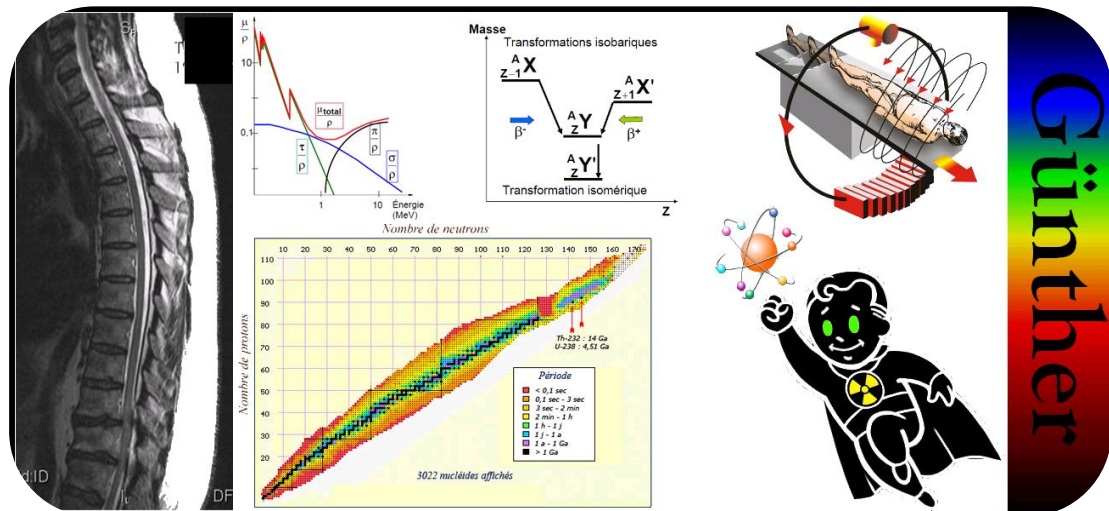


ANNATUT'

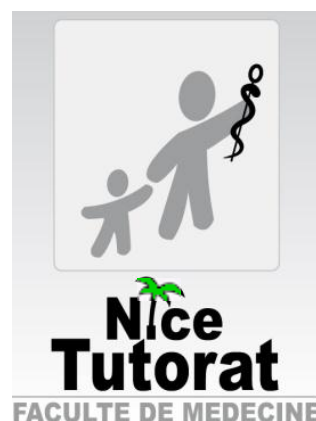
BIOPHYSIQUE

UE3a

[Année 2012-2013]



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



SOMMAIRE

1. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Particules, ondes et atomes	3
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Particules, ondes et atomes	6
2. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Interaction des rayonnements ionisants avec la matière.....	9
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Interaction des rayonnements ionisants avec la matière.....	12
3. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Rayons X	14
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Rayons X	16
4. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Noyau	18
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Noyau.....	19
5. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Transformations radioactives	20
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Transformations radioactives	22
6. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Lois cinétiques	24
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Lois cinétiques	25
7. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Eléments de radiobiologie et de radioprotection	26
Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Eléments de radiobiologie et de radioprotection .	27
8. Résonance magnétique nucléaire (RMN)	28
Correction : Résonance magnétique nucléaire (RMN)	30
9. Imagerie par résonance magnétique (IRM)	32
Correction : Imagerie par résonance magnétique (IRM)	34

1. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Particules, ondes et atomes

2011 – 2012 (Pr Darcourt)

QCM 1 : L'ionisation d'un atome entraîne l'éjection d'un de ses électrons, qui part avec une énergie (cinétique) de $5 \cdot 10^{-15}$ J. Quelle est sa masse relativiste (exprimée en 10^{-31} kg) ?

Aide au calcul : $\sqrt{0,5} = 0,7$ $\sqrt{1,5} = 1,22$ $\sqrt{2} = 1,41$

- A) 12,9 B) 11,3 C) 9,1 D) 6,42 E) 14,7

QCM 2 : Classez ces différentes radiations par fréquence décroissante

- a) IR b) UV c) Lumière visible d) Rayons X e) Ondes radar

- A) d>b>c B) d>a>c C) c>a>e D) c>e>a E) A,B,C,D sont faux

QCM 3 : Généralités. Donner la ou les propositions vraies :

- A) L'unité de masse atomique est définie comme le 1/12ème de la masse d'une mole d'atomes de carbone 12
 B) L'unité de masse atomique d'un atome est définie comme la masse d'une mole de cet atome
 C) La masse atomique d'un atome d'oxygène 16 est de 16u
 D) La masse atomique d'une mole d'atome d'oxygène 16 est d'environ 16g
 E) A,B,C,D sont faux

QCM 4 : Considérons l'atome d'oxygène $^{16}_8\text{O}$,

Calculer le niveau d'énergie du 2^{ème} niveau excité pour cet atome, sachant que la constante d'écran vaut 5.

- A) 13,6 eV B) $-21,8 \cdot 10^{-19}$ J C) $65,3 \cdot 10^{-19}$ J D) $-40,8$ eV E) 1,36 eV

QCM 5 : Dualité onde particule :

On étudie le comportement ondulatoire d'un électron de vitesse $v = 2 \cdot 10^6$ m/s

Quelle est la longueur de l'onde caractérisée par cet électron, en μm ?

- A) $0,3 \cdot 10^{-3}$ B) $3 \cdot 10^{-10}$ C) $3 \cdot 10^{-9}$ D) $0,6 \cdot 10^{-3}$ E) $3 \cdot 10^{-6}$

QCM 6 : Quelle est la masse relativiste en g d'un négaton de vitesse $2,598 \cdot 10^8$ m/s ?

Aide au calcul : $2,598^2 = 6,75$

- A) $6,8 \cdot 10^{-31}$ B) $6,8 \cdot 10^{-30}$ C) $6,8 \cdot 10^{-29}$ D) $18,2 \cdot 10^{-28}$ E) $1,82 \cdot 10^{-28}$

QCM 7 : Les particules. Donner la ou les propositions vraies :

- A) Le neutrino et le positon ont la même masse
 B) Le neutron et le neutrino ont la même charge
 C) L'électron et le positon ont la même masse
 D) Le négaton et l'électron sont situés à deux endroits distincts de l'atome. L'un est dans le noyau, l'autre dans le cortège électronique
 E) A,B,C,D sont faux

QCM 8 : Quelle est en eV l'énergie de liaison du 3^{ème} niveau excité de l'hydrogénoïde W $^{73+}$?

- A) -4654 B) -8274 C) 4654 D) 63 E) Cette couche contient au maximum 18 électrons

QCM 9 : Un électron accéléré atteint une vitesse inconnue. On sait toutefois que sa masse relativiste atteint $1,36 \cdot 10^{-30}$ kg. Quelle est sa vitesse en $10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$?

Aide au calcul : $\sqrt{4,5} \approx 2,12$ $\sqrt{1,5} \approx 1,22$ $\sqrt{2,7} \approx 2,64$ $\sqrt{0,5} \approx 0,7$ $9,1/1,36 = 7$

- A) 2,12 B) 4,49 C) 1,22 D) 4,49 E) 2,1

QCM 10 : Une onde électromagnétique chromatique...

- A) se propage dans le vide à une vitesse dépendant de sa fréquence
 B) est composée de photons d'énergie $E = \frac{1}{2} mv^2$
 C) est composée de photons d'énergie $E = hc/\lambda$
 D) peut avoir sa longueur d'onde calculée grâce à la formule de Duane et Hunt
 E) A,B,C,D sont faux

QCM 11 : Couche de demi-atténuation :

Une épaisseur de 2mm de matière atténue 50% d'un faisceau de photon mono-énergétique.

- A) La valeur de la CDA de ce matériau est de 4 mm
- B) Le coefficient linéique d'atténuation est de 0,035 m
- C) 19 mm de cette matière atténuent la totalité du faisceau
- D) L'atténuation par effet photo électrique est plus probable lorsque le faisceau traverse l'os que lorsqu'il traverse le sang
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 12 : La masse d'un atome du sodium est de 22,9898 uma. L'énergie de liaison de cet atome est, en eV :

Aide au calcul : $m(e^-) = 0,00055 \text{ u}$; $m(p) = 1,007 \text{ u}$; $m(n) = 1,009 \text{ u}$; $m(H) = 1,0079 \text{ u}$

- A) 0,17 B) $17 \cdot 10^6$ C) $2 \cdot 10^8$ D) 200 E) $17 \cdot 10^{-3}$

QCM 13 : Un atome d' ${}_6^{12}\text{C}$...

