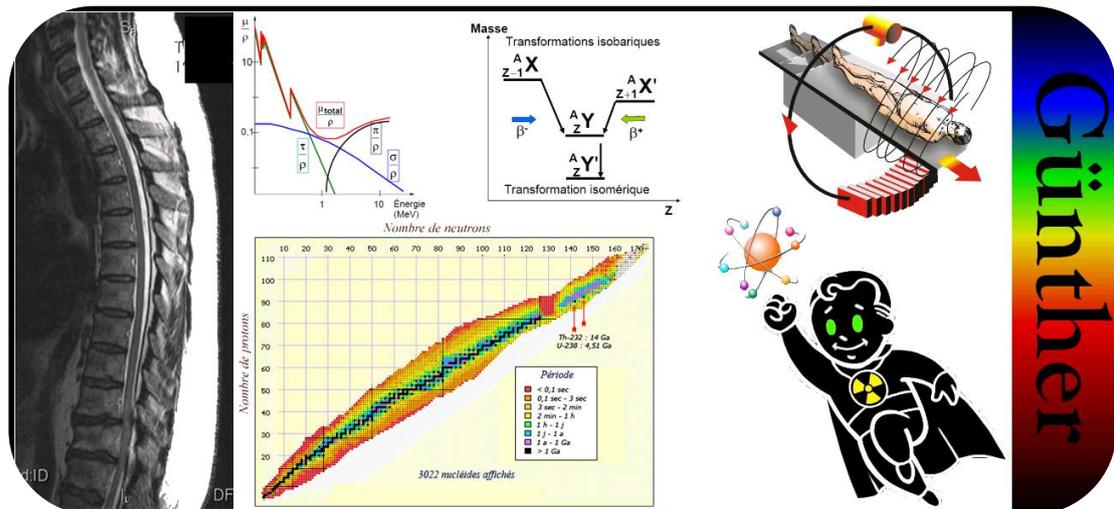


ANNATUT'

BIOPHYSIQUE

UE3a

[Année 2015-2016]



Günther

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

SOMMAIRE

| | |
|---|-----------|
| 1. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Particules, ondes et atomes | 3 |
| Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Particules, ondes et atomes | 8 |
| 2. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Interaction des rayonnements ionisants avec la matière..... | 13 |
| Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Interaction des rayonnements ionisants avec la matière..... | 18 |
| 3. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Rayons X | 23 |
| Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Rayons X | 25 |
| 4. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Noyau | 25 |
| Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Noyau..... | 29 |
| 5. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Transformations radioactives | 31 |
| Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Transformations radioactives | 33 |
| 6. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Lois cinétiques | 35 |
| Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Lois cinétiques | 36 |
| 7. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Eléments de radiobiologie et de radioprotection | 37 |
| Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Eléments de radiobiologie et de radioprotection . | 39 |
| 8. Résonance magnétique nucléaire (RMN) | 41 |
| Correction : Résonance magnétique nucléaire (RMN) | 42 |
| 9. Imagerie par résonance magnétique (IRM) | 43 |
| Correction : Imagerie par résonance magnétique (IRM) | 44 |

1. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Particules, ondes et atomes

2014 – 2015 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : À propos des unités de mesure de masse et d'énergie. Donnez les vraies.

- A) L'unité de masse atomique est une unité du système international (SI)
- B) Le nombre d'Avogadro est de $1,6 \times 10^{-19}$
- C) La masse d'un atome de carbone 14 est de 14u
- D) On a défini le nombre d'Avogadro N à partir du nombre d'atomes dans 14g de carbone 14
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM 2 : Quelle est la masse relativiste d'un électron de vitesse $v = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Km.s}^{-1}$?

Aide au calcul : $\sqrt{2} = 1,4$; $\sqrt{3} = 1,7$; $\sqrt{5} = 2,2$; $\sqrt{7} = 2,6$

- A) $9,2 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
- B) $1,7 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
- C) $9,2 \cdot 10^{-30} \text{ kg}$
- D) $1,7 \cdot 10^{-30} \text{ kg}$
- E) $1,0 \cdot 10^{-30} \text{ kg}$

QCM 3 : Quelle est la masse relativiste (en Kg) d'un négaton d'énergie cinétique $E_c = 4,6 \cdot 10^{-15} \text{ J}$?

Aide au calcul : $\sqrt{2} = 1,4$; $\sqrt{3} = 1,7$; $\sqrt{5} = 2,2$; $\sqrt{7} = 2,6$

- A) $1 \cdot 10^{-16}$
 - B) $1,5 \cdot 10^{-16}$
 - C) $1 \cdot 10^{-30}$
 - D) $1,5 \cdot 10^{-30}$
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte.

QCM 4 : À propos des particules matérielles. Donnez les vraies.

- A) L'électron a une masse se $1/200 \text{ u}$
- B) Le neutrino est chargé
- C) Le positon est l'antiparticule de l'électron, il est chargé positivement
- D) Le positon appartient à la famille des quarks
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM 5 : À propos des rayonnements électromagnétiques, donnez les vraies.

- A) $\lambda_{\text{gamma}} > \lambda_{\text{UV}} > \lambda_{\text{rayons X}} > \lambda_{\text{infrarouges}} > \lambda_{\text{visibles}} > \lambda_{\text{ondes radio}}$
- B) $\lambda_{\text{gamma}} > \lambda_{\text{rayons X}} > \lambda_{\text{UV}} > \lambda_{\text{infrarouges}} > \lambda_{\text{visibles}} > \lambda_{\text{ondes radio}}$
- C) $E_{\text{ondes radio}} > E_{\text{visibles}} > E_{\text{infrarouges}} > E_{\text{UV}} > E_{\text{rayons X}} > E_{\text{gamma}}$
- D) $E_{\text{ondes radio}} > E_{\text{infrarouges}} > E_{\text{visibles}} > E_{\text{UV}} > E_{\text{rayons X}} > E_{\text{gamma}}$
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM 6 : Soit un rayonnement β^- de longueur d'onde $\lambda = 3,3 \cdot 10^{-3} \text{ nm}$, quelle est la vitesse des particules β^- (m/s) ?

Aide au calcul : $1/7 = 0,14$; $1/9 = 0,11$

- A) $1,4 \cdot 10^8$
- B) $1,1 \cdot 10^8$
- C) $2,2 \cdot 10^8$
- D) $2,8 \cdot 10^8$
- E) $3,4 \cdot 10^8$

QCM 7 : Soit l'atome de fer ${}^{56}_{26}\text{Fe}$, donnez les vraies :

- A) L'atome de Fer possède 30 neutrons
- B) Le numéro atomique de l'atome de fer est 56
- C) Le Fer a une masse atomique de 56u
- D) Un atome de fer a une masse de $9,3 \times 10^{-23} \text{ g}$
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 8 : Calculez la masse relativiste (en Kg) d'un électron d'énergie cinétique $E_c = 2,7 \cdot 10^{-14} \text{ J}$.

Aide au calcul : $\sqrt{2} = 1,4$; $\sqrt{3} = 1,7$; $\sqrt{5} = 2,2$; $\sqrt{7} = 2,6$

- A) $1,1 \cdot 10^{-30}$
- B) $1,5 \cdot 10^{-30}$
- C) $2,2 \cdot 10^{-30}$
- D) $2,6 \cdot 10^{-30}$
- E) $3,1 \cdot 10^{-30}$

QCM 9 : À propos des particules matérielles et des unités d'énergie, donnez les vraies :

- A) L'électron et le négaton ont les mêmes caractéristiques
- B) L'électronvolt est l'énergie potentielle acquise par un électron sans vitesse initiale sous l'effet d'une différence de potentiel de 1 volt
- C) Le proton est stable et chargé
- D) Le neutron est instable hors du noyau et se désintègre selon la réaction suivante : $n^0 \rightarrow p^+ + e^- + \bar{\nu} + 0,78 \text{ keV}$
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 10 : Soit un rayonnement alpha de longueur d'onde $\lambda = 6,3 \cdot 10^{-6}$ nm, quelle est la vitesse des particules (en $m \cdot s^{-1}$) ?

Données : $m(\alpha) = 6,64 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$

- A) $12 \cdot 10^6$ B) $16 \cdot 10^6$ C) $12 \cdot 10^{-1}$ D) $16 \cdot 10^{-1}$ E) 1,2

QCM 11 : À propos des rayonnements électromagnétiques ou photons, donnez les vraies :

- A) Les rayonnements électromagnétiques sont la propagation d'un champ électrique et d'un champ magnétique qui vibrent en phase et qui se propagent perpendiculairement l'un par rapport à l'autre et par rapport à la direction de propagation
 B) Plus petite sera la fréquence, plus l'énergie du rayonnement sera grande
 C) Les rayonnements infrarouges ont une longueur d'onde supérieure aux rayonnements X
 D) Ils ont une masse exclusivement dynamique
 E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 12 : À propos des rayonnements électromagnétiques :

- A) Un rayonnement électromagnétique est un mode de transport d'énergie
 B) C'est sont des perturbations du champ électromagnétique qui se propagent dans le vide à près de 3×10^8 m/s
 C) Elles résultent de la propagation d'un champ électrique et d'un champ magnétique qui vibrent en phase, parallèles l'un par rapport à l'autre et par rapport à la direction de propagation
 D) Le spectre du visible comprend les rayonnements électromagnétiques dont la longueur d'onde est comprise entre 400 et 700 nm
 E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 13 : À propos des nucléons :

- A) Le nombre de protons (p^+) d'un noyau se nomme numéro atomique (Z)
 B) Le neutron (n^0) est plus massif que le proton
 C) Protons comme neutrons sont stables hors d'un noyau
 D) Le proton et le neutron sont de charge opposé
 E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 14 : À propos du Béryllium ${}^9_4\text{Be}$:

- A) Il a 9 protons et 9 électrons lorsqu'il est neutre
 B) La masse d'un atome est d'environ 9u
 C) La masse d'un atome est environ de $1,5 \cdot 10^{-23}$ g
 D) Son noyau présente 13 nucléons
 E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 15 : À propos des particules matérielles :

- A) L'électron et le négaton n'ont pas les mêmes caractéristiques
 B) L'électron et le négaton n'ont pas la même origine
 C) L'électron n'a pas de masse relativiste
 D) Le proton n'a pas de charge
 E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 16 : Soit un rayonnement infrarouge de d'énergie $E = 124$ meV. Quelle est sa longueur d'onde λ ?

