donc on peut considérer que la période réduit de moitié l'activité.

Donc :

- De t=0 jusqu'à la séparation, le technétium décroît selon la période du molybdène càd 67h et il y a 5 fois 67 dans 335 donc on divise l'activité initiale par 2 cinq fois d'affilées (ou pour ceux qui sont forts en calcul : $5000/2^5$) : $5000/2 = 2500$; $2500/2 = 1250$; $1250/2 = 625$; $625/2 = 312,5$; $312,5/2 = 156,25$ à partir de là pour vous pouvez arrondir à 156

- Pour les 24h suivant la séparation, le Tc décroît selon sa propre période de 6h, dans 24h il y a 4 périodes, donc on divise de nouveau l'activité par 2, quatre fois successives : $156/2 = 78$; $78/2 = 39$; $39/2 = 19,5$; $19,5/2 = 9,75 \rightarrow$ réponse A

QCM 4 : D

Vous savez que $A = \lambda \times N \rightarrow N = A / \lambda$

on sait également que : $T = \ln(2) / \lambda \rightarrow \lambda = \ln(2) / T$

$$\text{Donc : } N = \frac{A}{\frac{\ln(2)}{T}} = \frac{AT}{\ln(2)} \approx \frac{AT}{0,7} \approx \frac{700 \times 10^6 \times 10 \times 60 \times 60}{0,7} \approx \frac{7 \times 10^2 \times 10^6 \times 1 \times 10^1 \times 6 \times 10^1 \times 6 \times 10^1}{7 \times 10^{-1}} \approx \frac{7 \times 36}{7} \times \frac{10^{11}}{10^{-1}} \approx 36 \times 10^{12} \text{ noyaux}$$

Astuce de calcul : mettez tout sous forme de puissance de 10, puis séparez les du reste du calcul

N'oubliez pas de mettre la période en SECONDES et l'activité en Bq.

ATTENTION il ne fallait pas prendre en compte la période biologique

QCM 5 : BE

A) Faux

B) Vrai : Dans 72h il y a 6T(B) en revanche on ne prend plus en compte T(A) car $72h > 10T(A)$ donc le radionucléide A n'est plus présent. Donc on divise uniquement l'activité de B 6 fois par 2 :

- soit t'es comme moi (méthode pour les nuls) : $480/2 = 240$; $240/2 = 120$; $120/2 = 60$; $60/2 = 30$; $30/2 = 15$; $15/2 = 7,5$ MBq

- soit t'es fort en maths (pourquoi t'as pas fait MPSI ??) : $480/2^6 = 7,5$

C) Faux

D) Faux

E) Vrai :

QCM 6 : D

3 jours = $3 \times 24h = 72h$

Au bout de 60h le technétium disparaît 60h correspondant à 10T(technétium). Donc au bout de 3j, il n'y a plus de Tc donc lui on ne s'en préoccupe plus

Concernant l'Iode, $72h = 6 \times 12h = 6 \times T(Iode)$. Il faut donc diviser 6 fois l'activité de l'Iode par 2, ce qui fait : $360/2 = 180$; $180/2 = 90$; $90/2 = 45$; $45/2 = 22,5$; $22,5 / 2 = 11,25$, $11,25/2 = 5,625$

QCM 7 : C

Ce QCM peut faire peur, généralement vous le sautez le jour du concours mais si vous savez le faire ça peut vous faire énormément remonter. Il ne faut pas se décourager en voyant toutes ces conversions, une fois que vous avez la méthode c'est très simple et pas si long. Le prof fera toujours en sorte de pouvoir arrondir ou de trouver des résultats ronds.

Méthode :

1) Visualiser grâce à une petite frise chronologique (à compléter au fur et à mesure) :

t=0	$\xrightarrow{\quad\quad\quad}$	t=injection	$\xrightarrow{\quad\quad\quad}$	A= ?
A=848 MBq	12h=12x60 = 720 min		1h	

2) Calculer l'activité de l'iode au moment de l'injection : l'iode n'a pas encore été injectée au patient donc on prend en considération uniquement la période radioactive, ici 12h s'écoulent ce qui correspond à 720min soit le temps d'1 période donc on divise l'activité initiale par 2 : $848/2 = 424$ MBq

3) Calculer la période effective : petit rappel de la formule qui va plus vite :

$$\frac{T_{bio} \times T_{radio}}{T_{bio} + T_{radio}} = \frac{720 \times 4000}{720 + 4000} = \frac{72 \times 4 \times 10^4}{4720} = \frac{288 \times 10^4}{4720} \approx \frac{300 \times 10^4}{5000} \approx \frac{300 \times 10^4}{5 \times 10^3} \approx \frac{3 \times 10^5}{5 \times 10^3} \approx 0,6 \times 10^3 \approx 600 \text{ min}$$

4) Calculer l'activité finale : 10h= 600min donc on divise une deuxième fois l'activité par 2 ce qui donne 212 MBq

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

2019 – 2020 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : Concernant la radiobiologie, donnez les réponses exactes :

- A) La dose absorbée s'exprime en Watt
- B) Le débit de fluence énergétique s'exprime en J/s
- C) L'irradiation reçue décroît avec la racine carrée de la distance à la source
- D) En dessous de 13,6 eV, un rayonnement électromagnétique ne fait qu'échauffer un tissu biologique
- E) Les propositions A,B,C,D sont fausses

QCM 2 : Les 3 règles de protection contre l'exposition externe sont :

- A) Proposer des systèmes de contre mesure comme par exemple, une saturation de la thyroïde par de l'iode-127 stable
- B) La distance
- C) Les écrans
- D) Recouvrir son corps de peinture en prenant soin de bien assortir les couleurs
- E) Les propositions A,B,C,D sont fausses

QCM 3 : Le docteur Humbert reçoit une patiente japonaise de 32 ans, atteinte d'un cancer du sein. Elle est enceinte de 1mois et demi mais l'ignore. Il décide de la traiter par radiothérapie, donnez les réponses exactes :