- A) a une masse atomique d'environ 6 u
- B) a une masse atomique de 12 g
- C) est composé de 12 neutrons
- D) est composé de 6 protons et 6 électrons
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 14 : Donner la ou les propositions vraies

- A) La masse d'un électron est de 2000 u
- B) La masse d'un proton est d'environ 1u
- C) La masse d'un proton est exclusivement dynamique
- D) Le neutron est une particule instable hors du noyau
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 15 : Un rayonnement électromagnétique ayant une longueur d'onde de 500 nm, a une énergie de :

- A) $4 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ B) $4 \cdot 10^{-28} \text{ J}$ C) 2,5 J D) $25 \cdot 10^8 \text{ eV}$ E) 0,25 eV

QCM 16 : Le ${}_{20}^{40}\text{Ca}$ a une constante d'écran de 16 . Le puits d'énergie sur la couche L est :

- A) 108,8 eV B) 54,4 eV C) -13,6 eV D) - 54,4 eV E) 0 eV

QCM 17 : Donner la ou les propositions vraies

- A) La masse atomique d'un élément est égale à la masse d'un atome
- B) La masse d'une mole d'atomes , en unité de masse atomique , s'exprime par le même nombre que la masse d'une mole d'atomes en g
- C) La masse d'une mole d'atomes en unité de masse atomique s'exprime par le même nombre que la masse d'un atome en g
- D) La masse d'un atome en unité de masse atomique s'exprime par le même nombre que la masse d'une mole d'atomes en g
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 18 : Un électron de masse 1/2000 u a une vitesse de 0.86 c (c étant la vitesse de la lumière) . La masse relativiste en g est :

Aide au calcul : $\sqrt{0,14} = 0,4$ $\sqrt{0,25} = 0,5$ $\sqrt{0,75} = 0,86$

- A) $0,2 \cdot 10^{-26}$ B) $1,66 \cdot 10^{-27}$ C) 10^{-27} D) $3 \cdot 10^{-27}$ E) 0

QCM 19 : Donner la ou les propositions vraies

- A) Un photon a une énergie $E = mc^2$
- B) L'énergie d'une particule au repos est égale à $\frac{1}{2} mv^2$
- C) Dans la relation de Duane et Hunt, si l'énergie est en eV , λ est en unité SI
- D) La manifestation ondulatoire existe pour les grosses particules
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 20 : Quelle est l'énergie d'un photon de longueur d'onde $8 \cdot 10^{-7} \text{ m}$?

- A) 1,55 eV B) $2,48 \cdot 10^9 \text{ eV}$ C) $15,5 \cdot 10^9 \text{ J}$ D) $2,48 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ E) 0 eV

QCM 21 : Donner la ou les propositions vraies

- A) L'unité de masse atomique est égale à l'inverse du nombre d'Avogadro
- B) Le neutron est stable alors que le proton est instable hors du noyau
- C) L'énergie de liaison est toujours positive alors que l'énergie de la couche n est toujours négative
- D) La relation de Duane et Hunt utilise les unités du système international
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 22 : Sur son 2^{ème} niveau d'excitation, l'Aluminium a une énergie de -24 eV. Sa constante d'écran est de :

Aide au calcul : $\sqrt{\frac{216}{13,6}} = 4 \cdot \sqrt{\frac{72}{13,6}} = 2,3$

- A) 2,3 B) 10,7 C) 1 D) 17 E) 9

Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Particules, ondes et atomes**2011 – 2012****QCM 1 : Réponse A**

$E_c = \frac{1}{2}mv^2$ (approximation, car ce n'est normalement applicable que dans le cadre de la mécanique classique)

$$\Rightarrow v^2 = \frac{2E_c}{m} \text{ Donc } m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31}}{\sqrt{1 - \frac{2 \cdot 20,5 \cdot 10^{-15}}{(3 \cdot 10^8)^2}}} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31}}{\sqrt{1 - \frac{41 \cdot 10^{-16}}{9 \cdot 10^{16}}}} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31}}{\sqrt{\frac{1}{2}}} = 1,4 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} = 12,7 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

QCM 2 : Réponses A,C

L'énergie d'un REM est proportionnelle à la fréquence, et inversement proportionnelle à la longueur d'onde

QCM 3 : Réponses C,D

A) Faux : l'uma est définie comme le douzième de la masse d'un atome de Carbone 12.

B) Faux : c'est la définition de la masse atomique !

C) Vrai

D) Vrai

E) Faux

QCM 4 : Réponse B

Attention, on vous demandait le niveau d'énergie, et non l'énergie de liaison, la réponse était donc forcément négative. Ensuite, le 2^{ème} niveau excité correspond à la couche M, n=3. Ensuite on procède au calcul suivant :

$$W_m = -13,6 \frac{(Z-\sigma)^2}{n} \quad Z=8, \sigma=5, \text{ et ainsi on trouve } W_m = -13,6 \text{ eV. Il ne vous restait ensuite qu'à convertir les eV en J}$$

QCM 5 : Réponse A

$$\lambda = \frac{h}{m v}$$

QCM 6 : Réponse B

$$m = \frac{9,1 \cdot 10^{-31}}{1 - \sqrt{\frac{6,75}{9}}} = 6,8 \cdot 10^{-30} \text{ g}$$

QCM 7 : Réponses B,C

A) Faux : Le neutrino a une masse nulle, pas le positon

B) Vrai

C) Vrai

D) Faux : Le négaton et l'électron c'est la même chose

E) Faux

QCM 8 : Réponse C

3^{ème} niveau excité c'est n = 4. Et EI est toujours positive

Il n'y a pas de constante d'écran car l'atome est un hydrogénoïde (un électron sur sa couche externe) \Rightarrow pas d'effet électronique donc pas de constante d'écran ☺

$$EI = |W_n| = |-13,6 \times 74^2 / 4^2| = 4654 \text{ keV}$$

QCM 9 : Réponse A

Rappel de la formule : $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ de là on calcule $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ et on résout l'équation jusqu'à accéder à la valeur de v

B) Faux : oubli de la racine

C) Faux : oubli du $<^2>$ sur le c

D) Faux : oubli du $<^2>$ sur m_0 / m

E) Faux : inversion du v/c

QCM 10 : Réponses C,D

A) Faux : toujours la même vitesse dans le vide, si la fréquence varie, c'est la longueur d'onde qui est modifiée

- B) Faux : le photon n'a pas de masse (juste une masse du fait de sa vitesse = masse dynamique)
 C) Vrai
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 11 : Réponse D

- A) Faux : la CDA est de 2mm
 B) Faux : $\ln(2) = \mu \cdot \text{CDA}$ donc $\mu = \ln(2) / \text{CDA} = 0,7/0,002 = 350 \text{ m}^{-1}$
 C) Faux : 20mm sont nécessaires
 D) Vrai : l'os est plus dense que le sang
 E) Faux

QCM 12 : Réponse C

$E_I = (11 \cdot 1,007 + 11 \cdot 0,00055 + 12 \cdot 1,009 - 22,9898) \cdot 931,5 = 0,20 \cdot 931,5 = 200 \text{ MeV} = 2 \cdot 10^8 \text{ eV}$ (On peut utiliser m_H)
Astuce : vous savez que Na a 11 protons. Comme la masse est d'environ 23uma, le Na a 23 nucléons, donc 12 neutrons ☺

QCM 13 : Réponse B

- $6u = 6 \cdot 1,67 \cdot 10^{-24} \text{ g} \neq 12 \text{ g}$
 C(12 ;6) a 6 protons , 6 neutrons, 6 électrons et 12 nucléons
 A) Faux
 B) Vrai
 C) Faux
 D) Faux
 E) Faux

QCM 14 : Réponses B,D

- A) Faux : Masse d'un électron = $1/2000 \text{ u}$
 B) Vrai
 C) Faux : Masse d'un photon est exclusivement dynamique
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 15 : Réponse A

$$E = 1240/500 = 2,48 \text{ eV} = 2,48 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 4 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

QCM 16 : Réponse D

$$W_L = -13,6 \cdot (20 - 16)^2 / 2^2 \quad (n = 2) \\ = -13,6 \cdot 4^2 / 2^2 = -54,4 \text{ eV}$$

QCM 17 : Réponse D

- Masse atomique = masse d'une mole d'atomes en g
 La masse d'un atome en unité de masse atomique = la masse d'une mole d'atomes en g
 A) Faux
 B) Faux
 C) Faux
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 18 : Réponse B

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{2000 \cdot \sqrt{1 - 0,86^2}} \quad (v : 0,86c / c = 0,86) \\ = \frac{1}{2000 \cdot 0,5} = 10^{-3} \text{ u}$$

ATTENTION : on demande la masse en g $\rightarrow 10^{-3} \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-24} \cdot 10^{-3} \text{ g} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ g}$

QCM 19 : Réponse E

- A) Faux : le photon a une masse exclusivement dynamique ! $E = hc/\lambda$

- B) Faux : particule au repos $\rightarrow v = 0$! pas d'énergie cinétique
C) Faux : λ est en nm ds la relation de Duane et Hunt avec E en eV
D) Faux : Manifestation ondulatoire pour les petites particules
E) Vrai

QCM 20 : Réponses A,D

Avec la relation de Duane et Hunt : $E = 1240 / 800$ (en nm) = 1,55 eV

Sinon : $1,55\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,55 = 2,48 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

$hc/\lambda = 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 / 8 \cdot 10^{-7} = 2,48 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

QCM 21 : Réponses A,C

- A) Vrai : $1 \text{ u.m.a} = 1 / N_A$
B) Faux : le neutron est stable alors que le proton est instable hors du noyau
C) Vrai : a savoir par cœur !
D) Faux : en effet E est en eV, qui ne fait pas partie du système international
E) Faux

QCM 22 : Réponse E

$W_n = -13,6 (Z - \sigma)^2 / n^2$

$n = 3$

$Z - \sqrt{-24 \cdot 9 / -13,6} = 13 - 4 = 9$

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

2011 – 2012 (Pr Darcourt)

QCM 1 : A propos de l'atome d'Hydrogène :

Cet atome (dans son état fondamental) est soumis à un faisceau de photons de différentes longueurs d'onde. Un premier photon d'une énergie de 12,09 eV entre en collision avec l'électron de l'atome :

- A) L'atome sera ionisé
- B) L'atome sera excité

Finalement, un second photon ionisera l'atome, pour revenir à son état fondamental, il y aura émission de photons de fluorescence : quel groupe de photons pourra être observé ?