- A) $\lambda = 10$ m B) $\lambda = 10$ mm C) $\lambda = 10$ μm D) $\lambda = 10$ nm E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 17 : La masse molaire de l'osmium 76 est 190,23 g :

- A) Le nombre de masse de l'osmium est 191
 B) L'osmium est composé de 115 neutrons
 C) La masse atomique de l'osmium est de 190,23 u
 D) La masse d'un atome d'osmium est de $3,17 \cdot 10^{-18}$ g
 E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 18 : A propos des particules et des atomes :

- A) Le joule est l'unité la plus adaptée pour exprimer les énergies mise en jeu dans l'atome
 B) Le neutron est stable au sein d'un noyau
 C) Le proton est l'antiparticule de l'électron
 D) La particule alpha présente une charge de $1,602 \cdot 10^{-19}$ C
 E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 19 : A propos des rayonnements électromagnétiques :

- A) La longueur d'onde est la plus petite distance qui sépare 2 points dans un même état vibratoire
- B) La fréquence est inversement proportionnelle à la longueur d'onde
- C) L'énergie est inversement proportionnelle à la longueur d'onde
- D) Les rayonnements gamma sont des rayonnements ionisants
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 20 : L'atome de Rhodium (Z = 45) a une masse atomique de 102,91 g. Donnez les vraies :

- A) L'atome de Rhodium possède 45 protons.
- B) L'atome de Rhodium possède 102 nucléons
- C) La masse d'un atome de Rhodium est 102,91 uma
- D) La masse d'un atome de Rhodium est environ $1,7 \cdot 10^{-22}$ g
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 21 : À propos des unités de masse et d'énergie. Donnez les vraies :

- A) L'unité de masse atomique est définie comme un douzième de la masse d'une mole d'atomes de carbone 12
- B) Une unité de masse atomique est égale à l'inverse de la constante d'Avogadro N
- C) Le numéro atomique est l'entier le plus proche de la masse réelle d'un atome en uma
- D) La masse du neutron est de l'ordre de grandeur de l'unité de masse atomique
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 22 : À propos des particules. Donnez les vraies :

- A) Le proton est une particule stable, même hors du noyau
- B) Le neutron est une particule non relativiste
- C) Le neutrino explique la radioactivité alpha
- D) La particule alpha est un atome d'hélium ${}^4_2\text{He}$
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM23 : Soit un rayonnement infrarouge de longueur d'onde $\lambda = 3,1$ mm, quelle est son énergie ?

- A) $6,4 \cdot 10^{-23}$ eV
- B) 4 eV
- C) 31 meV
- D) 1,5 meV
- E) Aucune des réponses n'est correcte.

QCM24 : Soit un rayonnement β^+ de vitesse $v = 4 \cdot 10^7$ m.s⁻¹, quelle est sa longueur d'onde λ ?

Données : $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ Kg ; $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ J.s

- A) $1,8 \cdot 10^{-2}$ nm
- B) $3,6 \cdot 10^{-2}$ nm
- C) 1,8 mm
- D) 3,6 mm
- E) 3,6 nm

QCM 25 : La masse molaire du Chrome (Z = 24) est égale à 51,9961g. Donnez les vraies :

- A) Le Chrome a un nombre de masse égal à 52
- B) Le Chrome a une masse atomique égale à 51,9961 u
- C) Le Chrome a une masse atomique environ égale à $8,6 \cdot 10^{-23}$ g
- D) Un atome Chrome est composé de 24 protons et de 28 neutrons
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 26 : À propos des particules matérielles :

- A) L'électron et le négaton ont les mêmes caractéristiques
- B) Un proton a une masse plus faible qu'un neutron
- C) Un proton et un électron ont la même quantité de charge en valeur absolue
- D) Une particule alpha présente 2 fois la charge d'un proton
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM27 : Quelle est l'énergie d'un rayonnement X de longueur d'onde $\lambda = 0,3$ nm ?

- A) 4133 eV
- B) $7,35 \cdot 10^{-19}$ J
- C) $6,62 \cdot 10^{-16}$ J
- D) 1879 eV
- E) $1,98 \cdot 10^{-24}$ J

QCM28 : À propos du mercure (Z = 80) de masse atomique 200,59 g :

- A) Un atome de mercure a une masse de 200,59 uma
- B) Un atome de mercure possède 200 nucléons
- C) Un atome de mercure possède 80 protons et 121 neutrons
- D) Un atome de mercure a une masse de $1,5 \cdot 10^{-22}$ g
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 29 : A propos des particules matérielles :

- A) Les rayons γ sont des électrons de haute énergie
- B) Le neutrino (ν) possède une masse au repos nulle
- C) L'antineutrino ($\bar{\nu}$) est notamment issu de la désintégration du neutron
- D) La particule alpha (α) possède une charge égale en valeur absolue à celle de deux électrons (e^-)
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 30 : Quelle est (en nm) la longueur d'onde d'un rayonnement X d'énergie $E = 3,72$ keV ?

- A) 335
- B) 66
- C) 6,6
- D) 0,66
- E) 0,33

QCM 31 : La masse atomique du niobium ($Z = 41$) est 92,906 u. Donnez les vraies :

- A) Le numéro atomique du niobium est 43
- B) Un atome de niobium pèse 92,906 u
- C) Un atome de niobium pèse environ $1,5 \cdot 10^{-22}$ g
- D) Un atome de niobium est composé de 41 protons et de 52 neutrons
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 32 : A propos de la masse atomique d'un élément :

- A) Elle est définie comme la masse d'une mole d'atome de cet élément
- B) Elle est définie comme la masse de N atomes (N étant le nombre d'Avogadro, égale à $6,02 \cdot 10^{23}$)
- C) Elle est exprimée en kilogramme (kg)
- D) C'est une unité particulière (hors SI) adaptée à l'échelle des atomes, définie comme le 1/12ème de la masse d'un atome de carbone 12
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 33 : Un électron « gravitant » autour d'un atome d'hydrogène a absorbé un quantum d'énergie de 1,9 eV le faisant passer sur la couche M. Quelles sont les propositions exactes concernant cet électron ?

- A) L'électron était à l'origine sur la couche L
- B) En absorbant le photon de 1,9 eV l'électron a augmenté son énergie de liaison E_L
- C) L'électron est affecté par l'effet écran
- D) L'atome pourra repasser à l'état fondamental si l'électron émet un photon de 12,1 eV. Il occupera alors la couche K d'une énergie W_n minimale égale à -13,6 eV
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 34 : A propos de la masse atomique :

- A) La masse atomique est définie comme la masse d'un atome exprimée en 1/12^e de la masse de l'atome d'oxygène 16 (^{16}O)
- B) La masse atomique d'une mole d'atomes en grammes s'exprime par le même nombre que la masse d'un atome en unité de masse atomique (u)
- C) La masse d'un proton (H^+) est de l'ordre de grandeur d'une u
- D) La masse d'un électron (e^-) est de l'ordre de grandeur de 1/2000^e d'u
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 35 : Quelle est l'énergie (en eV) des électrons de la couche M (modèle de Bohr) du calcium ($Z=20$) sachant que la constante d'écran correspondante est égale à 16 ?

- A) - 256
- B) - 54
- C) - 24
- D) - 6
- E) 56

QCM 36 : Soit un électron de l'atome d'hydrogène dans son état fondamental. Un photon entre en collision avec cet électron, plusieurs cas de figure se présentent, identifiez les propositions correctes.

- A) Si c'est un photon d'énergie $E = 1,5$ eV, celui-ci provoquera une ionisation de l'atome d'hydrogène
- B) Si c'est un photon d'énergie $E = 12,1$ eV, celui-ci ne correspondra à aucune transition électronique, il ne sera donc pas absorbé et traversera l'atome sans interaction
- C) Un photon de longueur d'onde $\lambda = 400$ nm provoquerait quant à lui le passage de l'électron de la couche K vers la couche M
- D) Enfin si un photon d'énergie $E = 10,2$ eV transportait exactement l'énergie nécessaire pour la transition de la couche K vers la couche L, il serait absorbé par l'électron qui se retrouverait alors dans un puit d'énergie de - 1,5 eV
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 37 : Quelle est la valeur la plus probable (en eV) de l'énergie des électrons de la couche K de l'oxygène (Z=8) sachant que l'on ne connaît pas la constante d'écran ?

- A) - 5200 B) - 1466,3 C) - 1000,2 D) - 860 E) - 13,6

QCM 38 : A propos de l'électron (e^-) :

- A) Sa masse au repos est supérieure à celle du neutron
B) Cette particule peut émettre des rayonnements électromagnétiques
C) Sa charge est égale en valeur à celle du proton
D) Son antiparticule associée est le positon (e^+), de charge opposée à celle de l'électron
E) Aucune réponse n'est correcte

QCM 39 : Un électron de l'atome d'hydrogène dans son état fondamental a absorbé un photon d'énergie $E = 16$ eV, provoquant l'éjection de cet électron de l'atome. Quel est en eV l'énergie cinétique E_c de l'électron éjecté ?

- A) 13,6 B) 3,4 C) 2,4 D) 0,1 E) - 0,4

QCM 40 : Concernant les rayonnements électromagnétiques (RE) :

- A) La longueur d'onde des RE infrarouges est supérieure à celle des micro-ondes
B) L'énergie des RE ultraviolets est supérieure à celles des RE ondes radios
C) La fréquence des RE visibles est inférieure à celle des rayons gammas
D) Certains RE micro-ondes sont ionisants
E) Aucune des réponses n'est correcte

2014 – 2015

QCM 1 : ABCD

- A) Faux
 B) Faux: $N = 6,02 \times 10^{23}$
 C) Vrai
 D) Faux: le nombre d'Avogadro est défini par le nombre d'atomes présent dans 12g de carbone 12.
 E) Faux

QCM 2 : E

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{(1,5 \cdot 10^8)^2}{(3 \cdot 10^8)^2}}} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31}}{\sqrt{1 - (\frac{1}{2})^2}} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31}}{\sqrt{1 - \frac{1}{4}}} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31}}{\sqrt{\frac{3}{4}}} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31}}{\frac{1,7}{2}} \approx \frac{9,1 \cdot 10^{-31}}{0,85} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31}}{0,9} = 1,1 \cdot 10^{-30} \text{ Kg}$$

QCM 3 : E

$$Ec = \frac{1}{2}mv^2 \Leftrightarrow v^2 = 2 \times \frac{Ec}{m} = 2 \times \frac{4,6 \cdot 10^{-15}}{9,1 \cdot 10^{-31}} \approx \frac{9 \cdot 10^{-15}}{9 \cdot 10^{-31}} = 1,1 \cdot 10^{16}$$

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31}}{\sqrt{1 - \frac{1,1 \cdot 10^{16}}{9 \cdot 10^{16}}}} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31}}{\sqrt{\frac{8}{9}}} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31}}{\frac{2\sqrt{2}}{3}} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31}}{\frac{2 \times 1,4}{3}} \approx \frac{9}{1} \cdot 10^{-31} \approx 9 \times 10^{-31}$$

QCM 4 : C

- A) Faux: 1/2000u
 B) Faux: le neutrino n'a pas de masse et pas de charge.
 C) Vrai
 D) Faux: il appartient à la famille des leptons.
 E) Faux

QCM 5 : E

- A) Faux: $\lambda_{\text{ondes radio}} > \lambda_{\text{IR}} > \lambda_{\text{visibles}} > \lambda_{\text{UV}} > \lambda_{\text{rayons X}} > \lambda_{\text{gamma}}$
 B) Faux: cf A
 C) Faux: $E_{\text{gamma}} > E_{\text{rayons X}} > E_{\text{UV}} > E_{\text{visibles}} > E_{\text{IR}} > E_{\text{ondes radio}}$
 D) Faux: cf C,
 E) Vrai: il faut apprendre le spectre des différents rayonnements (fiche p5), ne pas oublier que la longueur d'onde λ est inversement proportionnelle à l'énergie E.