- A) Les actes de traitement en radiothérapie exposent la patiente à une dose de rayonnements ionisants comprise entre 60 et 800 Gy
- B) Ce traitement comporte des risques de malformation pour son bébé
- C) Si le docteur Humbert savait que sa patiente était enceinte, il l'aurait traitée exactement de la même façon sans réfléchir à d'autres alternatives thérapeutiques
- D) Cette patiente fut présente lors de l'accident de Fukushima Daiichi en 2011, elle travaillait dans la centrale. Aujourd'hui il y a un risque de malformation de l'embryon, à cause de cette exposition passée aux rayonnements ionisants
- E) Les propositions A, B, C, D sont fausses

QCM 4 : 3,3 mSv/an représente :

- A) Une dose efficace
- B) La valeur de l'irradiation naturelle en France
- C) La Valeur de l'exposition moyenne globale
- D) La dose maximale autorisée pour les patients
- E) Les propositions A, B, C, D sont fausses

QCM 5 :

- A) En dessous de 100 mSv il n'y a pas d'effets démontrés au niveau d'un embryon humain
- B) La dose annuelle limite pour les personnes du public est de 1mSv
- C) Le TEL des β^- est supérieur à celui des particules alpha
- D) Les TEL β^- est supérieur à celui des photons X et gamma
- E) Les propositions A,B,C,D sont fausses

QCM 6 : Concernant la répartition de l'exposition moyenne de la population aux radiations ionisantes en France, quelle(s) est(sont) la (les) proposition(s) juste(s) :

- A) L'irradiation artificielle représente 90 mSv
- B) Elle prend en considération les irradiations industrielle, militaire, médicale et cosmique
- C) L'irradiation médicale représente 25% de l'exposition totale
- D) L'irradiation d'origine tellurique est à 43% due au Radon-222
- E) Les propositions A,B,C,D sont fausses

QCM 7 : Lors de l'accident de Fukushima Daiichi en 2011, on sait que les travailleurs de la centrale ont été exposés à une dose efficace légèrement supérieure à 100mSv. Les populations voisines ont été exposées à des doses inférieures à 100 mSv. Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) concernant les suites de l'accident ?

- A) Étant exposés à une dose proche de la limite supérieure des faibles doses, les travailleurs de la centrale risqueraient de développer des pathologies dans le futur
- B) Comme pour l'accident de Tchernobyl, la population voisine a vu une augmentation du nombre de cancers de la thyroïde
- C) Il n'y a pas eu d'effets stochastique démontré
- D) Les travailleurs de la centrale ont été victimes d'un syndrome aigu d'irradiation
- E) Les propositions A,B,C,D sont fausses

QCM 8 : Donnez les propositions exactes concernant la radiothérapie

Relu par les profs

- A) Les RI sont utilisés uniquement comme anti-cancéreux
- B) La radiothérapie fait partie des trois armes utilisées en oncologie (chirurgie, chimiothérapie, radiothérapie)
- C) La radiothérapie agit sur les cellules tumorales qui présente des aberrations génétiques
- D) Les RI agissent principalement par mécanisme direct sur la cellule
- E) Les réponses A, B, C, D et E sont fausses

QCM 9 : A propos des RI en radiothérapie donnez les vraies

- A) Les rayonnements ionisants ont un effet direct par la radiolyse de l'eau
- B) La radiolyse de l'eau représente 70% des mécanismes
- C) Les RI ont un effet indirect par la création d'ions moléculaires
- D) La création d'ions moléculaire représente 30% des mécanismes
- E) Les réponses A, B, C, et D sont fausses

QCM 10 : A propos de la radiothérapie donnez les propositions exactes

Relu par le prof

- A) La cellule possède un métabolisme oxydatif qui donne un effet toxique sur la cellule
- B) La cellule produit spontanément de nombreuses lésions de L'ADN (cassures simples brins, altérations des bases)
- C) La cellule possède un système de réparation efficace de notre système ADN
- D) La radiothérapie entraîne plus de cassures doubles brins que la cellule spontanément
- E) Les réponses A, B, C, et D sont fausses

QCM 11 : A propos de l'effet oxygène donnez les propositions exactes :

- A) L'oxygène a un effet radio sensibilisant
- B) La présence d'oxygène permet de former des radicaux libres peroxydes (avec une demi-vie moins longue)
- C) Les cellules en condition hypoxique sont plus radiorésistances
- D) Après une première irradiation d'une tumeur, les cellules cancéreuses deviennent moins oxygénées ce qui les rend moins radiosensibles
- E) Les réponses A, B, C, et D sont fausses

QCM 12 : A propos de la radiothérapie externe

- A) La radiothérapie externe est aussi appelé transcutanée
- B) Dans la RT externe on utilise seulement des rayonnements particuliers
- C) En radiothérapie externe les électrons sont uniquement utilisé directement : c'est l'électrothérapie pour les lésions superficielles
- D) Les protons sont accélérés par un cyclotron
- E) Les réponses A, B, C, et D sont fausses

QCM 13 : A propos de la RT interne

- A) La radiothérapie interne consiste à placer un élément radioactif dans la tumeur ou à son contact
- B) L'iode 125 est très utilisé dans le cancer du sein
- C) La source radioactive va libérer des rayonnement X ou des électrons
- D) Lorsque la source est non scellée dans la cible on parle de curiethérapie
- E) Les réponses A, B, C, et D sont fausses

QCM 14 : A propos des photons utilisé en RT

- A) Les photons subissent des interactions de freinage et de collision avec la matière
- B) Le trajet des photons est relativement sinueux car ils font de nombreuses interactions avec la matière
- C) Les photons sont produits par un accélérateur linéaire de particules
- D) Les photons gamma sont plus utilisés que les photons X
- E) Les réponses A, B, C, et D sont fausses

QCM 15 : A propos de la RT, de ses effets et de ses objectifs, donnez les propositions exactes :