- C) 13,6 eV ; 12,09 eV ; 10,2 eV ; 1,51 eV
- D) 19,3 eV ; 13,6 eV ; 3,4 eV ; 1,51 eV
- E) A, B, C, D sont faux

QCM 2 : Couche de demi-atténuation

Le plomb a une CDA de 0,2 cm, donnez les lettres correspondant aux items vrais

- A) Pour une épaisseur de 2 mm de plomb, la totalité du faisceau de photons sera atténuée
- B) Pour une épaisseur de 2 cm, la totalité du faisceau de photon sera atténuée
- C) 2 CDA suffisent à atténuer la totalité du faisceau
- D) 0,6 cm de plomb atténueront 87,5% des photons
- E) A, B, C, D sont faux

QCM 3 : Donner les vraies

- A) L'effet photoélectrique implique une transmission partielle de l'énergie du photon
- B) Tout comme l'effet photoélectrique, l'effet Compton, après transmission totale de l'énergie du photon, va induire un réarrangement électronique
- C) L'atténuation par effet Compton est surtout valable pour les atomes légers, contrairement à l'effet photoélectrique qui concerne les atomes lourds
- D) Un photon s'atténuant par effet photoélectrique sera exclusivement de forte énergie
- E) A, B, C, D sont faux

QCM 4 : Electron Auger

On considère l'atome de carbone $^{12}_6\text{C}$

Après excitation, un électron fait une transition de la couche L à la couche K. Ce faisant, il entraîne l'émission d'un photon qui entrera lui-même en collision avec un électron d'une couche plus externe de la structure, produisant donc un électron Auger.

On rappelle : $W_K = -422,3 \text{ eV}$ $W_L = -109,6 \text{ eV}$ $W_M = -48,2 \text{ eV}$

Quelle peut être l'énergie de cet électron Auger ?

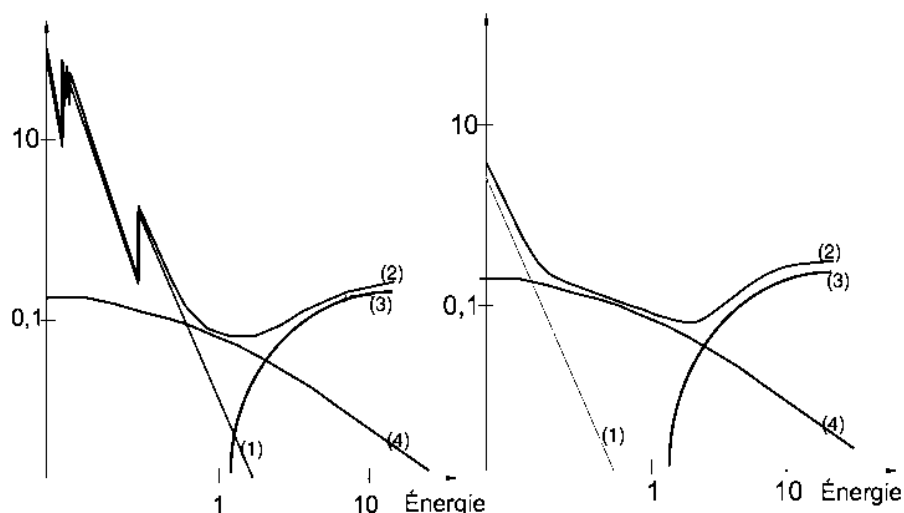
- A) 312,7 eV B) 203,1 eV C) 61,4 eV D) 374,1 eV E) A, B, C, D sont faux

QCM 5 : Interactions : Donner la ou les propositions vraies

- A) On considère qu'il y a atténuation totale au bout de 2 CDA
- B) Dans l'effet photoélectrique, toute l'énergie de la matière est absorbée par le photon
- C) La création de paire est possible seulement à partir de 511 keV
- D) La réunion d'un négaton et d'un électron donne une annihilation
- E) A, B, C, D sont faux

QCM 6 : L'effet Compton : cas particuliers.

- A) Si l'angle est nul, il s'agit d'un choc tangentiel
- B) Si l'angle est nul, il s'agit d'un choc frontal
- C) Si l'angle est de π le choc est frontal
- D) S'il s'agit d'un choc tangentiel alors l'énergie cinétique de l'électron expulsé est maximale
- E) A, B, C, D sont faux

QCM 7 : A propos des interactions des photons avec la matière.

- A) (1) Correspond à l'effet photo-électrique, le transfert d'énergie du photon incident est total
 B) (2) Correspond à l'effet création de paire, il y a création d'un positon et d'un électron
 C) (4) Correspond à l'effet Compton, le transfert d'énergie est partiel et une partie diffuse
 D) La courbe de gauche correspondrait davantage à une matière à Z faible
 E) A,B,C,D sont faux

QCM 8 : Les énergies de liaison des électrons de l'atome du potassium ^{19}K (dans le model de Bohr) sont $W_K = -3,6 \text{ keV}$, $W_L = -0,2 \text{ keV}$ et $W_M = -0,03 \text{ keV}$. Après une ionisation de l'atome sur sa couche L, on peut observer, lors du réarrangement électronique :

- A) un photon de fluorescence de 0,2 keV
 B) un photon de fluorescence de 3,4 keV
 C) un électron Auger d'énergie cinétique 0,17 keV
 D) un électron Auger d'énergie cinétique 0,2 keV
 E) A,B,C,D sont faux

QCM 9 : Donner la ou les propositions vraies

- A) L'effet Compton correspond à un transfert total de l'énergie
 B) L'effet photo-électrique correspond à un transfert partiel de l'énergie
 C) L'effet photo-électrique a une probabilité maximum pour les éléments lourds
 D) La probabilité d'interaction par effet photo-électrique dépend du numéro atomique de la cible
 E) A,B,C,D sont faux

QCM 10 : Un faisceau de RX d'énergie 100 keV a un flux de 10^9 photons/s . Sachant que le coefficient d'atténuation linéique du plomb pour le rayonnement est de 3 cm^{-1} , quel est le flux de photons transmis par seconde par un écran de plomb d'épaisseur 2 cm ?

Aide au calcul : $e^6 = 403$ $e^{-6} = 2,5 \cdot 10^{-3}$

- A) $4,03 \cdot 10^{11}$ B) $2,5 \cdot 10^6$ C) $4,03 \cdot 10^{14}$ D) $2,5 \cdot 10^9$ E) 0

QCM 11 : L'atome $^{27}_{13}\text{Al}$ est ionisé sur sa couche K . Lors du réarrangement électronique, on peut observer :

- A) Un photon de fluorescence lors du passage de l'électron de la couche L vers la couche K
 B) Un photon de fluorescence lors du passage de l'électron de la couche M vers la couche K
 C) Un électron Auger de la couche M vers la couche K
 D) Un électron Auger de la couche L vers la couche K
 E) A,B,C,D sont faux

QCM 12 : Les niveaux d'énergie du Sodium ($Z=11$) sont : $W_K = -1072$ $W_L = -63$ $W_M = -0,7$

Quelles sont les énergies, en eV, des photons de fluorescence émis après l'ionisation de sa couche K?

- A) 1009 B) 62,3 C) 63,7 D) 1111 E) 0

QCM 13 : Les couches de demi-atténuation.

- A) 1 CDA laisse passer 50% des photons
 B) 2 CDA laissent passer 75% des photons
 C) 3 CDA atténuent 87,5% des photons
 D) Il faut 8 à 12 CDA pour atténuer tous les photons
 E) A,B,C,D sont faux

QCM 14 : Donner la ou les propositions vraies

- A) Lors de la diffusion de Thomson-Rayleigh il n'y a pas de transfert d'énergie
- B) L'effet Compton ne dépend pas de Z
- C) L'effet photoélectrique dépend du carré de Z
- D) L'annihilation est la réaction contraire de la création de paire
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 15 : Quelle est la fréquence du photon de fluorescence qui a permis l'expulsion d'un électron Auger avec une énergie cinétique de 5,8 eV de sa couche L ?

Données : $W_L = -10,2 \text{ eV}$

- A) $2,4 \cdot 10^{34} \text{ Hz}$ B) $3,9 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ C) 16 Hz D) $16 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ E) $6,6 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$

Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Interaction des rayonnements ionisants avec la matière**2011 – 2012****QCM 1 : Réponses B,C**

L'énergie de ce photon est égale en valeur absolue à la différence entre W_K et W_L , l'atome est donc excité. Ensuite, les propositions de la réponse C correspondent toutes aux niveaux d'énergie de l'atome ou aux différences entre ceux-ci.