QCM 6 : C

$\lambda = 3,3 \cdot 10^{-3} \text{ nm} = 3,3 \cdot 10^{-12} \text{ m}$ ● attention aux unités !

$$\lambda = \frac{h}{mv} \Leftrightarrow v = \frac{h}{m\lambda} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34}}{9,1 \cdot 10^{-31} \times 3,3 \cdot 10^{-12}} = \frac{2 \times 3,3 \cdot 10^{-34}}{9,1 \cdot 10^{-31} \times 3,3 \cdot 10^{-12}} = \frac{2 \cdot 10^{-34}}{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 10^{-12}} = 2 \times \frac{1}{9} \cdot 10^9 = 2,2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

QCM 7 : AD

- A) Vrai: $A - Z = 56 - 26 = 30$
 B) Faux: c'est le **nombre de masse**
 C) Faux: la masse atomique = masse molaire = masse molaire atomique = masse d'1 mole d'atomes, la masse atomique du fer est de **56 g**.
 D) Vrai: masse d'1 mole de fer = 56g on déduit la masse d'un atome de fer grâce au nombre d'Avogadro **$N = 6,02 \times 10^{23} \text{ atomes.mol}^{-1}$** : $\frac{56}{6,02 \times 10^{23}} \approx 9,3 \times 10^{-23} \text{ g}$
 E) Faux

QCM 8 : B

$$Ec = 2,7 \cdot 10^{-14} = \frac{1}{2}m_0v^2 \Leftrightarrow v^2 = \frac{2 \times 2,7 \times 10^{-14}}{9,1 \times 10^{-31}} = \frac{5,4 \times 10^{-14}}{9,1} \approx \frac{54 \times 10^{-16}}{9} = 6 \times 10^{-16}$$

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31}}{\sqrt{1 - \frac{6 \cdot 10^{-16}}{9 \cdot 10^{-16}}}} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31}}{\sqrt{1 - \frac{2}{3}}} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31}}{\sqrt{\frac{1}{3}}} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31}}{\frac{1}{1,7}} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31}}{0,6} \approx \frac{9 \cdot 10^{-30}}{6} = \frac{3 \cdot 10^{-30}}{2} = 1,5 \cdot 10^{-30}$$

QCM 9 : AC

- A) Vrai
 B) Faux : L'électronvolt est l'énergie **cinétique** acquise par un électron sans vitesse initiale sous l'effet d'une différence de potentiel de 1 volt.
 C) Vrai
 D) Faux : $n^0 \rightarrow p^+ + e^- + \bar{\nu} + 0,78 \text{ MeV}$
 E) Faux

QCM 10 : B

On applique la formule de De Broglie sans oublier de convertir λ en m ! $\lambda = 6,3 \cdot 10^{-6} \text{ nm} = 6,3 \cdot 10^{-15} \text{ m}$

$$\lambda = \frac{h}{mv} \Leftrightarrow v = \frac{h}{m\lambda} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34}}{6,6 \cdot 10^{-27} \times 6,3 \cdot 10^{-15}} \approx \frac{1 \cdot 10^{-34} \times 10^{15} \times 10^{27}}{6,3} \approx \frac{1}{6} \times 10^8 \approx \mathbf{16 \cdot 10^6}$$

QCM 11 : ACD

- A) Vrai
 B) Faux : l'énergie est proportionnelle à la fréquence et inversement proportionnelle à la longueur d'onde.
 C) Vrai
 D) Vrai : voir le schéma du spectre des rayonnements électromagnétiques
 E) Faux

QCM 12 : ABD

- A) Vrai
 B) Vrai
 C) Faux : Elles résultent de la propagation d'un champ électrique et magnétique en phase ~~parallèles~~ perpendiculaires l'un par rapport à l'autre et par rapport à la direction de propagation.
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 13 : AB

- A) Vrai
 B) Vrai : La masse du neutron est de 1,009 u donc supérieur à celle du proton qui est de 1,007 u.
 C) Faux : Le neutron est instable hors du noyau et se désintègre.
 D) Faux : Ce sont le proton et l'électron notamment qui sont de charges opposées, le neutron a une charge nulle !
 E) Faux

QCM 14 : BC

- A) Faux : 4 protons et 4 électrons lorsqu'il est neutre.
 B) Vrai
 C) Vrai
 D) Faux : 9 nucléons.
 E) Faux

QCM 15 : B

- A) Faux : Ils ont les mêmes caractéristiques, c'est leur origine qui diffère.
 B) Vrai
 C) Faux : L'électron a bien une masse relativiste.
 D) Faux : Le proton a une charge $+e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.
 E) Faux

QCM 16 : C

$$124 \text{ meV} = 124 \cdot 10^{-3} \text{ eV}$$

On applique la relation de Duane et Hunt : $E = \frac{1240}{\lambda} \Leftrightarrow \lambda = \frac{1240}{E} = \frac{1240}{124 \cdot 10^{-3}} = 10 \cdot 10^3 \text{ nm} = \mathbf{10 \mu\text{m}}$

QCM 17 : E

- A) Faux : 190.
 B) Faux : $N = A - Z = 190 - 76 = 114$.
 C) Faux : Masse atomique = masse molaire atomique = masse molaire exprimée en g !
 D) Faux : $\text{masse (1 atome)} = \frac{\text{masse molaire atomique}}{N} = \frac{190,23}{6,02 \cdot 10^{23}} \approx \frac{190}{6} \times 10^{-23} \approx 32 \cdot 10^{-23} = \mathbf{3,2 \cdot 10^{-22} \text{ g}}$.
 E) Vrai

QCM 18 : B

- A) Faux : C'est une trop grosse unité, on utilise l'électronvolt (eV) qui est une unité plus adaptée.
 B) Vrai
 C) Faux : C'est le positron.
 D) Faux : Cette particule possède 2 charges élémentaires positives donc sa charge est $3,204 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.
 E) Faux

QCM 19 : ABCD**QCM 20 : ACD**A) VraiB) Faux: Il possède 103 nucléons, il faut arrondir à l'entier près.C) VraiD) Vrai: $masse(1\ atome) = \frac{masse\ molaire\ atomique}{N} = \frac{102,91}{6,02 \cdot 10^{23}} \approx \frac{103}{6} \times 10^{-23} \approx 17 \cdot 10^{-23} = 1,7 \cdot 10^{-22} g$ E) Faux**QCM 21 : BD**A) Faux: L'unité de masse atomique est définie comme un douzième de la masse d'un atome de carbone 12B) VraiC) Faux: c'est le nombre de masse $A =$ nombre de nucléons.D) Vrai: $m_{neutron} = 1,009\ u$.E) Faux**QCM 22 : AB**A) VraiB) VraiC) Faux: Le neutrino explique la radioactivité β .D) Faux: La particule alpha est un noyau d'hélium 4_2He .E) Faux**QCM 23 : E** $\lambda = 3,1\ nm = 31 \cdot 10^5\ nm$. On applique la relation de Duane et Hunt :

$$E = \frac{1240}{\lambda} = \frac{1240}{31 \cdot 10^5} = \frac{1240}{31} \cdot 10^{-5} = \frac{124}{31} \cdot 10^{-4} = \frac{4 \times 31}{31} \cdot 10^{-4} = 4 \cdot 10^{-4} eV.$$

QCM 24 : A

On applique la relation de De Broglie :

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34}}{9,1 \cdot 10^{-31} \times 4,10^7} = 0,18 \cdot 10^{-10} = 1,8 \cdot 10^{-2} nm \approx \frac{2 \times 3 \cdot 10^{-34}}{3 \times 3 \cdot 10^{-31} \times 2 \times 2 \cdot 10^7} = \frac{1}{6} \cdot 10^{-10} \approx 0,17 \cdot 10^{-10} = 1,7 \cdot 10^{-2} nm.$$

QCM 25 : ADA) VraiB) Faux: La masse atomique = masse molaire atomique s'exprime en g.C) Faux: La masse molaire atomique du chrome est 51,9961g...D) Vrai: $N = A - Z = 52 - 24 = 28$ E) Faux**QCM 26 : ABCD**A) VraiB) Vrai: $m_p = 1,007\ u < m_n = 1,009\ u$ C) Vrai: la charge du proton est $+e = 1,602 \cdot 10^{-19} C = |e|$ D) Vrai: particule alpha = ${}^4_2He^{2+}$ E) Faux**QCM 27 : AC**On applique la relation de Duane et Hunt avec λ en nm

$$E = \frac{1240}{\lambda} = \frac{1240}{0,3} = \frac{1200}{0,3} + \frac{40}{0,3} = 4000 + \frac{4}{3} \times 100 \approx 4000 + 133 = 4133 eV$$

Pour trouver E en J avec λ en m (\bullet):

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}{0,3 \cdot 10^{-9}} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}{3 \cdot 10^{-10}} = 6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 10^{10} \cdot 10^8 = 6,62 \cdot 10^{-16} J$$

QCM 28 : ACA) VraiB) Faux: arrondir à l'entier près $\rightarrow A = 201$ donc un atome de mercure possède 201 nucléons.C) Vrai: $A = 201$; $Z = 80 \rightarrow N = 201 - 80 = 121$ D) Faux: $m(1\ atome\ de\ mercure) [g] = \frac{masse\ atomique}{N} = \frac{200,59}{6,02 \cdot 10^{23}} \approx \frac{200}{6} \cdot 10^{-23} = \frac{2 \times 100}{2 \times 3} \cdot 10^{-23} \approx 33 \cdot 10^{-23} = 3,3 \cdot 10^{-22}$ E) Faux

QCM 29 : (B)CD

- A) Faux : Les rayons γ c'est-à-dire les photons γ ne sont pas des particules matérielles, et encore moins des électrons.
 B) Vrai /Faux : item un peu HP → commentaire du P.Darcourt « *dur dur ... on considère qu'il a une masse trop faible pour être mesurée. Vous avez sans doute théoriquement raison, mais c'est vraiment couper les cheveux en quatre !* »
 C) Vrai
 D) Vrai : La particule alpha est un noyau d'hélium composée de deux protons qui donnent une charge égale en valeur absolue à celle de deux électrons (mais opposée en signe) ainsi que de deux neutrons.
 E) Faux

QCM 30 : E

On applique la relation de Duane et Hunt sans oublier de convertir E en eV : $E = \frac{1240}{\lambda} \Leftrightarrow \lambda = \frac{1240}{E} = \frac{1240}{3720} = \frac{1240}{3 \times 1240} = \frac{1}{3} \approx 0,33 \text{ nm}$.