- A) La radiothérapie provoque le remplacement du tissu tumoral par de la fibrose (tissu cicatriciel)
- B) Les tissus à renouvellement court (moelle osseuse, muqueuse, peau) sont très radiosensibles
- C) Les tissus à renouvellement long subissent des réactions tardives, des lésions réversibles et une perte de potentiel de mitoses des cellules souches
- D) La RT cherche à provoquer la mort cellulaire, la mort différée, l'élimination de la cellule par le système immunitaire ou la seule mutation de la cellule
- E) Les réponses A, B, C, et D sont fausses

QCM 16 : Donnez les propositions exactes

- A) Le but de la RT est de délivrer un maximum d'ionisation à la tumeur et un minimum aux tissus sains avoisinants
- B) Pour un effet différentiel optimal entre tissu sain et tumeur on met en jeu plusieurs facteurs dont : le facteur spatial, le facteur temporel...
- C) Les faisceaux divergents sont une technique d'irradiation efficace et précise
- D) La RT stéréotaxique robotisée est une technique de haute précision utilisant des photons convergents
- E) Les réponses A, B, C, et D sont fausses

QCM 17 : A propos de la radiothérapie, donnez les propositions correctes

- A) Les protons sont produits par un cyclotron
- B) Les photons sont produits par un accélérateur linéaire de particules
- C) Plus le photon est énergétique moins il est pénétrant car il va avoir tendance à faire beaucoup d'interaction avec le tissu dès les premiers cm
- D) Les protons permettent une préservation des tissus en amont et en aval
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Éléments de radiobiologie et de radioprotection**2019 – 2020 (Pr. Darcourt)****QCM 1 : BD ou B**

- A) Faux : la dose absorbée s'exprime en Gray
- B) Vrai : rappelez-vous W et J/s c'est pareil
- C) Faux : l'irradiation décroît avec le CARRE de la distance à la source
- D) Vrai : en dessous de 13,6 eV un REM n'est pas ionisant (double co il peut y avoir des excitations)
- E) Faux

QCM 2 : BC

- A) Faux : ATTENTION ici on parle de l'exposition externe, ce procédé est utile dans l'exposition interne
- B) Vrai : plus on s'éloigne des RI moins on en reçoit de dose
- C) Vrai : si on interpose des écrans comme le tablier plombé (qu'on utilise dans les blocs en cardio (par exemple) pour faire des coronarographies et qui font supeeeeeeeeeer mal au dos mdr) ça permet de nous protéger des rayons
- D) Faux : qui a mis ça juste mdr ?
- E) Faux

QCM 3 : B

- A) Faux : la dose est comprise entre 60 et 80 Gy pour les actes de traitements de radiothérapie
- B) Vrai : 1 mois et demi cela correspond à 6 semaines, on est dans l'organogénèse (dans le cours de Darcourt en tout cas donc ne venez pas me dire que ce n'est pas pareil en embryon) et il y a des risques de malformations à partir de 100 mGy ou 100 mSv et 60 Gy est supérieure à cette dose
- C) Faux : on aurait cherché des alternatives afin d'éviter le risque de malformation
- D) Faux : les risques de malformation par effets génétiques dus à l'exposition aux rayonnements n'ont jamais été observés
- E) Faux

QCM 4 : AC

- A) Vrai : il faut le savoir
- B) Faux : elle correspond à 2,4 mSv
- C) Vrai
- D) Faux : les patients n'ont pas de limite de dose tant que le médecin estime que c'est utile
- E) Faux

QCM 5 : ABD

- A) Vrai : dans le cours il est dit « risques de malformations observés pour des doses supérieures à 100 mSv, pas d'effets démontrés en dessous »
- B) Vrai : c'est du cours
- C) Faux : c'est l'inverse
- D) Vrai :
- E) Faux

QCM 6 : CD ou BCD

- A) Faux : l'irradiation artificielle représente 0,9mSv soit 30% de l'exposition totale
- B) Faux : elle ne prend en compte que l'industrielle, la militaire et la médicale mais pas la cosmique (double co pcq on ne savait pas ce que c'était « Elle »)
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 7 : C

- A) Faux : justement étant exposés à une dose proche de la limite supérieure des faibles doses, les travailleurs ne devraient pas développer de pathologie dans le futur
- B) Faux : il n'y a pas eu d'effets stochastiques cancérogènes car des contre-mesures avaient été prises (pastille d'iode)
- C) Vrai : voir B
- D) Faux : pour cela il aurait fallu que les travailleurs soient exposés à une dose supérieure à 100 mSv (environ 1000mSv)
- E) Faux

QCM 8 : BC

- A) Faux : on les utilise aussi comme antalgique et anti-inflammatoire
- B) Vrai
- C) Vrai : en gros on la RT agit sur les cellules tumorales -> (aberrations génétique, immortalité dérégulation du métabolisme énergétique ...)
- D) Faux : mécanisme indirect = 70 % de l'effet de la RT avec l'ionisation ou rupture covalente de la molécule d'eau
- E) Faux

QCM 9 : BD

- A) Faux : indirect
- B) Vrai
- C) Faux : direct
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 10 : ABCD

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

QCM 11 : AC

- A) Vrai
- B) Faux : la demi-vie augmente
- C) Vrai
- D) Faux : au contraire c'est l'inverse ! Les néo vx sont en positions centrale autour on a les cellules bien oxygénées et quand on s'éloigne du vaisseau on a les cellules en condition hypoxique. Après irradiation la tumeur diminue (mort des cellules oxygénées) la tumeur se rapproche du vx et de réoxygène -> meilleure efficacité à la prochaine séance
- E) Faux

QCM 12 : AD

- A) Vrai
- B) Faux : on utilise aussi des REM
- C) Faux : on les utilise aussi indirectement -> photons X
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 13 : A

- A) Vrai
- B) Faux : on l'utilise dans le cancer de la prostate
- C) Faux : la source libère des RX et des Rayons gamma
- D) Faux : on parle de RT vectorisé
- E) Faux

QCM 14 : C

- A) Faux !!! Les photons subissent effet Compton, photo-électrique et création de paire
- B) Faux : les photons sont non ionisés donc
- C) Vrai
- D) Faux : les photons gamma sont de moins ne moins utilisés
- E) Faux