QCM 2 : Réponses B,D

- A) Faux : $2\text{mm} = 0,2\text{cm} = \text{CDA}$, donc seuls 50% des photons sont atténués
B) Vrai : on considère que pour 10CDA la totalité du faisceau est atténuée.
C) Faux : cf B
D) Vrai : 0,6cm correspondent à 3CDA. Plusieurs façons de résoudre, soit en utilisant la formule de votre cours, soit en procédant de la façon suivante : 1CDA laisse passer 50%, donc 2CDA laissent passer 25%, 3CDA laissent passer 12,5% du faisceau. Si 3CDA laissent passer 12,5% des photons initiaux, elle en atténue donc 87,5 !
E) Faux

QCM 3 : Réponse E

- A) Faux : Transmission totale d'énergie
B) Faux : Compton = transmission partielle !
C) Faux : Photoélectrique est effectivement pour les atomes lourds, mais l'effet Compton est indépendant de la matière !
D) Faux : Photons de faible énergie !
E) Vrai

QCM 4 : Réponse B

La transition de la couche L à K entraîne l'émission d'un premier photon de $422,3 - 109,6 = 312\text{eV}$. Ensuite, ce photon va donc entrer en collision avec un autre électron de la structure, par exemple sur la couche L*. L'énergie cinétique de cet électron Auger est donc normalement de 312eV, mais elle est diminuée de 109,6eV, correspondant à l'énergie de liaison de cet électron sur la couche L.

(*Le photon pouvait aussi entrer en collision avec un électron de la couche M, l'électron Auger aurait eu une énergie cinétique de 264,5eV)

QCM 5 : Réponse E

- A) Faux : 10 CDA
B) Faux : C'est le photon qui transmet l'énergie à la matière
C) Faux : Le seuil est de 1022 keV
D) Faux : Un négatron (= électron) et un positon
E) Vrai

QCM 6 : Réponses A,C

- A) Vrai
B) Faux : angle nul = choc tangentiel
C) Vrai
D) Faux : ça c'est pour le choc frontal
E) Faux

QCM 7 : Réponses A,C

- A) Vrai
B) Faux : c'est la loi générale de probabilité d'interaction
C) Vrai
D) Faux : l'effet photoélectrique y est faible, donc le Z est relativement élevé
E) Faux

QCM 8 : Réponses A,C

- A) Vrai : réarrangement direct sur la couche L
B) Faux : $|W_K - W_L| = 3,4\text{keV}$ or pas de réarrangement de la couche L sur la couche K

- C) Vrai : électron Auger du au réarrangement sur la couche L qui expulse un électron de la couche M ($T = h\nu - |W_M|$)
 D) Faux
 E) Faux

QCM 9 : Réponses C,D

Effet Compton → transfert partiel / Effet photoélectrique → transfert total !! ++++

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

QCM 10 : Réponse B

$$N(2) = 10^9 e^{-3 \cdot 2} = 10^9 e^{-6} = 2,5 \cdot 10^6$$

QCM 11 : Réponses A,B

Emission d'un photo de fluorescence lorsqu'un électron vient d'une couche quelconque vers $W_K W_L W_M$ (il n'y a pas d'électrons au-delà de ses couches puisqu'il y en a 13)

Lorsqu'un électron va de W_M vers W_K ou de W_M vers W_L

W_L vers W_K

Electron Auger d'une couche intérieure vers une couche extérieure !

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

QCM 12 : Réponses A,B

Réarrangement possible : $W_M \rightarrow W_K : |W_K - W_M| = 1071,3 \text{ eV}$

$W_M \rightarrow W_L : |W_L - W_M| = 62,3 \text{ eV}$

$W_L \rightarrow W_K : |W_L - W_K| = 1009 \text{ eV}$

$W_X \rightarrow W_K : |W_K| = 1072 \text{ eV}$

QCM 13 : Réponses A,C

- A) Vrai
 B) Faux : 2 CDA atténuent 75% des photons et laissent passer 25% des photons
 C) Vrai
 D) Faux : il faut en pratique exactement 10 CDA pour considérer le faisceau de photon comme totalement atténué
 E) Faux

QCM 14 : Réponses A,B,D

- A) Vrai
 B) Vrai
 C) Faux : $\tau/\rho = k \cdot Z^3/E^3$ donc l'effet photoélectrique dépend du cube de Z et non pas de son carré
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 15 : Réponse B

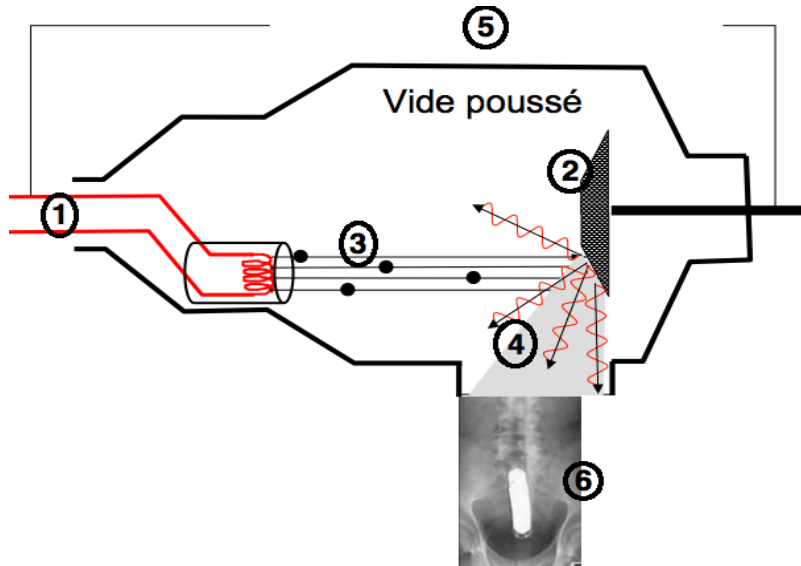
$$T + |W_L| = h\nu$$

3. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Rayons X

2011 – 2012 (Pr Darcourt)

QCM 1 : Rayons X

Concernant la production des rayons X à partir d'un tube de Coolidge, associez le chiffre à la lettre correspondante :



- a) Electrons
- b) Cathode
- c) Photon
- d) Anode
- e) Haute Tension
- f) P-A, votre cher tuteur de biophy

- A) 1b ; 2d ; 3a ; 4c ; 5e ; 6f
- B) 1d ; 2b ; 3a ; 4c ; 5e ; 6f
- C) 1b ; 2d ; 3e ; 4c ; 5a ; 6f
- D) 1d ; 2b ; 3c ; 4a ; 5e ; 6f
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 2 : Rayons X

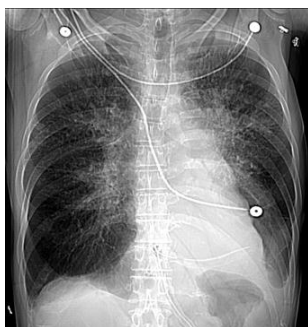
Un tube à rayons X fonctionne sous une tension de 124 kV. Quelle est, en nanomètre (nm), la longueur d'onde minimale des photons X émis ?

- A) 10^{-2}
- B) 124
- C) 10^{-4}
- D) 10
- E) 0

QCM 3 : Les rayons X, donner la ou les propositions vraies :

- A) Sont des ondes électromagnétiques.
- B) Sont produits selon un spectre continu.
- C) Sont produits selon un spectre de raies.
- D) Ont une énergie maximale qui dépend, entre autres, du Z de la cible.
- E) A,B,C,D sont faux

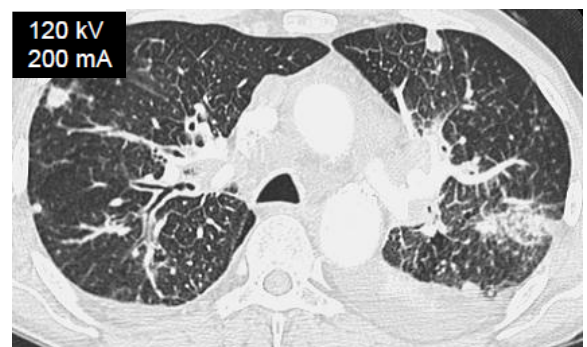
QCM 4 : Les rayons X , donner la ou les propositions vraies :



- A) L'examen radiologique utilisant les rayons X est qualifié d'imagerie par balayage.
- B) Débit de fluence $F = F_0 e^{\mu x}$.
- C) Le fait que les fils soient ici plus visibles que les os (vertèbres) permet d'émettre l'hypothèse que leur composition est majoritairement faite de carbone.
- D) L'os apparaissant blanc, et l'air apparaissant noir, on en déduit que l'os est davantage traversé par les rayons X
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 5 : Les informations en haut à gauche de ce cliché permettent d'affirmer que...