QCM 31 : BCD

- A) Faux : Le **nombre de masse** du niobium est 43
 B) Vrai
 C) Vrai : $M(1 \text{ atome de niobium}) = \frac{\text{Masse atomique}}{N} = \frac{92,906}{6,02 \cdot 10^{23}} \approx \frac{90}{6} \cdot 10^{-23} = 1,5 \cdot 10^{-22} \text{ g}$.
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 32 : AB

- A) Vrai
 B) Vrai : N atomes = une mole d'atome.
 C) Faux : Elle est exprimée en g (gramme).
 D) Faux : C'est la définition de l'unité de masse atomique (u) ça et non la masse (molaire) atomique !
 E) Faux

QCM 33 : AD

- A) Vrai : Pour l'hydrogène $W_n = -13,6 \frac{Z^2}{n^2}$ avec $Z = 1$.

| n | 1 | 2 | 3 | 4 |
|------------|-------|------|------|------|
| Orbite | K | L | M | N |
| W_n (eV) | -13,6 | -3,4 | -1,5 | -0,8 |

Une fois le W_n de chaque orbite calculé on remarque que le photon absorbé correspond à la différence d'énergie entre les puits d'énergies de la couche L et de la couche M. Vu que c'est une absorption on en déduit que l'électron était à l'origine sur la couche L.

- B) Faux : Au contraire, en absorbant un photon il s'est éloigné de l'influence du noyau, l'énergie de liaison décroît !
 C) Faux : On parle d'un atome d'hydrogène qui ne comporte qu'un seul électron : il n'y a pas de cortège électronique qui modifie l'interaction électron/noyau.
 D) Vrai : La différence d'énergie correspond bien à la différence entre les puits d'énergies des couches K et M, égale à 12,1 eV. L'état fondamental correspondant à un unique électron sur la couche K pour cet atome et l'électron étant sur la couche M, il doit émettre un photon pour passer sur une orbite inférieure, augmentant ainsi son énergie de liaison. E) Faux

QCM 34 : BCD

- A) Faux : La masse atomique est définie comme la masse d'un atome exprimée en $1/12^e$ de la masse de l'atome de carbone 12 !
 B) Vrai
 C) Vrai
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 35 : C

$W_n = -13,6 \frac{(Z-\sigma)^2}{n^2}$. En remplaçant σ par 16, Z par 20 et n par 3, on obtient $W_m = \frac{(20-16)^2}{3^2} = 24 \text{ eV}$.

QCM 36 : E

Pour l'hydrogène $W_n = -13,6 \frac{Z^2}{n^2}$ avec $Z = 1$. On reporte dans le tableau les premiers niveaux énergétiques de cet atome.

| N | 1 | 2 | 3 | 4 |
|------------|--------|-------|-------|-------|
| Orbite | K | L | M | N |
| W_n (eV) | - 13,6 | - 3,4 | - 1,5 | - 0,8 |

L'atome est dans son état fondamental donc l'électron (unique) est forcément sur la couche K. Les seules transitions possibles sont $K \rightarrow L$; $K \rightarrow M$; $K \rightarrow N$.

A) Faux : L'atome étant à l'état fondamental, il faudrait une énergie d'au moins 13,6 eV pour déloger son électron !

B) Faux : 12,1 eV correspond tout à fait à l'énergie de transition entre la couche K et la couche M.

C) Faux : En utilisant la relation de Duane et Hunt $E^{[eV]} = \frac{1240}{\lambda_{[nm]}} = \frac{1240}{400}$ on détermine que l'énergie du photon est de 3,1 eV. Ce n'est pas suffisant pour provoquer le passage de l'électron de la couche K vers la couche M.

D) Faux : L'électron se trouverait sur la couche L à l'issue de l'absorption et non la couche M, donc il ne sera pas dans un puit d'énergie de - 1,5 eV.

E) Vrai

QCM 37 : D

A) Faux

B) Faux

C) Faux

D) Vrai : $W_k = - 13,6 \times (8 - \sigma)^2$. En supposant la constante d'écran σ nulle, on obtient $W_k = - 13,6 \times 8^2 = - 870,4$ eV. La constante d'écran σ (supposée supérieur ou égale à 0) étant soustrait à Z, on en déduit que W_k est forcément supérieur ou égal à - 870,4 eV pour que l'équation d'inconnue σ soit satisfaite. Il vient donc naturellement la réponse D comme seule proposition possible.

E) Faux : Même si cela correspond à un W_k supérieur à - 870,4 eV, seul la couche K de l'atome d'hydrogène est concernée par cette valeur remarquable, en aucun cas on retrouve un tel puit d'énergie sur une couche K d'un autre atome.

QCM 38 : BCD

A) Faux : La masse d'un électron est inférieure à celle du neutron de 3 ordres de grandeur.

B) Vrai

C) Vrai : Attention, la charge est toutefois négative contrairement à celle du proton !

D) Vrai : La valeur de la charge est toutefois identique.

E) Faux

QCM 39 : C

A) Faux

B) Faux

C) Vrai : Le photon de 16 eV possède une énergie supérieure en valeur à celle de l'électron de l'atome d'hydrogène dans son état fondamental (rappel : $|W_k| = 13,6$ eV). D'où $E_c = E_{\text{photon}} - |W_k| = 16 - 13,6 = 2,4$ eV

D) Faux

E) Faux : L'énergie cinétique n'est pas comptée négativement !

QCM 40 : BC

A) Faux

B) Vrai

C) Vrai

D) Faux : Les RE ne sont ionisants qu'à partir du domaine ultra-violets, les RE micro-ondes ont une énergie bien trop insuffisante pour arracher un électron. Attention à ne pas confondre l'agitation moléculaire induit par les IR/micro-ondes et une ionisation !

E) Faux

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

2014 – 2015 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : Quelle est l'énergie de liaison de la couche M de l'atome de Galium ($Z = 31$) sachant que sa constante d'écran est égale à 26 ?

- A) -7,6 eV B) -37,7 eV C) 7,6 eV D) 37,7 eV E) -13,6 eV

QCM 2 : Soit un atome de Vanadium ($Z = 23$) ionisé sur sa couche L, quels photons sont observables lors de son retour à son état fondamental ?

Données : $W_K = -148,1$; $W_L = -37,0$; $W_M = -16,5$; $W_N = -9,3$

- A) Un photon de fluorescence d'énergie 131,6 eV
 B) Un photon de fluorescence d'énergie 111,1 eV
 C) Un photon de fluorescence d'énergie 37 eV
 D) Un photon de fluorescence d'énergie 27,7 eV
 E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM 3 : (suite du QCM précédent) Soit un atome de Vanadium ($Z=23$) ionisé sur sa couche L, quels phénomènes sont observables lors de son retour à son état fondamental ?

Données : $W_K = -148,1$; $W_L = -37,0$; $W_M = -16,5$; $W_N = -9,3$

- A) Un photon de fluorescence d'énergie 20,5 eV
 B) Un photon de fluorescence d'énergie 7,2 eV
 C) Un électron Auger d'énergie cinétique 94,6 eV
 D) Un électron Auger d'énergie cinétique 18,4 eV
 E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM 4 : À propos de la structure atomique, donnez les vraies :

- A) L'expérience de Rutherford consistait à envoyer des particules alpha sur une feuille d'or
 B) Le modèle de Bohr explique que les électrons circulent sur des orbites discrètes
 C) L'atome est constitué de vide et sa masse se concentre au niveau de son noyau
 D) Le noyau est 10^5 fois plus petit que l'atome
 E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 5 : Soit un atome de Chrome ${}_{24}^{52}\text{Cr}$ ionisé sur sa couche K, on donne $|W_K| = 118,4$ eV ; $|W_L| = 29,5$ eV ; $|W_M| = 13,2$ eV. Quel(s) phénomène(s) peut-on observer lorsqu'il retourne à son état fondamental ?

- A) Un photon de fluorescence de 91,9 eV
 B) Un photon de fluorescence de 16,3 eV
 C) Un électron Auger avec une énergie cinétique de 3,1 eV
 D) Un électron Auger avec une d'énergie cinétique de 59,4 eV
 E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 6 : Quelle est l'énergie de liaison de la couche L (en eV) du Calcium ($Z=20$) sachant que sa constante d'écran est environ égale à 17 ?

- A) 9,5 B) 10,2 C) 21,4 D) 25 E) 30,6

QCM 7 : Un atome de Titan ($Z=22$) se désexcite par déplacement d'un électron de sa couche L vers K. Quelle est la longueur d'onde λ du photon de fluorescence émis ?

Données : $|W_K| = 134$ eV ; $|W_L| = 34$ eV ; $|W_M| = 15$ eV

- A) $\lambda = 12,4$ m B) $\lambda = 10,4$ m C) $\lambda = 12,4$ nm D) $\lambda = 10,4$ nm
 E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 8 : À propos des interactions des photons avec la matière. Donnez les vraies :

- A) Dans l'effet photo-électrique, le photon incident transfère la totalité de son énergie à la matière.
 B) La diffusion Compton dépend du milieu.
 C) La création de paire est possible pour n'importe quel photon.
 D) Dans la diffusion de Thomson Rayleigh, le deuxième photon émis a une énergie moindre que le premier.
 E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 9 : Pour un rayonnement gamma de 511 keV, la CDA du plomb est de 0,4 cm. Quelle épaisseur de matériau faut il pour atténuer 75% du faisceau de photon incident ?

- A) 0,4 cm B) 0,8 cm C) 1,2 cm D) 8 mm
E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 10 : Soit l'atome d'Arsenic ($Z = 33$), quelle est l'énergie des électrons de la couche M (en eV) sachant que sa constante d'écran est égale à 27 ?

- A) -163,2 B) -122,5 C) -54,4 D) -30,6 E) -2

QCM 11 : Soit un atome de Cobalt ($Z = 27$) ionisé sur sa couche L, quels photons sont observables lors de son retour à l'état fondamental ?