QCM 15 : AB

- A) Vrai : texto cours
- B) Vrai
- C) Faux : des lésions **irréversibles**
- D) Faux : si la cellule est mutée et non éliminée alors se sera l'échec de la RT
- E) Faux

QCM 16 : ACD

- A) Vrai : texto cours
- B) Vrai : texto cours
- C) Faux : cette technique n'est pas très précise car : étalement sous forme de cône + zone de pénombre inutile (zone ni préservée ni dans le flux d'intensité max)
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 17 : ABD

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Faux : Pas du tout ! Plus le photon est énergétique plus il va pouvoir aller loin dans le tissu.
- D) Vrai : en effet car au début le dépôt d'énergie est faible après il y a le pic de Bragg et ensuite plus rien. Si le pic de Bragg se situe au niveau de la tumeur on aura un max d'ionisation est faible ionisation des tissus sains
- E) Faux

8. Résonance magnétique nucléaire (RMN)

2019 – 2020 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : A propos de la Résonance magnétique nucléaire (RMN) :

- A) La RMN utilise des atomes ayant un moment magnétique non nul comme l'atome d'Hydrogène
- B) Les 3 phases de la RMN sont : la relaxation, méditation et respiration
- C) Dans la phase de relaxation, l'échantillon acquiert une aimantation
- D) Le champ magnétique créé par la machine IRM est 1 à 6 fois supérieur au champ magnétique terrestre
- E) Les propositions A,B,C,D sont fausses

QCM 2 : Repérez les bonnes réponses :

- A) Le moment cinétique autrement appelé spin ne peut prendre que 2 valeurs
- B) Le moment magnétique s'applique à toute particule chargée et en mouvement en la rendant sensible à un champ magnétique
- C) Le paramètre de relaxation T1 correspond au temps de relaxation longitudinale ou spin-réseau et c'est le temps au bout duquel l'aimantation longitudinale aura récupéré 63% de sa valeur maximale
- D) Non ! Cette définition correspond au temps de relaxation transversale aussi appelé spin-spin
- E) Les propositions A,B,C,D sont fausses

QCM 3 : En ce qui concerne la RMN :

- A) Lors de la première phase, dite de précession, les moments magnétiques individuels des noyaux d'hydrogène sont orientés aléatoirement
- B) La deuxième phase est celle de résonance qui débute par l'application du champ magnétique principal B
- C) La magnétisation d'un échantillon de matière biologique dans un champ magnétique B est liée au fait qu'un excès de quelques noyaux d'hydrogène précède selon un cône dont l'axe est dans le sens de B
- D) La magnétisation d'un échantillon de matière biologique dans un champ magnétique B est mesurable directement
- E) Les propositions A,B,C,D sont fausses

QCM 4 : Le(s)quel(s) de ces noyaux pourrai(en)t faire l'objet d'une RMN ?

- A) $^{96}_{42}\text{Mo}$
- B) $^{181}_{110}\text{Ds}$
- C) $^{48}_{22}\text{Ti}$
- D) $^{137}_{56}\text{Ba}$
- E) Les propositions A,B,C,D sont fausses

QCM 5 : Concernant la RMN, donnez les réponses exactes :

- A) Dans la phase de résonance, la durée d'application des ondes radiofréquences détermine l'angle de la bascule de M
- B) T_u est le temps au bout duquel il ne reste que 37% de l'aimantation initiale
- C) L'analogie de la vibration du verre correspond à T_b
- D) Dans la phase de précession, un excès de protons s'orientent dans le sens où le niveau d'énergie est le plus faible
- E) Les propositions A,B,C,D sont fausses

QCM 6 : Concernant la RMN,

- A) La RMN utilise principalement des atomes d'hydrogène
- B) C'est un phénomène composé de 4 phases différentes
- C) Le free induction decay (FID) est mesuré lors de la résonance
- D) Le signal RMN de précession libre est composé d'une sinusoïde amortie
- E) Les propositions A,B,C,D sont fausses

QCM 7 : Concernant la phase de précession

- A) Les noyaux d'hydrogène précèdent sous l'influence d'un champ magnétique tournant
- B) La précession est simple, tous les noyaux décrivent un cône dont l'axe est parallèle à B
- C) Les protons se répartissent équitablement dans le sens parallèle et antiparallèle
- D) Sans champ magnétique, l'orientation des protons est aléatoire
- E) Les propositions A,B,C,D sont fausses

QCM 8 : Concernant la phase de relaxation :

- A) Elle consiste à basculer l'aimantation car c'est plus simple de mesurer une aimantation qui varie dans le temps
- B) C'est la phase de mesure

- C) On décrit l'aimantation M, selon 2 projections : longitudinale et sagittale
D) Le système revient à sa position d'équilibre en décrivant une enveloppe à la poste
E) Les propositions A,B,C,D sont fausses

QCM 9 : A propos de la RMN :

- A) Le paramètre de relaxation spin-spin correspond à T2
B) L'IRM est dangereux pour la santé
C) Dans la phase de résonance, les ondes utilisées ont une longueur d'onde de l'ordre du nanomètre
D) La durée d'application des ondes radio dans la phase de résonance détermine la bascule de M
E) Les propositions A,B,C,D sont fausses

QCM 10 : A propos de la phase de résonance :

- A) C'est la phase de mesure
B) On parle de bascule universelle car tous les noyaux basculent
C) Selon l'explication quantique, on applique des ondes radiofréquences qui permettent d'inverser la précession de certains protons ce qui confère un excès d'énergie au système
D) L'aimantation M, se retrouve dans le plan Oz en décrivant une demi-sphère
E) Les propositions A,B,C,D sont fausses

QCM 11 : Concernant la résonance magnétique nucléaire (RMN) :

- A) Le signal est mesuré dans le plan Oz
B) Le mouvement de précession de l'ensemble des protons donne un moment microscopique μ
C) La vitesse de rotation angulaire prend en compte le rapport gyromagnétique
D) Le champ magnétique produit par l'IRM est assez peu intense
E) Les propositions A,B,C,D sont fausses