- A) Le courant anodique vaut 200 mA.
- B) Le milliampérage vaut 200 mA.
- C) Le kilovoltage est de 120 kV.
- D) La puissance consommée est de 24 000 W.
- E) A,B,C,D sont faux



QCM 6 : Production des Rayons X – Caractéristiques d'exposition. Donner la ou les propositions vraies :

- A) La puissance rayonnée est le produit de la haute tension accélératrice des électrons (ou kilovoltage) par le courant anodique
- B) Le courant de chauffage circulant dans l'anode permet l'émission d'électrons à partir d'une température suffisamment élevée
- C) Les rayons X sont produits par l'interaction des photons avec la matière
- D) Le rendement est proportionnel au Z de la cible
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 7 : Concernant la production des rayons X, donner la ou les propositions vraies :

- A) I_c est le courant de chauffage
- B) L'émission d'électrons se fait à partir de 1200 K
- C) La cathode est le lieu de l'interaction des électrons avec la matière
- D) Le flux énergétique est la puissance rayonnée
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 8 : Donner la ou les propositions vraies :

- A) La composante continue du spectre de rayons X est due au phénomène de collision
- B) Le flux énergétique dépend du courant de chauffage
- C) L'affaissement de la courbe correspond à l'auto absorption des photons de haute énergie
- D) On peut modifier les paramètres U (ampérage) et i (millivoltage)
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 9 : Donner la ou les propositions vraies :

- A) Si la haute tension est doublée, la puissance rayonnée est multipliée par 2
- B) Si on augmente le courant anodique, le rendement augmente également
- C) Le rendement dépend du numéro atomique de la cible
- D) La puissance dépend du courant de chauffage
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 10 : Donner la ou les propositions vraies :

- A) Les interactions électron-noyau sont à l'origine des arrêts par freinage
- B) Une énergie cinétique supérieure à la valeur de la couche électronique provoquera vibration et chaleur
- C) Lors de l'arrêt par collision, l'électron subit une accélération centripète
- D) Le spectre des arrêts par collision est un spectre de raie
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 11 : Quelle est la puissance émise par un faisceau de RX de 50 keV dans un tube de Coolidge de constante $k = 2$ et de courant anodique 10mA ? (en W)

- A) $3,7 \cdot 10^{10}$
- B) $1,85 \cdot 10^6$
- C) $1,85 \cdot 10^{15}$
- D) $3,7 \cdot 10^8$
- E) $1,85 \cdot 10^8$

Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Rayons X**2011 – 2012****QCM 1 : Réponse A****QCM 2 : Réponse A**

$U=124 \text{ kV}$ donc $E_{\text{max}} = 124 \text{ keV}$, ce qui correspond à l'énergie maximale. La longueur d'onde minimale se retrouve via la formule de Duane et Hunt

QCM 3 : Réponses A,B,C

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Faux : le Z de la cible influe essentiellement sur le rendement
- E) Faux

QCM 4 : Réponse E

- A) Faux : par transmission (car les rayons traversent le corps), dans l'imagerie par balayage, on observe les rayons ré-émis.
- B) Faux : $F=F_0 e^{-\mu x}$, astuce : inversement proportionnel à μ et à x
- C) Faux : C (Z=12) et Ca (Z=20), si les fils sont plus visibles, l'élément les constituants a un Z plus élevé que le Ca constituant les os.
- D) Faux : l'inverse...
- E) Vrai

QCM 5 : Réponses A,B,C,D

i = courant anodique = milliampérage ; I_c = courant de chauffage ; U = kilovoltage ; P = puissance consommée = Ui ;
 Φ = puissance rayonnée = $k_i Z U^2 / 2$

Sur une radio ne sont donnés que les éléments qui ont une action directe sur le contraste (milliampérage, kilovoltage, et non courant de chauffage par exemple)

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

QCM 6 : Réponse D

- A) Faux : puissance consommée
- B) Faux : il circule dans la cathode (PS : le courant de chauffage varie dans le même sens que le courant anodique, l'augmentation du courant de chauffage entraîne une augmentation du courant anodique ; *ce n'est pas dans le cours, mais c'est intéressant*)
- C) Faux : interaction des électrons qui sont arrachés de la cathode
- D) Vrai : $r = K Z U = k Z U / 2$
- E) Faux

QCM 7 : Réponses A,D

- A) Vrai
- B) Faux : 1200°C
- C) Faux : Anode
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 8 : Réponse E

- A) Faux : composante continue due à l'interaction électron – noyau par freinage
- B) Faux : le flux énergétique dépend du courant anodique
- C) Faux : photons de faible énergie
- D) Faux : U voltage / i milliampérage
- E) Vrai

QCM 9 : Réponse C

- A) Faux : $\phi = kiZU^2/2 \rightarrow$ si U doublée , $\phi \times 4$
B) Faux : $r = KZU \rightarrow$ ne dépend pas de i
C) Vrai
D) Faux : $P = U_i$ avec i = courant anodique = milliampérage (\neq courant de chauffage = I_c)
E) Faux

QCM 10 : Réponses A,D

- A) Vrai
B) Faux : ionisation
C) Faux : accélération centripète pour les arrêts par freinage (spectre continu)
D) Vrai
E) Faux

QCM 11 : Réponse C

$$\begin{aligned}\Phi &= kiZU^2/2 \\ &= 2 \cdot 10 \cdot 10^3 \cdot 74 \cdot (50 \cdot 10^3)^2 / 2 = 10^4 \cdot 74 \cdot 25 \cdot 10^8 \\ &= 1,850 \cdot 10^{15} \text{ W}\end{aligned}$$

4. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Noyau

2011 – 2012 (Pr Darcourt)

QCM 1 : A propos des noyaux. Donnez les items vrais.

- A) Le modèle planétaire de Rutherford a montré que l'atome peut être considéré comme une sphère pleine
- B) Les neutrons sont composés de 2 quarks u et 1 quark d
- C) Les isotopes ont le même nombre d'électrons identiques
- D) 2 atomes sont isotones s'ils ont le même nombre de nucléons
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 2 : L'atome d'oxygène a une masse de 15,9994 u . Le défaut de masse de son noyau est (en u) :

- A) 0,13 B) 8,583 C) 5,6 D) 0,0013 E) 1,015

QCM 3 : A propos des modèles nucléaires. Donnez les items vrais.

- A) le modèle en couche est dit simple
- B) le modèle en couche permet d'expliquer la stabilité particulière des noyaux à nombre magique
- C) le modèle en couche permet d'expliquer l'existence des niveaux fondamentaux et excités
- D) le modèle mixte est fait d'un cœur et d'un halo de neutrons
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 4 : D'après la courbe $E/A = f(A)$

- A) Plus E/A augmente, plus le noyau est stable
- B) E/A augmente avec A jusqu'à environ 8,5 MeV
- C) L'oxygène 16 est plus stable que le fluor 18
- D) A partir d'un certain point, plus un noyau est lourd, plus E/A diminue
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 5 : Les neutrons. Donnez les items vrais.

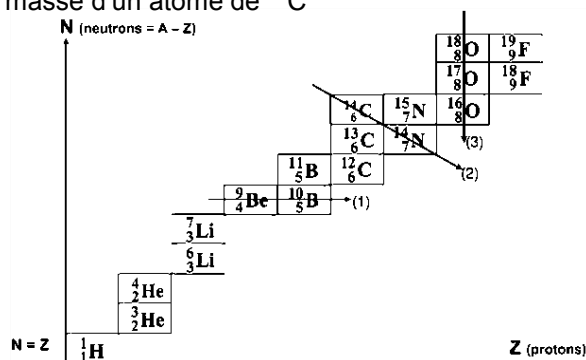
- A) Les neutrons rapides sont à la base de la bombe à neutrons
- B) Les neutrons lents agissent dans la capture radiative
- C) Les neutrons lents et rapides interagissent dans la permutation du commutateur de positons
- D) Un neutron est formé de 3 quarks : 1 up et 2 down
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 6 : Nomenclature. Donner la ou les propositions vraies :

- A) Deux isotopes sont représentés par le même élément dans la classification périodique
- B) ^{16}O et ^{17}F sont isotones
- C) La masse atomique est la masse d'un atome
- D) Une unité de masse atomique équivaut au douzième de la masse d'un atome de ^{12}C
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 7 : Nuclides. Donner la ou les propositions vraies :

- A) La flèche (1) représente des atomes isobares
- B) Le (2) des atomes isobares
- C) Le (3) représente des atomes isotopes
- D) Le (1) représente des atomes isomères
- E) A,B,C,D sont faux



Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Noyau**2011 – 2012****QCM 1 : Réponse B**

- A) Faux : le modèle de Rutherford et le modèle de la sphère pleine sont 2 choses différentes
B) Vrai
C) Faux : isotopes = même nombre de protons
D) Faux : isotones = même nombre de neutrons
E) Faux

QCM 2 : Réponse A

$$\begin{aligned}\Delta M &= 8m_p + 8m_e + 8m_n - 15,9994 \\ &= 8m(H) + 8m_n - 15,9994 \\ &= 8 \times 1,00783 + 8 \times 1,00866 - 15,9994 = 0,13\end{aligned}$$

QCM 3 : Réponses B,C,D

- A) Faux : le modèle simple est celui de la goutte sphérique
B) Vrai
C) Vrai
D) Vrai
E) Faux

QCM 4 : Réponses A,C,D

- A) Vrai
B) Faux : 8,5 MeV
C) Vrai : O (16,8) plus stable car 8 est un nombre magique
D) Vrai
E) Faux

QCM 5 : Réponse A,B,D

- A) Vrai
B) Vrai
C) Faux : C'est un item bidon, il n'existe pas de « permutation de commutateur du positon »
D) Vrai
E) Faux

QCM 6 : Réponse A,B,D

- A) Vrai
B) Vrai
C) Faux : masse atomique = masse d'une mole d'atomes en g
D) Vrai
E) Faux

QCM 7 : Réponses B,C

- A) Faux : ce sont des isotones
B) Vrai
C) Vrai
D) Faux : ce sont des isotones
E) Faux

5. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Transformations radioactives

2011 – 2012 (Pr Darcourt)

QCM 1 : Les rayonnements ionisants. Donnez les items vrais.