Données : $|W_K| = 217,6$; $|W_L| = 54,4$; $|W_M| = 24,2$; $|W_N| = 13,6$

- A) $h\nu = 163,2$
B) $h\nu = 30,2$
C) $h\nu = 40,6$
D) $h\nu = 13,6$
E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 12 : À propos des rayonnements ionisants :

- A) Les rayonnements ionisants ont une énergie supérieure ou égale à 13,6 eV
B) Les rayonnements électromagnétiques interagissent de façon obligatoire avec la matière
C) La couche de demie-atténuation (CDA) d'un matériau est l'épaisseur x qui atténue la moitié des photons du rayonnement incident
D) Au bout de 10 CDA, on considère que la totalité du faisceau est atténuée
E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 13 : À propos de l'interaction des photons avec la matière :

- A) Dans l'effet photoélectrique, la totalité de l'énergie du photon incident est absorbée par la matière
B) Dans l'effet Compton, le photoélectron part avec une énergie cinétique maximale si le choc est tangentiel
C) La diffusion de Thomson-Rayleigh résulte d'un transfert d'énergie du photon incident à la matière
D) Les probabilités d'effet photoélectrique, d'effet Compton et de diffusion de Thomson-Rayleigh diminuent lorsque l'énergie des photons incidents augmente
E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 14 : Soit un atome de Galium excité. Il se désexcite par le passage d'un électron de la couche L vers K. Quelle est la longueur d'onde du photon émis exprimée en nm ?

Données : $|W_K| = 340$ eV ; $|W_L| = 86$ eV ; $|W_M| = 38$ eV

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

QCM 15 : A propos des modèles de la structure électronique de l'atome :

- A) L'expérience de Bohr suggère que la matière est principalement constituée de vide
B) Le noyau a une taille de l'ordre de 10^{-12} m
C) L'orbite de l'électron définit son énergie de liaison au noyau
D) Les électrons sont sur des orbites discrètes
E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 16 : Quelle est l'énergie des électrons (en eV) de la couche L de l'atome de Fer ($Z = 26$) sachant que sa constante d'écran est égale à 22 ?

- A) - 27,2 B) - 54,4 C) - 72,5 D) - 108,8
E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 17 : Soit un atome de Francium ($Z = 87$) ionisé sur sa couche M. Lors du retour à son état fondamental on peut observer :

Données : $|W_K| = 65,8$ eV ; $|W_L| = 16,5$ eV ; $|W_M| = 7,3$ eV ; $|W_N| = 4,1$ eV

- A) L'émission d'un photon $h\nu = 9,2$ eV
B) L'émission d'un photon $h\nu = 7,3$ eV
C) L'émission d'un électron Auger d'énergie cinétique $T = 3,2$ eV
D) L'émission d'un électron Auger d'énergie cinétique $T = 5,1$ eV
E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 18 : Soit un rayonnement X de 100 keV, la CDA du plomb est de 0,14 mm et la CDA du béton est de 1 mm.

- A) Pour obtenir une atténuation identique, il faut plus d'épaisseur de plomb que de béton
- B) 0,28 mm de plomb permettent d'atténuer 75% du faisceau initial.
- C) 3 mm de béton laissent passer 12,5% du faisceau initial
- D) On considère que la totalité du faisceau est atténué avec 1,4 mm de plomb
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 19: A propos des interactions des photons avec la matière :

- A) L'effet photoélectrique est indépendant du milieu
- B) Un photoélectron produit par effet photoélectrique ou effet Compton se dissipera par contact avec les autres atomes en les ionisant
- C) Dans l'effet photoélectrique si l'énergie du photon incident est strictement égale à l'énergie de liaison du photoélectron, celui-ci aura une énergie cinétique nulle
- D) La création de paires ne se peut se produire qu'à partir d'un certain seuil d'énergie de 1022 keV
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 20 : A propos de l'interaction des rayonnements particuliers :

- A) Les neutrons interagissent le plus souvent avec le cortège électronique de l'atome
- B) Les neutrons rapides sont à l'origine d'ionisations dans des milieux constitués de noyaux lourds
- C) Les neutrons lents ou neutrons thermiques sont absorbés par les noyaux
- D) Les particules lourdes chargées provoquent un maximum de ionisations en fin de parcours appelé pic de Bragg
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 21 : Quelle est l'énergie des électrons (en eV) de la couche L de l'atome de Nickel (Z = 28) sachant que sa constante d'écran est environ égale à 24 ?

- A) - 13,6
- B) - 54,4
- C) - 3,4
- D) - 27,2
- E) - 108,8

QCM 22 : Les niveaux d'énergie de l'atome de Sélénium (Z = 34) ont les valeurs suivantes : $W_K = - 666,4$ eV ; $W_L = - 166,6$ eV ; $W_M = - 74,0$ eV ; $W_N = - 41,7$. Quelle est en électronvolt l'énergie du (des) photon(s) capable(s) d'ioniser le Sélénium sur sa couche L ?

- A) 666,4 eV
- B) 499,8 eV
- C) 166,6 eV
- D) 74,0 eV
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 23 : (suite du QCM précédent) Quelles sont les énergies (en eV) des photons de fluorescence émis, après l'ionisation de la couche L du sélénium ?

- A) 499,8 eV
- B) 124,9 eV
- C) 74 eV
- D) 36 eV
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 24 : À propos des interactions des photons avec la matière. Donnez les vraies :

- A) La création de pair est impossible pour les photons de 511 keV
- B) Une interaction par effet photoélectrique est plus probable pour les photons d'énergie importante
- C) L'effet Compton est le transfert de la totalité de l'énergie du photon incident à un électron des atomes de la matière
- D) La diffusion de Thomson Rayleigh entraîne un simple changement de direction du photon incident
- E) Aucune des propositions n'est correcte

QCM 25 : La CDA des photons de 835 keV est égale à 3,8 cm pour l'aluminium et 7,4 mm pour le plomb. Donnez les vraies :

- A) Pour une atténuation identique, il faut une épaisseur de plomb plus faible que celle d'aluminium
- B) Il faut 7,6 cm d'aluminium pour atténuer 75% des photons de 835 keV du faisceau initial
- C) Il faut 22,2 cm de plomb pour atténuer 87,5% des photons de 835 keV du faisceau initial
- D) On considère que la totalité du faisceau de photons de 835 keV est atténuée avec 38 cm d'aluminium
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 26 : Quelle est l'énergie de liaison d'un électron de la couche M de l'atome de chlore (Z=17) sachant que sa constante d'écran est environ égale à 11 ?

- A) - 27,2
- B) - 54,4
- C) - 163,2
- D) - 9
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 27 : Soit un atome de Césium (Z = 55) ionisé sur sa couche L, quels sont les photons de fluorescence observables lors de son retour à l'état fondamental ?

Données : $|W_K|=65,8$ eV ; $|W_L|=16,5$ eV ; $|W_M|=7,3$ eV

- A) $h\nu = 65,8$ eV
- B) $h\nu = 49,3$ eV
- C) $h\nu = 16,5$ eV
- D) $h\nu = 9,2$ eV
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 28 : (Suite du QCM précédent) Soit un atome de Césium ($Z = 55$) ionisé sur sa couche L, quels sont les électrons Auger observables lors de son retour à l'état fondamental ?

- A) Un électron d'énergie cinétique $T = 49,3$ eV
- B) Un électron d'énergie cinétique $T = 9,2$ eV
- C) Un électron d'énergie cinétique $T = 1,9$ eV
- D) Un électron d'énergie cinétique $T = 7,3$ eV
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 29 : Concernant les rayonnements électromagnétiques (RE).

- A) L'énergie des RE micro-ondes est supérieure à celle des ultraviolets
- B) La longueur d'onde des rayons X est inférieure à celle des RE infrarouges
- C) La fréquence des RE ultraviolets est supérieure à celle des rayons gamma
- D) La vitesse dans le vide des RE infrarouge est supérieure à celle des ondes radios
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 30 : A propos du cortège électronique des atomes.

- A) Les électrons sont d'autant plus fortement liés qu'ils sont sur une couche plus interne
- B) Un électron de la couche K possède une énergie égale à $-13,6$ eV quel que soit l'atome considéré
- C) L'énergie de l'électron d'une couche quelconque ne dépend en aucun cas de Z^2
- D) L'électron le plus externe a généralement une énergie de l'ordre de -10 à -100 keV
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 31 : A propos de l'expérience de Rutherford (1911) et du noyau atomique.

- A) L'expérience menée par Rutherford consistait à bombarder une feuille d'or grâce à des noyaux d'hélium
- B) Le résultat est que l'essentiel des particules utilisées pour bombarder la feuille d'or ont été déviées
- C) Il en conclut alors que la matière était essentiellement constituée de vide
- D) Le cortège électronique concentre la plus grande partie de la matière d'un atome
- E) Aucune des réponses n'est correcte.

QCM 32 : Quelle est en nanomètre la longueur d'onde du photon absorbé lors de l'excitation d'un atome d'hydrogène par passage d'un électron de la couche L à la couche M ?

- A) 121
- B) 652
- C) 13,6
- D) 786
- E) - 121

QCM 33 : À propos des rayonnements ionisants.

- A) L'énergie nécessaire pour arracher un électron à un atome d'hydrogène est de $13,6$ eV, marquant la limite entre rayonnement ionisant et non ionisant
- B) Un rayonnement ionisant est un rayonnement qui peut potentiellement rompre une liaison moléculaire
- C) Les rayonnements particuliers (proton, rayonnements alpha, bêta) sont capables de conduire à une ionisation si toutefois leur énergie cinétique est suffisante
- D) Les domaine des micro-ondes du spectre électromagnétique comprend des rayonnements ionisants
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 34 : Quelle est en eV l'énergie de liaison de la couche N du Francium ($Z=87$) sachant que sa constante d'écran est égale à 85 ?

- A) 0,85
- B) 1,7
- C) 3,4
- D) 6,8
- E) 13,6

QCM 35 : Quels sont les phénomènes observables lors du retour à l'état fondamental d'un atome de Titane excité par passage d'un électron de la couche K à M ?

Données : $|W_K| = 134,9$ eV ; $|W_L| = 33,7$ eV ; $|W_M| = 15,0$ eV

- A) Un photon d'énergie $h\nu = 101,2$ eV
- B) Un photon d'énergie $h\nu = 33,7$ eV
- C) Un électron Auger d'énergie cinétique $T = 18,7$ eV
- D) Un électron Auger d'énergie cinétique $T = 3,7$ eV
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 36 : À propos des interactions des électrons avec la matière.

- A) Les interactions des électrons avec la matière sont des interactions coulombiennes
- B) L'interaction par collision est une interaction avec les noyaux de la matière
- C) Une collision frontale induit un transfert d'énergie minimal à la matière
- D) Lors de l'interaction par freinage, l'électron perd une partie de son énergie cinétique qu'il libère sous forme de photon
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 37 : Soit un atome de brome excité par passage d'un électron de la couche K à la couche M, quels sont les phénomènes observables lors de son retour à l'état fondamental ?

Données : $|W_K| = 0,785 \text{ keV}$; $|W_L| = 0,196 \text{ keV}$; $|W_M| = 0,087 \text{ keV}$

- A) Un photon de fluorescence $h\nu = 698 \text{ eV}$
- B) Un photon de fluorescence $h\nu = 196 \text{ eV}$
- C) Un électron Auger d'énergie cinétique $T = 589 \text{ eV}$
- D) Un électron Auger d'énergie cinétique $T = 502 \text{ eV}$
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 38: Le coefficient linéique d'atténuation des photons de 50 keV est égal à 21 cm^{-1} pour le cuivre.