QCM 12 : Parmi les listes suivantes, quelle est celle dont tous les noyaux des atomes pourraient être l'objet d'une RMN :

- A) $^{13}_7\text{N}$; $^{12}_6\text{C}$; $^{18}_8\text{O}$
B) $^{14}_7\text{N}$; $^{13}_6\text{C}$; $^{17}_8\text{O}$
C) $^{16}_8\text{O}$; $^{14}_6\text{C}$; $^{15}_7\text{N}$
D) $^{15}_7\text{N}$; $^{13}_6\text{C}$; $^{16}_8\text{O}$
E) Les propositions A,B,C,D sont fausses

QCM 13 : La machine IRM crée un champ magnétique principal de 2T. Quelle est la fréquence de précession des protons ? On considère le rapport gyromagnétique du proton égal à $2,7 \times 10^8$

- A) 92,4 MHz
B) 42,6 MHz
C) 132 MHz
D) 128,6 MHz
E) Les propositions A,B,C,D sont fausses

QCM 14 : Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) concernant la fréquence de Larmor ?

(QCM repris des annales à QCM 22 /2017)

- A) C'est la fréquence de l'onde radiofréquence utilisée pour la résonance
B) Sa valeur fait que le rayonnement électromagnétique associé est ionisant
C) Sa valeur ne dépend pas de celle du champ magnétique de l'appareil
D) Sa valeur dépend du rapport gyromagnétique du noyau qui fait l'objet de la résonance
E) Les propositions A,B,C,D sont fausses

QCM 15 : Soit les 2 isotopes suivants du Fluor : $^{18}_9\text{F}$ $^{19}_9\text{F}$. Le $^{18}_9\text{F}$ se désintègre par émission β^+ . Le $^{19}_9\text{F}$ est stable. Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) :

- A) Le $^{19}_9\text{F}$ se transforme en $^{18}_8\text{O}$
B) Le $^{18}_9\text{F}$ se transforme en $^{18}_8\text{O}$
C) Le $^{19}_9\text{F}$ peut faire l'objet d'un phénomène de résonance magnétique nucléaire
D) Le $^{18}_9\text{F}$ peut faire l'objet d'un phénomène de résonance magnétique nucléaire
E) Les propositions A,B,C,D, sont fausses

Correction : Résonance magnétique nucléaire (RMN)**2019 – 2020 (Pr. Darcourt)****QCM 1: E**

- A) Faux : la RMN utilise des NOYAUX attention ! Le prof insiste là-dessus, je vous conseille d'aller voir les réponses des profs
B) Faux : les 3 phases de RMN sont : précession, résonance et relaxation mais VIVE LE YOGA !!
C) Faux : l'échantillon acquiert une aimantation dans la phase de PRECESSION
D) Faux : il est 10 000 à 60 000 fois supérieur
E) Vrai

QCM 2 : ABC

- A) Vrai : c'est du cours
B) Vrai : de même
C) Vrai
D) Faux : voir C
E) Faux

QCM 3 : C

- A) Faux : justement lors de la précession ils s'orientent selon 2 cônes de sens opposés
B) Faux : elle débute par l'application d'un second champ magnétique B_1
C) Vrai
D) Faux : il y a cette phase de résonance qui permet de faire varier l'aimantation afin de mieux la mesurer par la suite donc ce n'est pas direct
E) Faux

QCM 4 :BD

Rappel : pour qu'un noyau puisse faire l'objet d'une RMN, il doit avoir au moins N ou Z impair

- A) Faux : $96-42= 54$ donc N et Z pairs -> Pas RMN
B) Vrai : $181-110= 71$ donc N impair -> RMN
C) Faux : $48-22= 26$ donc N et Z pairs -> pas RMN
D) Vrai : $137-56= 81$ donc N impair-> RMN
E) Faux

QCM 5 : ABD

- A) Vrai : c'est du cours
B) Vrai
C) Faux : c'est l'inverse T_1 c'est l'analogie du retour après compression d'un objet viscoélastique
D) Vrai : l'excès de protons se trouve dans le sens up et ce sens a un niveau d'énergie plus faible que le sens antiparallèle
E) Faux

Si ce n'est l'item A et B, ce QCM n'est pas très représentatif donc ne stressez pas, je crois qu'entre les DM, le CCB et les Tut', on a revu toutes les possibilités concernant la RMN

QCM 6 : D

- A) Faux : ce sont des NOYAUX d'hydrogène, le prof insiste il l'a même redit dans ses réponses à vos questions
B) Faux : il n'y a que 3 phases
C) Faux : c'est lors de la relaxation
D) Vrai
E) Faux

QCM 7 : D

- A) Faux : ils précèdent sous l'influence de B , qui n'est pas tournant
B) Faux : la précession est double, les noyaux se répartissent dans le sens parallèle ou antiparallèle
C) Faux : il y a un excès de protons dans le sens parallèle (20/1million)
D) Vrai
E) Faux

QCM 8 : B

- A) Faux : ça c'est pour la résonance
B) Vrai
C) Faux : le début de la phrase est vrai mais les projections sont longitudinales et transversales
D) Faux : bien tenté mais c'est une enveloppe en pavillon de trompette
E) Faux

QCM 9 : AD

- A) Vrai
B) Faux : l'IRM ne présente pas d'effets biologiques
C) Faux : ce sont des ondes radios, elles ont une longueur d'onde de l'ordre du mètre
D) Vrai
E) Faux

QCM 10 : C

- A) Faux : la phase de mesure correspond à la phase de relaxation
B) Faux : c'est une bascule sélective
C) Vrai
D) Faux : l'aimantation se retrouve dans le plan xOy
E) Faux

QCM 11 : C

- A) Faux : le signal est mesuré dans le plan xOy
B) Faux : l'ensemble des protons ont un moment MACROSCOPIQUE
C) Vrai
D) Faux : il est très intense : de 10 000 à 60 000 supérieurs à celui de la Terre
E) Faux

QCM 12 : B

Rappel : Pour qu'un noyau soit l'objet d'une RMN, il faut qu'au moins Z ou N soit impair.