- A) L'utilisation de tabliers de plomb en radiologie permet de stopper les neutrons.
- B) Les rayons γ sont stoppés par le corps.
- C) Lorsqu'ils traversent la matière, les rayonnements ionisants gagnent en énergie en y provoquant des ionisations.
- D) Le transfert d'énergie à un milieu est indépendant de ce milieu
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 2 : A propos de la radioactivité. Donnez les items vrais.

- A) On compte 294 noyaux stables
- B) Rutherford et Villard ont découvert la radioactivité artificielle
- C) l'émission α concerne les noyaux lourds
- D) Les transformations d'émission β^- font partie des transformations isotoniques
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 3 : Le Rn (222 ;86) se transforme en Po (218 ;84) . Le bilan énergétique de cette transformation en MeV est :

Données : $M(222,86) = 222,0176 \text{ U.S.I.}$; $M(218,84) = 218,009 \text{ U.S.I.}$; $M(4,2) = 4,0026 \text{ U.S.I.}$

- A) 3734
- B) $6 \cdot 10^{-3}$
- C) 5,6
- D) 12,5
- E) 4

QCM 4 : Le fluor 18 ($M = 18,00094$) se transforme en oxygène 18 ($M = 15,9994$) . Le défaut de masse de cette transformation est (en u) :

- A) 2,00154
- B) 2,00099
- C) 2,00044
- D) 2000
- E) 2010

QCM 5 : $\text{Mo}(99 ;42) \rightarrow \text{Tc}(99\text{m} ;43) + \beta^- \rightarrow \text{Tc}(99 ;43) + \gamma$. On donne la masse de l'atome de Mo = 98,967 u, celle du Tc (99 ;43) = 98,90640 u et l'énergie de β^- étant de 60,45 keV

L'énergie du photon gamma est :

- A) 60,6 keV
- B) 60,2 MeV
- C) 150 keV
- D) 15 MeV
- E) 1,5 keV

QCM 6 : A propos de la radioactivité, donner la ou les propositions vraies :

- A) Il existe un seuil de 1022 keV pour les désintégrations isobariques à cause de l'annihilation
- B) la radioactivité β^- a une portée de plusieurs mètres
- C) les réactivités β ont un spectre continu
- D) les réactivités α , CE et γ ont un spectre atomique de raie
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 7 : Transformations isomériques. Donner la ou les propositions vraies :

- A) La production de ${}_Z^{A*}\text{Y}$ mène à une désintégration instantanée
- B) La production de ${}_Z^{A*}\text{Y}$ mène à une désexcitation instantanée
- C) La production de ${}_Z^{Am}\text{Y}$ mène à une désexcitation instantanée
- D) La production de ${}_Z^{Am}\text{Y}$ mène à un retour différé (entre 0,5 s et 1 s)
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 8 : L'azote (15 ; 7) est le résultat d'une transformation β^+ à partir d'un noyau X et d'une transformation β^- à partir d'un noyau Y. Les noyaux X et Y sont.

- A) X = O (15 ; 8)
- B) X = C (15 ; 6)
- C) Y = O (15 ; 8)
- D) Y = C (15 ; 6)
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 9 : Transformations radioactives. Donner la ou les propositions vraies :

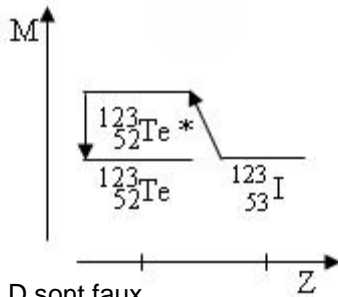
- A) Le gallium (68, 31) peut se transformer en Zn (68, 30) par émission β^-
- B) L'iode (123, 53) peut se transformer en Te (123, 52) par capture électronique
- C) L'In (111, 49) peut se transformer en In (112, 49) par émission β^+
- D) Une transformation radioactive peut avoir pour conséquence un gain de masse
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 10 : L'iode ($^{123}_{53}\text{I}$) donne par capture électronique le tellure ($^{123}_{52}\text{Te}^*$). Le tellure ($^{123}_{52}\text{Te}^*$) donne ensuite le tellure ($^{123}_{52}\text{Te}$).

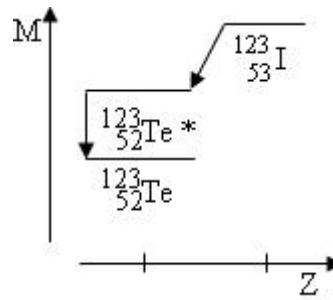
A) La première transformation est isomérique, la deuxième est isobarique

B) Le tellure ($^{123}_{52}\text{Te}^*$) est plus stable que le tellure ($^{123}_{52}\text{Te}$)

C)



D)



E) A,B,C,D sont faux

Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Transformations radioactives**2011 – 2012 (Pr Darcourt)****QCM 1 : Réponse E**

- A) Faux : pas les neutrons
- B) Faux : ils le traversent.
- C) Faux : perdent progressivement leur énergie.
- D) Faux : exemple : le plomb arrête les rayons X mais pas les neutron.
- E) Vrai

QCM 2 : Réponse C

- A) Faux : 274
- B) Faux : radioactivité artificielle découverte par Curie et Joliot-Curie
- C) Vrai
- D) Faux : isobariques
- E) Faux

QCM 3 : Réponse C

Voir diapo 12/17 du cours 6 (radioactivité générale et alpha)

QCM 4 : Réponses C,D

Radioactivité β^+ $\rightarrow \Delta M = M_{\text{fluor}} - M_{\text{oxygène}} - 2m_e = 18,00094 - 15,9994 - 2 \times 0,00055 = 2,00044$
Conversion électronique $\rightarrow 18,00094 - 17,99916 = 0,00178 (> 1022 \text{ keV})$

QCM 5 : Réponse C

$Tc(99m) = 98,967 - 0,06045 (60,45 \text{ keV} = 0,06045 \text{ u}) = 98,90655 \rightarrow \gamma = 98,90655 - 98,9064 = 150 \text{ keV}$

QCM 6 : Réponse C

- A) Faux : ce phénomène a lieu seulement pour la réactivité β^+
- B) Faux : plusieurs millimètres
- C) Vrai
- D) Faux : la réactivité γ a un spectre nucléaire de raie
- E) Faux

QCM 7 : Réponses A,B

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Faux : RETOUR DIFFERE et pas désexcitation
- D) Faux : le retour différé c'est $> 1s$
- E) Faux

QCM 8 : Réponses A,D

Transformation par β^+ : $O (15 ; 8) \rightarrow N (15 ; 7) + e (0 ; +1)$
Transformation par β^- : $C (15 ; 6) \rightarrow N (15 ; 7) + e (0 ; -1)$

QCM 9 : Réponse B

- A) Faux : c'est du β^+
- B) Vrai
- C) Faux : une transformation radioactive mène toujours à une perte de masse, or si on rajoute un nucléon, on gagne en masse...
- D) Faux : une transformation radioactive mène toujours à une perte de masse
- E) Faux

QCM 10 : Réponse D

- A) Faux : 1^{ère} isobarique, 2^{ème} isomérique (désexcitation)
- B) Faux : le ^{123}Te est MOINS stable que le ^{123}Te

- C) Faux : une transformation radioactive mène toujours à une perte de masse
D) Vrai
E) Faux

6. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Lois cinétiques

2011 – 2012 (Pr Darcourt)

QCM 1 : A propos des lois cinétiques, donner la ou les propositions vraies :

- A) On peut savoir à quel moment va se désintégrer un nucléide grâce à sa demi vie
- B) La désintégration du noyau ne dépend pas des conditions physiques ou chimiques
- C) $1/\lambda$ représente le temps au bout duquel 37% des noyaux se sont transformés
- D) L'activité d'un radioélément représente le nombre de particules émises par unité de surface
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 2 : Soit la réaction de désintégration suivante : ${}^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow {}^{222}_{86}\text{Rn} \rightarrow {}^{218}_{84}\text{Po}$

La période radioactive du radium-226 (Ra) est 1600 ans, et celle du radon-222 (Rn) est 3,8 jours ($\approx 330\,000$ s).
L'activité mesurée à $t = 0$ du Ra est de 370 kBq.