- A) Le coefficient linéique d'atténuation est spécifique du milieu et de l'énergie des photons
- B) 0,33 mm de cuivre atténuent 50% du faisceau de photon de 50 keV
- C) 0,99 mm de cuivre atténuent 12,5% du faisceau de photon de 50 keV
- D) 3,3 mm de cuivre atténuent 99,9% du faisceau
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 39 : Les énergies des électrons de l'atome de carbone ($Z = 6$) sont égales, dans le modèle de Bohr, à -284 pour la couche K et -18 eV pour la couche L. Un électron subit une excitation avec passage d'un électron de la couche K à la couche L. Il se désexcite par émission d'un électron Auger. Quelle est l'énergie cinétique E_c (en eV) de cet électron ?

- A) 266
- B) 248
- C) 188
- D) 124
- E) 46

QCM 40 : A propos des interactions élémentaires.

- A) L'absorption par excitation se produit lorsque l'énergie du photon incident est inférieure à l'énergie de liaison mais qu'elle correspond exactement à la différence entre les énergies de liaison de deux couches
- B) On parle d'absorption par ionisation lorsque l'énergie du photon incident est supérieure à l'énergie de liaison de l'électron atteint : il y aura ionisation de l'atome
- C) L'émission d'un photon de fluorescence se produit lorsqu'un électron vient combler une case quantique laissée vacante au sein d'une couche, l'atome étant instable et devant évacuer l'excès d'énergie pour regagner son état fondamental
- D) L'émission d'un électron Auger est la conséquence d'un photon de fluorescence ayant lui-même expulsé un électron de l'atome qui lui a donné naissance. Cela ne concerne que très peu les atomes légers et e⁻ périphériques
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 41 : Parmi les particules suivantes, la ou lesquelles pourrai(en)t potentiellement rompre la liaison O-H de la molécule d'eau ?

- A) Un photon gamma de fréquence 10 EHz (1 exahertz = 10^{18} Hz)
- B) Une particule alpha d'énergie cinétique égal à 13,2 keV
- C) Un proton d'énergie cinétique strictement supérieur à 13,6 keV
- D) Un rayonnement électromagnétique infrarouge de longueur d'onde 10 μm
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 42 : Pour prévenir les risques liés à l'ionisation des molécules des tissus biologiques, il convient d'identifier les rayonnements pouvant potentiellement en être à l'origine. Parmi les rayonnements suivants, le(s)quel(s) ?

- A) Rayonnement alpha (α)
- B) Rayonnement bêta - (β^-)
- C) Rayonnement gamma (γ)
- D) Rayonnement électromagnétique micro-onde
- E) Aucune des réponses n'est correcte

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

2014 – 2015

QCM 1 : D

Une énergie de liaison est toujours positive !!

$$|W_M| = 13,6 \times \frac{(31 - 26)^2}{3^2} = 13,6 \times \frac{5^2}{3^2} = 13,6 \times \frac{25}{9} \approx 13,6 \times \frac{5 \times 5}{2 \times 5} \approx 14 \times \frac{5}{2} = 35$$

La plus proche est la réponse D.

QCM 2 : CD

- A) Faux : l'atome est initialement ionisé sur sa couche L, la couche K est saturée, pas de réarrangement de M vers K
 B) Faux : l'atome est initialement ionisé sur sa couche L, la couche K est saturée, pas de réarrangement de L vers K
 C) Vrai : un électron extérieur comble directement la case vacante laissée sur la couche L $h\nu = |W_L|$
 D) Vrai : ce photon est produit par réarrangement de N vers L $h\nu = |W_L| - |W_N| = 37 - 9,3 = 27,7$
 E) Faux

QCM 3 : ABD

- A) Vrai : $h\nu = |W_L| - |W_M|$ photon issu d'un réarrangement de M \rightarrow L
 B) Vrai : $h\nu = |W_M| - |W_N| = 16,5 - 9,3 = 7,2$ photon issu d'un réarrangement de N \rightarrow M
 C) Faux : $T = 94,6 = |W_K| - |W_L| - |W_N|$ ce serait un photon de fluorescence issu du réarrangement de M vers K qui ioniserait un électron de la couche M hors la couche K est saturée donc ce n'est pas possible
 D) Vrai : le photon $h\nu = |W_L| - |W_N|$ ionise un électron de la couche N avec une énergie de liaison $|W_N|$, l'électron part avec une énergie cinétique $T = |W_L| - |W_N| - |W_N| = 37 - 9,3 - 9,3 = 18,4$
 E) Faux

QCM 4 : ABCD

- A) Vrai
 B) Vrai
 C) Vrai
 D) Vrai : ordre de grandeur du noyau = 10^{-15} m et ordre de grandeur de l'atome = 10^{-10} m
 E) Faux

QCM 5 : BCD

- A) Faux : cela ne correspond à aucune des énergies de liaison données
 B) Vrai : énergie libérée lorsque un électron passe de M vers L $\rightarrow |W_L| - |W_M| = 29,5 - 13,2 = 16,3$
 C) Vrai : électron Auger de la couche M ionisé par le photon émis lors de la transition de M vers L : $|W_L| - |W_M| - |W_M| = 16,3 - 13,2 = 3,1$
 D) Vrai : électron Auger de la couche L ionisé par le photon émis lors de la transition de L vers K : $|W_K| - |W_L| - |W_L| = 118,4 - 29,5 - 29,5 = 59,4$
 E) Faux

QCM 6 : E

$$|W_L| = 13,6 \times \frac{(Z - \sigma)^2}{2^2} = 13,6 \times \frac{(20 - 17)^2}{4} = 13,6 \times \frac{9}{4} = \mathbf{30,6}$$

QCM 7 : C

$$E(\text{photon}) = |W_K| - |W_L| = 134 - 34 = 100 \text{ eV}$$

$$\text{On applique la relation de Duane et Hunt : } E = \frac{1240}{\lambda} \Leftrightarrow \lambda = \frac{1240}{E} = \frac{1240}{100} = \mathbf{12,4 \text{ nm}}$$

QCM 8 : A

- A) Vrai
 B) Faux : seul l'effet photoélectrique dépend du milieu
 C) Faux : le photon doit avoir une énergie minimale de 1022 keV
 D) Faux : pas de transfert d'énergie, le photon initial est juste dévié et garde toute son énergie
 E) Faux

QCM 9 : BD

Atténuer 75% du faisceau signifie que seulement 25% des photons du faisceau incident passent : il faut 2 CDA de plomb soit $2 \times 0,4 \text{ cm} = 0,8 \text{ cm} = 8 \text{ mm}$.

QCM 10 : C

$$W_m = -13,6 \times \frac{(Z-\sigma)^2}{3^2} = -13,6 \times \frac{(33-27)^2}{3^2} = -13,6 \times \frac{6^2}{3^2} = -13,6 \times \frac{6 \times 6}{3 \times 3} = -13,6 \times \frac{2 \times 3 \times 2 \times 3}{3 \times 3} = -13,6 \times 4$$

$$W_m = -54,4 \text{ eV}$$

QCM 11 : BD

- A) Faux : L'atome est ionisé sur sa couche L, la couche K est saturée, il ne peut pas y avoir de transition de L vers K
 B) Vrai : Photon libéré par transition d'un électron de la couche L vers M : $h\nu = |W_L| - |W_M| = 54,4 - 24,2 = 30,2$
 C) Faux : Il n'y a pas de réarrangement susceptible de produire un photon de cette énergie
 D) Vrai : Photon libéré par captation d'un électron extérieur sur la couche N
 E) Faux

QCM 12 : ACD

- A) Vrai
 B) Faux : Les rayonnements électromagnétiques interagissent de façon **probabiliste** avec la matière
 C) Vrai
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 13 : AD

- A) Vrai
 B) Faux : Dans l'effet Compton, le photoélectron part avec une énergie cinétique maximale si le choc est **frontal**
 C) Faux : Il n'y a pas de transfert d'énergie
 D) Vrai : Voir les formules de probabilité
 E) Faux

QCM 14 : E

$$E(\text{photon émis}) = |W_k| - |W_l| = 340 - 86 = 254 \text{ eV}$$

On applique la formule de Duane et Hunt (E en eV et λ en nm) : $E = \frac{1240}{\lambda} \Leftrightarrow \lambda = \frac{1240}{E} = \frac{1240}{254} \approx \frac{1240}{250} = \frac{124}{25} \approx 5 \text{ nm}$

QCM 15 : CD

- A) Faux : C'est l'expérience de Rutherford
 B) Faux : 10^{-15} m
 C) Vrai
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 16 : B

$$W_L = -13,6 \times \frac{(Z-\sigma)^2}{n^2} = -13,6 \times \frac{(26-22)^2}{2^2} = -13,6 \times \frac{4^2}{2^2} = -13,6 \times 4 = -54,4 \text{ eV}$$

QCM 17 : BC

- A) Faux : $9,2 \text{ eV} = |W_L| - |W_M|$ or la couche L est saturée ici, de plus on cherche à combler la case vacante sur la couche M ici, qu'un électron quitte la couche M pour aller vers L n'a donc aucun intérêt ici pour revenir à l'état fondamental
 B) Vrai : Electron externe capté directement sur la case vacante de M
 C) Vrai : Le photon produit par le réarrangement de l'item B produit un photon $h\nu = |W_M|$ qui ionise un électron de la couche N d'énergie cinétique $T = |W_M| - |W_N| = 7,3 - 4,1 = 3,2 \text{ eV}$
 D) Faux : $T = 5,1 = 9,2 - 4,1 = |W_L| - |W_M| - |W_N|$; impossible pour la même raison que l'item A
 E) Faux

QCM 18: BCD

- A) Faux : CDA (plomb) < CDA (béton) ; il faut donc une épaisseur de plomb inférieur au béton
 B) Vrai : 0,28 mm de plomb = 2 CDA
 C) Vrai : 3 mm de béton = 3 CDA
 D) Vrai : On considère que la totalité du faisceau est atténuée au bout de 10 CDA = 1,4 mm de plomb
 E) Faux

QCM19 : BD

- A) Faux : Il dépend de Z
 B) Vrai
 C) Faux : pour qu'un atome soit ionisé l'énergie du photon incident doit être strictement supérieure à l'énergie de liaison de l'électron. L'électron doit avoir une énergie cinétique non nulle pour pouvoir quitter l'édifice atomique
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 20 : CD

- A) Faux : Ils interagissent avec les noyaux
 B) Faux : Noyaux légers → milieux riches en hydrogène !
 C) Vrai
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 21 : B

$$W_L = -13,6 \times \frac{(Z-\sigma)^2}{2^2} = -13,6 \times \frac{(28-24)^2}{2^2} = -13,6 \times 4 = \mathbf{54,4 \text{ eV}}$$

QCM 22 : AB

Le photon doit avoir une énergie $h\nu > |W_L|$ donc $> 166,6 \text{ eV}$.