Réponse B vraie :

- Pour N on a : $Z=7$ et $N=14-7=7$
- Pour C on a : $Z=6$; $N=13-6=7$
- Pour O on a : $Z=8$; $N=17-8=9$

Je vous laisse faire le calcul pour les autres.

QCM 13 : B

Il y a 2 méthodes :

- Soit vous savez que pour 1T, le noyau d'hydrogène a une fréquence de précession de 42,6 MHz auquel cas vous multipliez par 2 et on obtient la réponse A

Soit vous faites le calcul : $\nu_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} = \frac{\gamma B_0}{2\pi}$ donc $\frac{\gamma}{2\pi} = \frac{2,7 \times 10^8}{2 \times 3} \approx \frac{3 \times 10^8}{6} \approx 0,5 \times 10^8$ ça fait $50 \times 10^6 = 50 \text{ MHz}$ et $50 \times 2 = 100 \text{ MHz}$. Comme on arrondi 2,7 à 3, le vrai résultat est inférieur à 100 → réponse A

QCM 14 : AD

- A) Vrai
- B) Faux : un REM est ionisant seulement si son énergie est supérieure à 13,6 eV
- C) Faux : elle dépend du champ magnétique appliqué, c'est bien pour ça que la fréquence de Larmor des protons varie selon la valeur du champ magnétique
- D) Vrai : allez voir la formule
- E) Faux

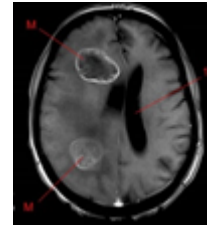
QCM 15 : BCD (QCM tiré des annales)

- A) Faux : le fluor-19 est stable, il ne se désintègre pas
- B) Vrai : Z est impair
- C) Vrai : Z et N sont impairs
- D) Vrai
- E) Faux

9. Imagerie par résonance magnétique (IRM)

2019 – 2020 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : Vous êtes interne en neurologie et vous recevez le cliché du patient M, calculez le contraste entre la tumeur en haut à gauche et celle en bas à gauche



Données : $L_{\text{tumeur haut}} = 18$ $L_{\text{tumeur bas}} = 6$

- A) 0,66
- B) 2
- C) 0,33
- D) 0,5
- E) 0,72

QCM 2 : A propos du contraste en IRM, donnez les vraies :

- A) Le contraste en IRM s'exprime par des niveaux de gris différents
- B) Il y a trois sources de contraste en IRM (T1, T2, la densité en neutrons)
- C) Le contraste rho fait référence à la concentration en noyaux d'hydrogène
- D) Sur une séquence pondérée en rho l'air et l'os apparaissent en hyposignal
- E) Les réponses A, B, C, D et E sont fausses

QCM 3 : A propos de la relaxation en T1

- A) On l'appelle aussi temps de relaxation spin réseau = de décroissance en z = transversale
- B) Au bout d'un temps $t=4T_1$ on considère que M_z est égal à 98% de M_0
- C) Si le tissu a un T1 court alors la machine ne capte pas longtemps le signal et donc il sera en hyposignal
- D) La graisse apparaîtra en hypersignal par rapport à l'eau
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 4 : A propos de la relaxation en T2

- A) L'eau apparaît en hyposignal
- B) Au bout d'un temps $t=4T_2$ on considère le signal transverse nul
- C) Plus le temps T2 est long plus le signal est fort
- D) Les solides apparaissent en hyposignal
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 5 : A propos de la séquence écho de spin

Relu par le prof

- A) Les séquences en IRM sont un enchaînement des phases de précession et de la relaxation
- B) La séquence écho de spin se déroule comme suit : un temps τ où le système est déphasé -> un bascule de $\pi/2$ pour basculer les spins -> un temps τ où tous les spins se retrouvent en phase -> écho on mesure le signal
- C) Si on considère l'enveloppe de tous les échos on retrouve l'enveloppe théorique de T2
- D) TR c'est le temps de répétition et vaut 2τ
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 6 : A propos des séquences pondérées et des contrastes, donnez les bonnes propositions :

- A) Si l'opérateur choisit un TE court (90 ms) la séquence sera pondérée en T1
- B) Si l'opérateur choisit un TE court et un TR long, l'image sera pondérée en densité de proton (rho)
- C) Si l'opérateur choisit un TR = 1500 ms et un TE = 90 ms, l'image sera pondérée en T2
- D) Si l'opérateur choisit un T2 long il aura un meilleur contraste qu'avec un T2 court
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 7 : Donnez les propositions exactes

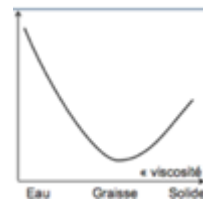
- A) Une zone noire caractérise un hyposignal
- B) Le temps de répétition TR sépare deux bascules π de l'aimantation
- C) En T1 l'eau apparaît en hyposignal
- D) En T2 l'eau apparaît en hypersignal
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 8 : Quelles sont les propositions exactes à propos de l'IRM

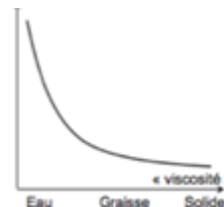
- A) Le temps de relaxation spin-spin correspond à T1
- B) Seul 2% de l'aimantation initiale peut être mesuré après une durée égale à quatre fois T2 dans le plan transversal
- C) En choisissant un TR long et un TE court, seul le paramètre de relaxation ρ intervient
- D) Le déphasage des spins permet d'expliquer que le signal de précession libre théorique est différent du signal mesuré expérimentalement
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 9 : A propos de cette image donnez les vraies

- A) Cette image représente T2 en fonction de la viscosité
- B) Cette image représente T1 en fonction de la viscosité
- C) Ici la graisse apparaît en hypersignal
- D) Ici l'eau apparaît en hypersignal
- E) Les réponses A, B, C, D et E sont fausses