Donnée : $\ln(2) = 0,7$; $\ln(1/2) = -0,7$

- A) Il s'agit d'un équilibre séculaire
- B) La constante radioactive λ du radon-222 est environ égale à $2 \cdot 10^6$ en unités du système international
- C) L'activité à $t = 0$ du Ra est environ de 100 mCi
- D) L'équilibre séculaire s'observe quand la période du nuclide père est de l'ordre de 10 fois la période du nuclide fils
- E) A,B,C,D sont faux

Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Lois cinétiques**2011 – 2012****QCM 1 : Réponse B**

- A) Faux : la désintégration d'un nucléide est un phénomène aléatoire, on ne sait pas à quel moment celui-ci va se désintégrer. La demi vie permet de connaître à quel moment la moitié des nucléides se sera désintégrée.
- B) Vrai
- C) Faux : 63% des noyaux transformés
- D) Faux : nombre de particules par unité de temps
- E) Faux

QCM 2 : Réponse A

- A) Vrai : équilibre séculaire, car 1600 ans > 100 x 3,8 jours
- B) Faux : $\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0,7}{330000} = 2.10^{-6} \text{ s}^{-1}$
- C) Faux : avec 1 mCi = 37 MBq, on a $A(0) = 10^{-2} \text{ mCi}$
- D) Faux : $T_{\text{père}} \approx 100 T_{\text{fils}}$
- E) Faux

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

2011 – 2012 (Pr Darcourt)

QCM 1 : En radiobiologie, donner la ou les propositions vraies :

- A) La dose équivalente est la dose absorbée pondérée d'un facteur de dangerosité
- B) La dose efficace est la dose totale absorbée pondérée par un facteur de sensibilité des tissus
- C) Les effets cellulaires ont pour conséquence la mort, la mutation, ou la réparation de la cellule
- D) Les effets déterministes tissulaires sont obligatoires et sensibles à fortes doses
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 2 : En radioprotection, donner la ou les propositions vraies :

- A) Si la période radioactive de l'iode est de 30j et que le temps d'exposition est de 4j, la période effective est de 34j
- B) La radioprotection comporte 3 principes fondamentaux
- C) La dose reçue est proportionnelle au carré de la distance
- D) La dose reçue moyenne est principalement due à la radioactivité naturelle
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 3 : Interactions de rayonnements ionisants. Donner la ou les propositions vraies :

- A) Lors de l'observation des interactions entre les protons et la matière, on observe le pic de Bragg à environ 25cm
- B) La dose absorbée mesure l'énergie déposée dans un échantillon de matière
- C) Les interactions de rayonnements ionisants avec la matière sont toujours néfastes pour la santé
- D) En radiobiologie, le dépôt d'énergie peut aboutir à la diffusion de radicaux libres toxiques
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 4 : Radiobiologie et radioprotection. Donner la ou les propositions vraies :

- A) La fluence énergétique s'exprime en $J.m^{-2}$
- B) L'irradiation reçue décroît comme le carré de la distance à la source
- C) Dose équivalente (H) et dose efficace (E) s'exprime par la même unité
- D) En radiobiologie : les effets déterministes sont des phénomènes obligatoires à partir d'un seuil
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 5 : Les poumons ont un facteur de sensibilité de 0,12 . On donne à un patient une dose de 1,5 Gray. Sachant que le facteur de dangerosité est de 0,5

- A) La dose efficace est de 0,09 Sv
- B) La dose efficace est de 0,75 Gy
- C) La dose équivalente est de 0,09 Sv
- D) Avec la dose efficace obtenue, on risque des effets déterministes
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 6 : A propos de la radiobiologie, donner la ou les propositions vraies :

- A) L'effet oxygène favorise les effets des rayonnement ionisants
- B) Les effets indirects sur l'ADN sont les plus nombreux (70%)
- C) L'irradiation va systématiquement provoquer la mort cellulaire
- D) Les effets stochastiques sont aléatoires
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 7 : A propos de la radioprotection, donner la ou les propositions vraies :

- A) Les 3 règles sont la distance, le temps , et les écrans
- B) Les 3 principes fondamentaux sont sous la responsabilité du médecin
- C) La femme enceinte est limitée à une exposition de 1mSv par an
- D) L'exposition en France est de 3,5 mSv majoritairement par cause artificielle
- E) A,B,C,D sont faux

Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Éléments de radiobiologie et de radioprotection**2011 – 2012****QCM 1 : Réponses A,B,C,D**

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

QCM 2 : Réponses B,D

- A) Faux : $3,5 \text{ j} \left(\frac{1}{T_{\text{eff}}} = \frac{1}{T_{\text{rad}}} + \frac{1}{T_{\text{bio}}} = \frac{1}{4} + \frac{1}{30} = 0,283 \rightarrow T_{\text{eff}} = 1/0,283 \right)$
- B) Vrai
- C) Faux : inversement proportionnelle
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 3 : Réponse B,D

- A) Faux : 25mm, astuce : utilisé dans la protonthérapie des mélanomes de l'œil
- B) Vrai
- C) Faux : protonthérapie des mélanomes de l'œil (donné dans le cours), mais aussi médecine par ultrasons par exemple
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 4 : Réponses A,B,C,D

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

QCM 5 : Réponse A

Dose efficace = $0,12 * 0,5 * 1,5 = 0,09 \text{ Sv}$

Dose équivalente = $0,5 * 1,5 = 0,75 \text{ Sv}$

- A) Vrai
- B) Faux
- C) Faux
- D) Faux : dose efficace = 90 mSv → pas d'effets déterministes (seuil à 100 mSv)
- E) Faux

QCM 6 : Réponses A,B,D

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Faux : mort cellulaire , mutation ou réparation
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 7 : Réponse A

- A) Vrai
- B) Faux : Les limitations des doses individuelles / an sont sous la responsabilité du législateur
- C) Faux : femme enceinte = 0 mSv
- D) Faux : majoritairement par cause naturelle (2,4 mSv)
- E) Faux

8. Résonance magnétique nucléaire (RMN)

2011 – 2012 (Pr Darcourt)

QCM 1 : Moment magnétique nucléaire. Donner la ou les propositions vraies :

- A) Une particule non chargée peut avoir un moment magnétique non nul
- B) Le neutron n'a pas de moment magnétique car il n'a pas de charge
- C) Le neutron a un moment magnétique car les quarks sont chargés
- D) μ (neutron) = $3/2 \mu$ (proton)
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 2 : A propos de la RMN. Donner la ou les propositions vraies :

- A) Les 3 phases sont la précession, la rotation et la relaxation
- B) Le noyau d'Oxygène¹⁶ a un nombre de spin égal à un nombre entier non nul
- C) Elle correspond aux modifications de l'aimantation du noyau d'H
- D) le proton induit un moment magnétique, contrairement au neutron
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 3 : A propos de la précession. Donner la ou les propositions vraies :

- A) le proton tourne à une vitesse angulaire proportionnelle à la fréquence de Larmor
- B) il existe un excès de protons dans le sens antiparallèle produisant une aimantation
- C) elle consiste à basculer le moment macroscopique M
- D) est la phase de mesure de l'aimantation
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 4 : A propos de la relaxation. Donner la ou les propositions vraies :

- A) T_1 représente le temps de relaxation transversale ou spin-spin
- B) T_2 représente le temps de relaxation longitudinale ou spin –réseau
- C) $M_{xy}(T_1) = 0,63M_0$
- D) $M_z(T_2) = 0,37M_0$
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 5 : La résonance magnétique nucléaire. Donner la ou les propositions vraies :

- A) Le phénomène de résonance se décompose en 3 phases chronologiquement : résonance, précession et relaxation
- B) La précession est caractérisée par l'aimantation qui correspond à l'application d'un champ magnétique sur un objet présentant un moment magnétique
- C) La résonance permet de faire basculer le moment macroscopique \vec{M}
- D) La relaxation correspond à la phase de restitution de l'énergie acquise lors de la phase de résonance
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 6 : La résonance magnétique nucléaire. Donner la ou les propositions vraies :

- A) Le nombre quantique de spin est égal à la somme des spins des nucléons
- B) Dans la précession, dans le cas d'un ensemble de protons, il existe en réalité un excès de protons (5 sur 1 million) qui précesse dans le sens parallèle, produisant une aimantation.
- C) Le paramètre de relaxation T_1 correspond à la constante de recroissance en z, c'est-à-dire au temps de relaxation longitudinale
- D) La valeur du moment macroscopique \vec{M} dans le plan (xOy) diminue de 63% après une durée T_2 (T_2 = temps de relaxation transversale)
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 7 : Donner la ou les propositions vraies :

- A) Lors de la phase de précession, la vitesse angulaire de rotation du proton est proportionnelle à la fréquence de Larmor
- B) La résonance consiste à basculer le moment macroscopique
- C) La bascule est due à une onde radiofréquence à la fréquence de Larmor qui va provoquer l'inversion de précession des protons
- D) Pendant la résonance, le système acquiert de l'énergie
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 8 : Donner la ou les propositions vraies :

- A) L'énergie restituée lors de la phase de résonance est mesurée
- B) La composante longitudinale se relaxe avec une constante de temps T1
- C) La composante longitudinale se relaxe avec une constante de temps T2
- D) Le signal est émis par Mz
- E) A,B,C,D sont faux

Correction : Résonance magnétique nucléaire (RMN)**2011 – 2012****QCM 1 : Réponses A,C**

- A) Vrai : il y a le neutron
- B) Faux : le neutron a un moment magnétique car les quarks (qui le composent : udd) sont chargés
- C) Vrai
- D) Faux : μ (neutron) = $2/3 \mu$ (proton)
- E) Faux

QCM 2 : Réponse C

- A) Faux : 3 phases : précession, résonance, relaxation
- B) Faux : noyau d'O : 8 protons / 8 neutrons \rightarrow spin = 0
- C) Vrai
- D) Faux : le neutron a aussi un moment magnétique
- E) Faux

QCM 3 : Réponse A

- A) Vrai
- B) Faux : excès de protons dans le sens parallèle
- C) Faux : la bascule est la phase de résonance
- D) Faux : l'aimantation est mesurée lors de la phase de relaxation
- E) Faux

QCM 4 : Réponse E

T1 = temps de relaxation longitudinale ou spin-réseau $\rightarrow M_z(T1) = 0,63 M_0$

T2 = temps de relaxation transversale ou spin-spin $\rightarrow M_{xy}(T2) = 0,37 M_0$

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

QCM 5 : Réponse B,C,D

- A) Faux : précession – résonance – relaxation et c'est la RMN, pas la résonance qui comporte 3 phases
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 6 : Réponses A,B,C,D

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Vrai : ou encore le spin réseau !
- D) Vrai : $M_{xy}(T2) = 0,37 M_0$
- E) Faux

PS : peut-être qu'un jour, le monde entier sortira du nucléaire, les futurs PAESiens auront alors 2 cours en moins...