QCM 23 : BC

- A) Faux : $499,8 \text{ eV} = |W_K|$ or la couche K est saturée, elle ne peut pas capter d' e^- dans le milieu extérieur
 B) Vrai : $124,9 = 166,6 - 41,7 = |W_L| - |W_M|$, photon produit lors de la transition de M vers L
 C) Vrai : $74 = |W_M|$, photon produit lors de l'absorption d'un e^- externe sur M
 D) Faux
 E) Faux

QCM 24 : AD

- A) Vrai : $511 \text{ keV} < 1022 \text{ keV}$, 1022 keV est le seuil d'énergie nécessaire pour que la création de pair puisse se produire
 B) Faux : La probabilité d'effet photoélectrique augmente pour les **photons de faible énergie**
 C) Faux : L'effet Compton est le transfert **d'une partie** de l'énergie du photon incident à un électron des atomes de la matière
 D) Vrai : Pas de transfert d'énergie
 E) Faux

QCM 25 : ABD

- A) Vrai : $7,4 \text{ mm} < 3,8 \text{ cm} \rightarrow CDA_{\text{plomb}} < CDA_{\text{béton}}$
 B) Vrai : $7,6 = 2 \times 3,8 = 2 \text{ CDA}$
 C) Faux : Il faut $22,2 \text{ mm}$ de plomb pour atténuer 87,5% des photons de 835 keV du faisceau initial
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 26 : E

Pas besoin de calcul, tout est faux car on vous demande **l'énergie de liaison** qui est toujours > 0 , c'est traître mais faites attention aux énoncés ♥

QCM 27 : CD

- A) Faux : $65,8 = |W_K|$ or l'atome est ionisé sur L donc la couche K est saturée...
 B) Faux : $49,3 = |W_K| - |W_L|$ or l'atome est ionisé sur L donc la couche K est saturée...
 C) Vrai : $16,5 = |W_L| \rightarrow$ photon émis par captation d'un électron extérieur sur la couche L
 D) Vrai : $|W_L| - |W_M| = 16,5 - 7,3 = 9,2$
 E) Faux

QCM 28 : BC

- A) Faux : L'atome est ionisé sur la couche L, le photon le plus énergétique pouvant être émis est $h\nu = |W_L|$, il ne peut pas y avoir d'électron Auger avec une énergie cinétique $T \geq |W_L|$
 B) Vrai : électron ionisé par un photon $h\nu = |W_L|$ partant avec une énergie cinétique $T = |W_L| - |W_M| = 16,5 - 7,3 = 9,2$
 C) Vrai : l'électron Auger est un électron de la couche M ionisé par le photon $h\nu = |W_L| - |W_M|$
 D) Faux
 E) Faux

QCM 29: B

- A) Faux
 B) Vrai
 C) Faux
 D) Faux : Tout les rayonnements électromagnétiques ont la même vitesse dans le vide indépendamment de la leur longueur d'onde !
 E) Faux

QCM 30: A

- A) Vrai : Le numéro de la couche étant au dénominateur pour le calcul de W_n , plus l'électron est interne (n faible) plus $|W_n|$ sera élevé donc l'électron d'autant plus fortement lié
- B) Faux : Cette valeur remarquable de la couche K n'est retrouvée que chez l'atome d'hydrogène possédant un Z égale à 1
- C) Faux : Bien au contraire l'énergie de l'électron dans une couche dépend directement de Z^2
- D) Faux : Non, étant généralement très faiblement liés et proche de l'ionisation, l'électron le plus externe a plutôt une énergie de l'ordre de l'eV !
- E) Faux

QCM 31: AC

- A) Vrai : On parle aussi de rayonnements alpha (α) pour les noyaux d'hélium
- B) Faux : Au contraire, seule une infime partie fût déviée, les autres traversèrent tout droit la feuille d'or
- C) Vrai
- D) Faux : C'est le noyau qui concentre l'essentielle partie de la matière d'un atome, il a d'ailleurs une densité très élevée, de l'ordre de 10^{15} g/cm³
- E) Faux

QCM 32 : B

La différence entre les couches L et M de l'hydrogène est de $13,6 / 2^2 - 13,6 / 3^2 = 1,9$ eV ($Z = 1$, pas d'effet écran). C'est donc l'énergie qu'un photon doit apporter à un électron pour que celui-ci passe de la couche L à la couche M. En utilisant la relation de Duane et Hunt $E_{[eV]} = \frac{1240}{\lambda_{[nm]}}$ on en déduit $\lambda_{[nm]} = \frac{1240}{1,9} = 652$ nm.

QCM 33 : ABC

- A) Vrai
- B) Vrai : Un rayonnement ionisant arrache les électrons donc déstabilise les liaisons covalentes qui se rompent. Ceci est d'autant plus vrai chez les organismes vivants essentiellement composés d'eau (et donc d'hydrogène) sensibles aux rayonnements dès 13,6 eV *et qui a pour conséquence la formation de radicaux libres nocifs*
- C) Vrai
- D) Faux : Le domaine des micro-ondes correspond au domaine des basses énergies situé bien avant le visible, c'est un domaine de rayonnements non-ionisants
- E) Faux

QCM 34 : C

$$|W_N| = 13,6 \times \frac{(Z - \sigma)^2}{n^2} = 13,6 \times \frac{(87 - 85)^2}{4^2} = 13,6 \times \frac{2^2}{4^2} = \frac{13,6}{4} = 3,4 \text{ eV}$$

QCM 35: AD

- A) Vrai : $101,2 \text{ eV} = 134,9 - 33,7 = |W_K| - |W_L|$ photon produit lors de la transition d'un électron de la couche L vers K
- B) Faux : $33,7 \text{ eV} = |W_L|$, or il s'agit ici d'une excitation, l'atome n'a pas besoin de capter un électron externe pour revenir à son état fondamental : il n'y aura pas d'émission de photons d'énergie égale aux énergies de liaison
- C) Faux : $18,7 \text{ eV} = |W_L| - |W_M|$, cet électron Auger aurait pour origine la couche M et il aurait été ionisé par un photon d'énergie $|W_L|$ ce qui n'est pas possible dans le cas d'une excitation (voir item précédent)
- D) Vrai : $3,7 \text{ eV} = |W_L| - |W_M| - |W_M|$, électron Auger ionisé par un photon produit lors de la transition d'un électron de la couche M vers la couche L
- E) Faux

QCM 36 : AD

- A) Vrai
- B) Faux : Une interaction avec le cortège électronique
- C) Faux : Un transfert d'énergie **maximal**
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 37 : AD

- A) Vrai : Photon produit lors du passage d'un e- de la couche M à la couche K
- B) Faux : L'atome est excité, l'atome n'a pas besoin de capter un électron extérieur pour retourner à son état fondamental, il n'y aura pas d'émission de photon de fluorescence d'énergie égale aux énergies de liaison ici
- C) Faux : $589 = |W_K| - |W_L|$, cet électron Auger aurait pu être émis si l'atome avait été ionisé (cf item B)
- D) Vrai : $502 = |W_K| - |W_L| - |W_M|$, électron de la couche M ionisé par le photon émis lors du réarrangement d'un électron de la couche L vers la couche K
- E) Faux

QCM 38 : ABD

- A) Vrai
 B) Vrai : $CDA(\text{cuivre}) = \frac{\ln 2}{\mu} = \frac{0,7}{21} = \frac{0,1 \times 7}{3 \times 7} = 0,033 \text{ cm} = 0,33 \text{ mm}$
 C) Faux : $0,99 \text{ mm} = 3 \text{ CDA} \rightarrow$ atténuation de 87,5% du faisceau de photons
 D) Vrai : $3,3 \text{ mm} = 10 \text{ CDA}$
 E) Faux

QCM 39 : A

$E_c = (|W_K| - |W_L|) - |W_L|$ où $|W_K| - |W_L|$ correspond à l'énergie d'excitation disponible et $|W_L|$ seul correspond à l'énergie nécessaire pour arracher un électron sur la couche L. En d'autres termes le photon d'énergie $|W_K| - |W_L|$ issue de la désexcitation percute donc un électron sur la couche L d'énergie $|W_L|$ qu'il ne faut pas oublier déduire de l'énergie totale de l'électron (c'est l'énergie de liaison !). D'où $E_c = (284 - 18) - 18 = 248 \text{ eV}$.

QCM 40 : ABC

- A) Vrai : Définition du cours
 B) Vrai : Idem
 C) Vrai : Idem
 D) Faux : La première phrase est vraie ! Mais la suivante est fautive : au contraire, cela concerne surtout les électrons des atomes légers et e périphériques qui sont moins liés à l'atome
 E) Faux

QCM 41 : ABC

- A) Vrai : $v = c / \lambda$ d'où $\lambda = c / v = 3 \times 10^8 / (10 \times 10^{18}) = 3 \times 10^{-11} \text{ m} = 3 \times 10^{-2} \text{ nm}$. D'après la relation de Duan et Hunt, $E_{(eV)} = 1240 / (3 \times 10^{-2}) \cong 41\,000 \text{ eV}$! L'électron de l'hydrogène étant arraché pour une énergie de 13,6 eV, la liaison O-H de la molécule d'eau est évidemment rompue avec un tel photon gamma. *Il n'y a normalement pas besoin de calculer (on est en présence d'un photon gamma avec une fréquence cohérente au domaine) mais c'est pour l'exemple*
 B) Vrai : $E_{\text{particule alpha}} > 13,6 \text{ eV}$
 C) Vrai : $E_{\text{proton}} > 13,6 \text{ eV}$
 D) Faux : Les rayonnements électromagnétiques du domaine IR ne transportent pas assez d'énergie pour conduire à une ionisation de l'électron de l'hydrogène et donc à la rupture de la liaison
 E) Faux

QCM 42 : ABC

- A) Vrai : Ceux-ci peuvent transporter assez d'énergie pour provoquer de tels ionisations
 B) Vrai : Idem
 C) Vrai : Idem
 D) Faux : Les rayonnements électromagnétiques du domaine micro-onde sont non-ionisants
 E) Faux

3. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Rayons X

2014 – 2015 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : À propos des rayons X émis par le tube de Coolidge :

- A) Ils sont produits par l'interaction de photons avec la matière
- B) Les rayons X sont émis selon un spectre continu seulement
- C) Les rayons X sont émis selon un spectre de raies seulement
- D) Le rendement en rayons X est de l'ordre de 98%
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 2 : À propos du tube à rayons X :

- A) L'anode est chargée positivement
- B) La cathode peut être aussi appelée la cible
- C) Le courant anodique permet d'émettre les électrons du filament
- D) La haute tension, de l'ordre du kV, est responsable de l'énergie cinétique T de chaque électron
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 3 : À propos des rayons X :

- A) Le spectre de raie des RX varie avec le matériau de la cible
- B) Les RX de faible énergie sont absorbés par la cible
- C) Les RX d'énergie $E = 50$ keV sont émis dans l'axe des électrons incidents
- D) Le flux énergétique (ou puissance rayonnée) correspond à la surface sous la courbe du spectre des RX
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 4 : Calculez le flux énergétique d'un tube à rayons X avec une cible en Tungstène ($Z=74$) soumis a une haute tension de 100 kV ?