**QCM 10 : A propos de cette image donnez les vraies**

- A) Cette image représente T1 en fonction de la viscosité
- B) Cette image représente T2 en fonction de la viscosité
- C) Ici l'eau apparaît en hypersignal
- D) Ici les solides apparaîtront en hyposignal
- E) Les réponses A, B, C, D et E sont fausses

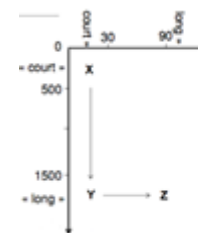
**QCM 11 : Donnez la (les) proposition exactes**

- A) Un TE court et un TR long donne une pondération en ρ
- B) Un TR de 500 et un TE de 30 donne une pondération en T2
- C) Un T2 long permet d'obtenir un meilleur contraste qu'en T1 long
- D) On retrouve un signal d'intensité croissante de gauche à droite
- E) Les réponses A, B, C, D et E sont fausses

QCM 12 : A propos de l'image suivante donnez les vraies :

Relu par le prof

- A) L'axe des ordonnées correspond à TR
- B) Pour Z, l'image est pondérée en T2
- C) La durée d'acquisition du signal d'IRM est supérieure pour Z que pour X
- D) L'intensité du signal IRM est inférieure pour Y que pour Z
- E) Les réponses A, B, C, D et E sont fausses

**QCM 13 : Un radiologue réalise une IRM du cerveau d'un patient pour visualiser une tumeur.**

Donnez les propositions exactes

- A) En T1 la lésion apparaît en hypersignal par rapport à la SG
- B) En T2 la SG apparaît en hyposignal par rapport à la lésion
- C) En ρ la SG apparaît en hypersignal par rapport à la SB
- D) Le contraste entre la lésion et la SB est le plus important en T2
- E) Les réponses A, B, C, D et E sont fausses

QCM 14 : Donnez les propositions exactes :

- A) Le temps de relaxation T1 correspond au temps de relaxation longitudinale = de recroissance en Z B) Le temps de relaxation T2 correspond au temps de relaxation longitudinale = de recroissance en Z
 C) L'onde radiofréquence va basculer le champ magnétique de 180°
 D) Lors de la phase relaxation le signal disparaît selon un pavillon de trompette
 E) Les réponses A, B, C, D et E sont fausses

QCM 15 : A propos des différentes phases IRM donnez les vraies :

- A) Lors de la phase de résonance le champ magnétique s'aligne dans le plan horizontal en formant une enveloppe sphérique
 B) Lors de la phase de la relaxation la composante Mxy va retrouver progressivement la totalité de son signal
 C) Lors de la phase de relaxation la composante Mz va tourner sur elle-même jusqu'à devenir nulle
 D) On effectue le recueillement du signal avec une antenne en Mxy (pendant la phase de relaxation)
 E) Les réponses A, B, C, D et E sont fausses

QCM 16 : A propos de la séquence écho de spin

- A) Pour compenser le déphasage des spins on utilise le phénomène de la séquence écho de spin
 B) Un écho représente une image
 C) TE = temps d'écho = c'est le temps qui sépare deux bascules $\pi/2$
 D) TR = temps de répétition correspond à un temps = 2 tau
 E) Les réponses A, B, C, D et E sont fausses

QCM 17 : Le signal RMN de précession libre :

- A) Est mesuré pendant la phase de relaxation
 B) Vient de la composante longitudinale de l'aimantation
 C) Est amorti car les noyaux ne sont pas en phase
 D) S'amortit avec une constante T1
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 18 : L'ordre de la séquence écho de spin (après la bascule de la résonance) est

- A) $\pi \rightarrow \tau \rightarrow \pi \rightarrow \tau \rightarrow$ écho
 B) $\tau \rightarrow \pi/2 \rightarrow \tau \rightarrow$ écho
 C) $\tau \rightarrow \pi \rightarrow$ écho
 D) $\tau \rightarrow \pi \rightarrow \tau \rightarrow$ écho
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 19 : Le tableau ci-dessous donne les valeurs des paramètres de relaxation des SG, SB ainsi que d'une tumeur

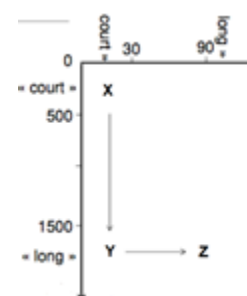
Tombé 5 fois depuis 2008

	Rho (%)	T1 (ms)	T2 (ms)
SB	65	150	320
SG	70	170	220
Tumeur	50	190	120

- A) La tumeur apparaîtra en hyposignal par rapport à la SG sur les images acquises en T1
 B) La tumeur apparaîtra en hyposignal par rapport à la SB sur les images acquises en rho
 C) La tumeur apparaîtra en hypersignal par rapport à la SG sur les images acquises en T2
 D) Le contraste entre la tumeur et la SB sera maximal sur les images acquises lors d'une séquence acquise en T2
 E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 20 : A propos de l'image suivante donnez les vraies :

- A) L'axe des ordonnées correspond à TR
 B) Pour Z, l'image est pondérée en T2
 C) La durée d'acquisition du signal d'IRM est supérieure pour Z que pour X
 D) L'intensité du signal IRM est inférieure pour Y que pour Z
 E) Les réponses A, B, C, D sont fausses



Correction : Imagerie par résonance magnétique (IRM)**2019 – 2020 (Pr. Darcourt)****QCM 1 : D**

Pour déterminer le contraste entre deux zones de l'image on utilise la formule $C = |L_a - L_b| / L_a + L_b = |18 - 6| / 18 + 6 = 12/24 = 0,5$

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

QCM 2 : ACD

- A) Vrai : item cadeau <3
- B) Faux : attention entre parenthèse ce n'est pas densité de **neutrons** mais densité de **protons**
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 3 : BD