QCM 7 : Réponses A,B,C,D

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

QCM 8 : Réponse B

- A) Faux : pendant la relaxation
- B) Vrai
- C) Faux : transversale
- D) Faux : Mxy
- E) Faux

9. Imagerie par résonance magnétique (IRM)

2011 – 2012 (Pr Darcourt)

QCM 1 : Le contraste en IRM. Donner la ou les propositions vraies :

- A) L'IRM est privilégiée au scanner (TDM) lorsqu'il s'agit de détecter une lésion qui se comporte de la même façon que les tissus environnants
- B) Pour mesurer le contraste entre une lésion et son environnement, on fait le rapport entre la différence de luminance entre la lésion et l'environnement par la luminance de l'environnement
- C) Le contraste entre 2 zones varie en fonction de la séquence choisie
- D) Le contraste est liée aux principes physiques de l'imagerie
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 2 : Donner la ou les propositions vraies :

La luminance d'une tumeur est 200 cd/m^2 , la luminance de la substance grise est 300 cd/m^2

Le contraste entre la tumeur et la substance grise est :

- A) 0,2 B) 0,1 C) 5 D) 100 E) 500

QCM 3 : A propos de l'IRM. Donner la ou les propositions vraies :

- A) L'os est en hypodensité sur une image pondérée en T1
- B) L'os est en hypodensité sur une image pondérée en ρ
- C) L'os est en hypersignal sur une image pondérée en ρ
- D) L'os est en hypersignal sur une image pondérée en T2
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 4 : A propos des images pondérées en ρ . Donner la ou les propositions vraies :

- A) L'image pondérée en ρ présente un contraste en fonction de la densité des noyaux oxygène
- B) Les organes avec un Z élevé apparaissent en hypersignal
- C) L'air des poumons apparaît en hypersignal
- D) Le LCR apparaît en hyper signal par rapport à la substance blanche
- E) A,B,C,D sont faux

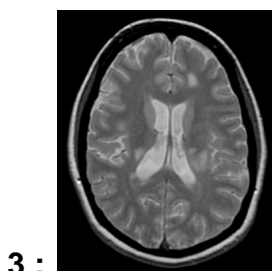
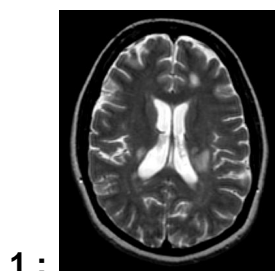
QCM 5 : A propos des images pondérées en T1. Donner la ou les propositions vraies :

- A) Les tissus à T1 court apparaissent en hypersignal
- B) Globalement, les tissus solides sont en hypersignal par rapport aux liquides
- C) La graisse sous cutanée et périorbitaire sont en hypersignal
- D) Comme pour les images pondérées en ρ , les liquides apparaissent en hypersignal
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 6 : A propos des images pondérées en T2. Donner la ou les propositions vraies :

- A) Le LCR est en hypersignal
- B) La lumière vasculaire est visible en hypersignal
- C) Les tissus à T2 court apparaissent en hypersignal
- D) Les os sont en hyposignal
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 7 : Donner la ou les propositions vraies :



- A) 1 = T1 ; 2 = T2 ; 3 = ρ
- B) 1 = ρ ; 2 = T1 ; 3 = T2
- C) 1 = T2 ; 2 = ρ ; 3 = T1
- D) 1 = T2 ; 2 = T1 ; 3 = ρ
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 8 : Donner la ou les propositions vraies :

- A) Si on veut différencier la graisse du LCR, on choisit le contraste ρ
- B) Si on cherche un gliome (tumeur de la substance blanche), on choisit le contraste T2
- C) Le cortex osseux génère un signal IRM détectable
- D) Le fémur est visible sur une coupe IRM
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 9 : A propos des séquences en IRM. Donner les propositions vraies :

- A) La séquence écho de spin permet de compenser le déphasage des spins
- B) Le temps TE est égal à l'intervalle entre deux bascules $\pi/2$
- C) Un écho représente une image
- D) Les paramètres choisis par l'opérateur sont le temps TE , le temps T2 et le nombre d'échos
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 10 : L'ordre de la séquence écho de spin (après la bascule de la résonance) est :

- A) déphasage pendant un temps $\tau \rightarrow$ bascule π dans le plan xOz \rightarrow déphasage pendant un temps $\tau \rightarrow$ écho
- B) déphasage pendant un temps TE/2 \rightarrow bascule π dans le plan xOy \rightarrow déphasage pendant un temps TE/2 \rightarrow écho
- C) déphasage pendant un temps $\tau \rightarrow$ bascule $\pi/2$ dans le plan xOy \rightarrow déphasage pendant un temps $\tau \rightarrow$ écho
- D) déphasage pendant un temps TE/2 \rightarrow bascule π dans le plan xOz \rightarrow déphasage pendant un temps TE/2 \rightarrow écho
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 11 : En IRM. Donner la ou les propositions vraies :

- A) Si on choisit un TR long , il existe un contraste T1
- B) Si on choisit un TE long et TR court , l'image est pondérée en T2
- C) Avec un TR = 3000 ms et TE = 90 ms , le signal sera pondéré en T2
- D) Avec un TR long et un TE court, le signal sera pondéré en densité de protons et il y aura hypersignal pour un ρ élevé
- E) A,B,C,D sont faux

QCM 12 : Un tissu A a un T1 de 150 et un ρ de 100. Un tissu B a un T1 de 2500 et un ρ de 100

- A) Avec un TR = 500 ms et un TE= 10 ms , l'image est pondérée en densité de protons
- B) Avec un TR = 500 ms et un TE = 10 ms , le tissu A est en hypersignal par rapport au tissu B
- C) Avec un TR = 1500 ms et un TE = 10 ms , le tissu A est en hypersignal par rapport au tissu B
- D) Avec un TR = 1500 ms et un TE = 90 ms , le tissu B est un hypersignal par rapport au tissu A
- E) A,B,C,D sont faux

Correction : Imagerie par résonance magnétique (IRM)**2011 – 2012****QCM 1 : Réponses B,C,D**

- A) Faux : l'IRM a besoin (comme toutes les imageries) de contraste
B) Vrai
C) Vrai
D) Vrai
E) Faux

QCM 2 : Réponse A

$$\frac{300-200}{300+200} = \frac{100}{500} = 0,2$$

QCM 3 : Réponse E

Très important, on parle d'hyposignal et d'hypersignal (hypo et hyperdensité, c'est pour le scanner et les radio ;))
L'os est en hyposignal sur une image pondérée en T1, T2, et p

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

QCM 4 : Réponse D

- A) Faux : protons
B) Faux : aucun rapport avec le Z (d'ailleurs, les os sont en hyposignal, alors que le Z est élevé)
C) Faux : hyposignal
D) Vrai : LCR = liquide céphalo rachidien
E) Faux

QCM 5 : Réponses A,B,C

- A) Vrai
B) Vrai
C) Vrai
D) Faux : en hyposignal, car T1 long !
E) Faux

QCM 6 : Réponses A,B,D

- A) Vrai
B) Vrai : lumière vasculaire occupée par le sang
C) Faux : T2 long
D) Vrai
E) Faux

QCM 7 : Réponse D

Hyposignal des liquides au centre (ventricules pour les anatomistes ☺)

Hypersignal ++ des liquides en T2 (*Globalement, plus « belle » image en T2, car le contraste est plus important*)

QCM 8 : Réponses B,D

- A) Faux : graisse et LCR ont 100% d'eau
B) Vrai
C) Faux : exclusivement minéral
D) Vrai : l'os est minéral, mais la moelle osseuse contient des protons !
E) Faux

QCM 9 : Réponses A,C

- A) Vrai
B) Faux : TR = intervalle entre deux $\pi/2$ / TE = 2 τ

- C) Vrai
- D) Faux : paramètres choisis : nombre d'échos , TR et TE
- E) Faux

QCM 10 : Réponse B

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

QCM 11 : Réponses C,D

- A) Faux : contraste en T1 pour TR court
- B) Faux : image pondérée en T2 pour TR et TE longs
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 12 : Réponse B

- A) Faux : TR et TE courts → pondération en T1
- B) Vrai : pondération en T1 → hypersignal pour T1 court
- C) Faux : TR long et TE court → pondération en rho → pas de différenciation de signal
- D) Faux : TR et TE longs → pondération en T2 → on ne sait pas
- E) Faux