- A) Faux : attention les synonymes ! T1 = relaxation longitudinale
- B) Vrai
- C) Faux : on contraire. Si on pense à l'analogie avec la compression de deux matériaux visco-élastique, celui qui aura le temps t le plus court va être le plus rapidement volumineux et donc en hypersignal
- D) Vrai : la graisse a un T1 plus court que l'eau par définition elle sera en hypersignal par rapport à l'eau
- E) Faux

QCM 4 : BCD

- A) Faux : voir le schéma de la viscosité
- B) Vrai
- C) Vrai : si on reprend l'analogie avec les verres qui vibrent, plus le temps de vibration est court plus le signal est faible (hyposignal) et inversement plus il vibrera longtemps plus le signal sera fort (hypersignal)
- D) Vrai : voir schéma viscosité
- E) Faux

QCM 5 : C

- A) Faux : c'est une répétition de phase de résonance et de relaxation
- B) Faux : la bascule des spins c'est π et pas $\pi/2$
- C) Vrai
- D) Faux : c'est TE le temps d'écho qui vaut 2τ . Le temps de répétition TR c'est le temps entre la première bascule $\pi/2$ et la suivante
- E) Faux

QCM 6 : BC

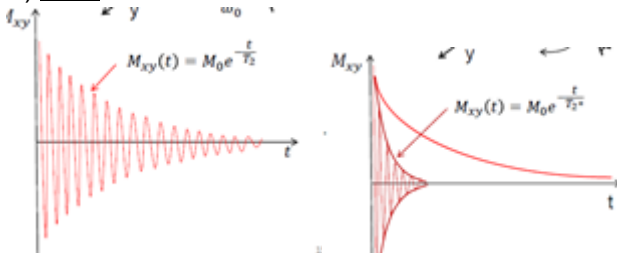
- A) Faux : C'est vrai qu'un T1 court favorise le contraste en T1 mais TE court = 30 ms et TE long = 90 ms
- B) Vrai
- C) Vrai : les deux valeurs correspondent bien à un TE long et TR long
- D) Faux : piège adoré du prof !!!! On ne choisit pas le T2 c'est imposé par le tissu donc on parle pas de T2 long ou court
- E) Faux

QCM 7 : ACD

- A) Vrai
- B) Faux : TR sépare les bascules $\pi/2$
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 8 : BCD

- A) Faux : ça correspond à T_2 , 2 donc deux fois spin -> spin-spin
 B) Vrai : après un temps $T=4T_2$ on retrouve 0,02 M_0 soit 2% de l'aimantation initiale
 C) Vrai
 D) Vrai : en réalité comme chaque noyau tourne à sa vitesse intrinsèque le déphasage sera plus marqué et la courbe sera + faiblement amortie.
 E) Faux

**QCM 9 : BC**

- A) Faux
 B) Vrai
 C) Vrai : cette image représente la viscosité de T_1 = le tissu qui va avoir le signal le plus intense c'est celui qui va avoir le T_1 le plus court
 D) Faux : voir justification C
 E) Faux

QCM 10 : BCD

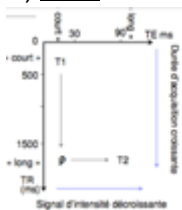
- A) Faux
 B) Vrai
 C) Vrai : cette image représente la viscosité de T_2 = le tissu qui auront le T_2 le plus long apparait en hypersignal !
 L'eau apparait en hypersignal
 D) Vrai: T_2 court -> hyposignal
 E) Faux

QCM 11 : AD

- A) Vrai
 B) Faux $TE=30$ = court $TR=500$ = court -> **T_1**
 C) Faux : on ne peut pas choisir le T_1 et le T_2 ils sont imposés par le tissu
 D) Vrai :
 E) Faux

QCM 12 : ABCD

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



QCM 13 : AC

On sait que T1 court hypersignal / T1 long hyposignal

T2 court :hyposignal / T2 long hypersignal

Rho court : hyposignal / Rho long : hypersignal

- A) Vrai : T1 lésion + court que T1 SG -> hypersignal
B) Faux : T2 lésion < T2 SG donc SG en hypersignal
C) Vrai
D) Faux : en T1
Contraste T1 : $|l\acute{e}sion-SB| / SB = 40/110=0,4$
Contraste en T2 : $|400-520|/520=0,2$
Contraste en rho : $|60-82|/82= 0,3$
E) Faux

QCM 14 : AD

- A) Vrai
B) Faux
C) Faux : l'onde permet de basculer le champ de 90°. D'abord il est vertical dans Mz et ensuite il devient horizontal dans My
D) Vrai
E) Faux

QCM 15 : AD

- A) Vrai : texto cours
B) Faux : la composante Mxy s'annule au profit de Mz
C) Faux : c'est la composante Mxy qui va devenir nulle
D) Vrai
E) Faux

QCM 16 : AB

- A) Vrai
B) Vrai
C) Faux : ça c'est le temps de répétition. TE c'est le temps qui sépare 2 tau
D) Faux : ça c'est le temps d'écho. Le TR c'est le temps qui sépare 2 bascules $\pi/2$
E) Faux

QCM 17 : AC

- A) Vrai
B) Faux : il vient de la composante transverse de l'aimantation !
C) Vrai
D) Faux : s'amortit avec une constante T2 !
E) Faux

QCM 18 : D

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

QCM 19 : ABD

Alors quand on a un QCM comme ça comment on fait ?

On regarde ce qu'on compare donc ici soit la tumeur avec la SB soit la tumeur avec la SG

En T1 on sait que plus le T1 est court plus le signal sera fort donc celui qui aura le T1 le plus court

- A) Vrai : ici la tumeur = 190 et la SG = 170 on est en T1 donc la tumeur sera en hyposignal par rapport à la SG
B) Vrai
C) Faux
D) Vrai : Pour savoir on calcule les contrastes sur toutes les pondérations
contraste = $|L_{l\acute{e}sion} - L_{tissusain}| / L_{tissusain}$

$\rho = 0,23$

$T_1 = 0,26$

$T_2 = 0,625$

E) Faux

QCM 20 : ABCD

A) Vrai

B) Vrai

C) Vrai

D) Vrai

E) Faux