Données : $k = 4.10^{-6}$; $i = 1$ mA

- A) $1,48.10^{-3}$ B) $1,48.10^{-2}$ C) 1,48 D) $1,48.10^3$ E) $1,48.10^6$

QCM 5 : À propos des rayons X :

- A) C'est une technique d'imagerie par transmission
- B) Une haute tension faible est favorable pour observer du tissu osseux
- C) Les photons X transmis doivent interagir avec un détecteur pour former une image radiologique visuelle
- D) Les produits de contraste iodés diminuent la probabilité d'interaction des RX
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 6 : À propos du tube de Coolidge :

- A) La haute tension accélératrice U est comprise entre 50 et 150 keV
- B) Généralement, l'anode est un alliage de Tungstène-Rhénium possédant un point de fusion élevé
- C) Les rayons X sont produits par interaction des photons avec l'anode
- D) Le filtre métallique absorbe les photons hauts en énergie car ils sont dangereux pour le patient
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 7 : À propos du rendement d'un tube à rayons X :

- A) La puissance consommée est la puissance nécessaire pour accélérer les électrons dans le tube
- B) La puissance rayonnée ou flux énergétique est proportionnelle au milliampérage
- C) Le rendement est proportionnel au numéro atomique de la cible
- D) Le rendement est faible car une grande partie de l'énergie est dissipée sous forme de chaleur
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 8 : Un tube à rayons X fonctionne sous une tension de 125 kV. Quelle est en nm la longueur d'onde minimale des photons X émis ?

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

QCM 9 : Dans un tube à rayons X :

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

QCM 10 : A propos des rayons X :

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

QCM 11 : Dans un tube à rayons X à anode de Tungstène ($Z = 74$), on note trois régimes de fonctionnement :

Régime 1 : tension $U=100\text{kV}$; courant anodique $I= 40\text{mA}$
 Régime 2 : tension $U= 100\text{kV}$; courant anodique $I=20 \text{ mA}$
 Régime 3 : tension $U=200\text{kV}$; courant anodique $I=20 \text{ mA}$

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

QCM 12 : La longueur d'onde minimale des rayons X produit par un tube de Coolidge est de 4.10^{-11} m . Quelle est en kV la tension de fonctionnement du tube ?

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

QCM 13 : Dans un tube de Coolidge :

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

QCM 14 : Un tube de Coolidge fonctionne initialement sous une tension de 100kV, son rendement est alors de 2%. On augmente la haute tension à 150kV, que vaut le nouveau rendement ?

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

QCM 15 : La surface limitée par la courbe de densité spectrale en rayonnement émis par un générateur de rayons X a pour expression :

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

QCM 16 : A propos du rendement d'un tube à rayons X.

- A) Le rendement d'un tube à rayons X est égal au rapport de la puissance rayonnée ϕ sur la puissance consommée P
- B) La puissance consommée P pour communiquer une énergie cinétique aux électrons est égale au produit de la tension accélératrice U et du milliampérage i (intensité du courant anodique)
- C) Le rendement est dépendant du milliampérage i (intensité du courant anodique)
- D) Le rendement est proportionnel au carré de la tension accélératrice U
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 17 : Dans un tube à rayons X :

- A) L'énergie minimale des rayons X dépend directement de la haute tension
- B) La diminution de la haute tension modifie la puissance rayonnée
- C) La diminution de l'intensité du courant anodique modifie la puissance rayonnée
- D) La diminution de la haute tension ne modifie pas l'énergie (la longueur d'onde) des raies caractéristiques
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 18 : Soit une expérience utilisant un tube de Crookes sous pression atmosphérique.

- A) On observe des décharges électriques dans le tube
- B) On observe une fluorescence verte
- C) Cette fluorescence verte est due aux rayons X de freinage
- D) Cette fluorescence verte est liée aux raies caractéristiques du verre
- E) Aucune des réponses n'est correcte

Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Rayons X

2014 - 2015

QCM 1 : E

- A) Faux : Ils sont produit par interaction d'électrons avec la matière par rayonnement (de freinage surtout)
 B) Faux : Pas seulement, le spectre est continue et possède aussi une composante discrète (de raies) qui se superpose. Les rayons X sont émis selon un spectre continu et de raies
 C) Faux : Idem B, pas seulement
 D) Faux : De l'ordre de 2% à cause des forts dégagements de chaleur qui dissipent l'énergie !
 E) Vrai

QCM 2: AD

- A) Vrai
 B) Faux : La cible c'est l'anode, la cathode c'est le filament
 C) Faux : C'est le rôle du **courant de chauffage**, courant anodique = milliampérage
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 3 : ABD

- A) Vrai
 B) Vrai
 C) Faux : Les RX d'énergie E = 50 keV sont émis **perpendiculairement** à l'axe des électrons incidents.
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 4 : D

$$\varphi = \frac{kiZU^2}{2} = \frac{4 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 74 \cdot (100 \cdot 10^3)^2}{2} = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-3} \cdot 74 \cdot 10^{10} = 148 \cdot 10^1 = \mathbf{1480}$$

QCM 5 : ABC

- A) Vrai
 B) Vrai
 C) Vrai
 D) Faux : Les produits de contraste iodés augmentent la probabilité d'interaction des RX.
 E) Faux

QCM 6 : B

- A) Faux : 50 et 150 kV
 B) Vrai
 C) Faux : Les rayons X sont produits par interaction des **électrons** avec l'anode
 D) Faux : Le filtre métallique absorbe les photons **bas** en énergie car ils sont **inutiles et ionisants**
 E) Faux

QCM 7 : ABCD

- A) Vrai : P = Ui
 B) Vrai
 C) Vrai : r = KZU
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 8 : A

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

$$E = 1240/\lambda$$

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

QCM 9 : ABD

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

QCM 10 : AA) Vrai : $\phi = kiZU^2/2$ B) Faux : rien à voir, surtout que le courant de chauffage ne permet que de faire partir les électrons du filamentC) Faux : c'est le courant anodique qui intervient la dedans : $\phi = kiZU^2/2$ D) Faux : l'énergie maximale des rayons X dépend de l'énergie cinétique maximale des électrons qui dépend de la haute tensionE) Faux**QCM 11 : C** $\phi = kiZU^2/2$ A) Faux : $\phi_1 = k \cdot 40 \cdot 10^{-3} \cdot Z \cdot 100 \cdot 10^{3 \times 2} / 2 = kZ \cdot 4 \cdot 10^8$ kZ $\phi_3 = k \cdot 20 \cdot 10^{-3} \cdot Z \cdot 400 \cdot 10^{3 \times 2} / 2 = 8 \cdot 10^8$ kZB) Faux : $r = \phi/P = kiZU^2/2P = kiZU^2/2UI = k'ZU$. Les U sont égales dont le rendement aussiC) Vrai : la tension accélératrice est la même donc l'énergie maximale des rayons X est la mêmeD) Faux : $\phi_2 = k \cdot 20 \cdot 10^{-3} \cdot Z \cdot 100 \cdot 10^{3 \times 2} / 2 = kZ \cdot 2 \cdot 10^8$ kZ $\phi_3 = k \cdot 20 \cdot 10^{-3} \cdot Z \cdot 400 \cdot 10^{3 \times 2} / 2 = 8 \cdot 10^8$ kZE) Faux**QCM 12 : C** $E(eV) = U(V) = 1240/\lambda = 1240/4 \cdot 10^{-2} = 310 \cdot 10^2 = 31$ kVAttention, λ en nm !**QCM 13 : C**A) Faux : il est faible à cause des pertes par chaleurB) Faux : $r = \phi/P = kiZU^2/2P = kiZU^2/2UI = k'ZU$ C) Vrai : $U(V) = E_{max}(eV)$ D) Faux : les rayons X sont principalement issus du cortège électronique (c'est les rayons gamma qui sont d'origine nucléaire !)E) Faux**QCM 14 : E**

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

QCM 15 : ABA) Vrai : le spectre continu vient du rayonnement par freinage lors de l'interaction électron-noyau et le spectre de raies vient de l'arrêt par collision lors de l'interaction électron-électronB) VraiC) FauxD) Faux : l'énergie maximale du rayonnement X dépend seulement de la haute tensionE) Faux**QCM 16 : AB**A) Vrai : $r = \frac{\phi}{P}$ B) Vrai : $P = Ui$ C) Faux : Dans le calcul du rendement i s'annule avec la division de ϕ par P , il n'en dépend donc pas.D) Faux : $r = kZU$ E) Faux**QCM 17 : BCD**A) Faux : C'est l'énergie maximale des rayons X qui dépend directement de la haute tension.B) VraiC) VraiD) VraiE) Faux**QCM 18 : E**

Il n'y a aucun phénomène observable sous pression atmosphérique.

4. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Noyau

2014 – 2015 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : Soit l'atome de Palladium (Z = 46) de masse molaire 106,42g

- A) Le nombre de masse du palladium est $A = 106$
- B) Le Palladium a 106 électrons lorsqu'il est neutre
- C) Un atome de Palladium a une masse de 106,42 u
- D) Un atome de Palladium a environ une masse de $1,8 \times 10^{-22}$ g
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM 2 : Les atomes sont caractérisés par leur nombre de protons, de neutrons et d'électrons, identifiez la ou les proposition(s) correcte(s).

- A) Deux atomes ayant un nombre de protons différent mais un nombre de neutrons identique sont qualifiés d'isotope
- B) Deux atomes ayant un nombre de nucléons identique mais un nombre de protons différent sont qualifiés d'isobare
- C) Deux atomes ayant un nombre de nucléons différent mais un nombre de neutrons identique sont qualifiés d'isotone
- D) Deux atomes ayant un nombre de protons identique mais un nombre de neutrons différents sont qualifiés d'isopode
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 3 : À propos des nucléides :

- A) La force électrostatique explique l'excès de neutrons dans les noyaux lourds
- B) L'interaction forte explique la cohésion et l'incompressibilité des noyaux
- C) L'interaction faible est une force répulsive et explique l'incompressibilité des noyaux
- D) Le défaut de masse correspond à l'énergie de l'interaction forte
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 4 : Que vaut l'énergie de liaison du néon ${}^{20}_{10}\text{Ne}$ sachant que sa masse atomique vaut 20,1108u ?

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

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

QCM 5 : Que vaut l'énergie de liaison par nucléon de l'hélium ${}^4_2\text{He}$ sachant que sa masse atomique vaut 4,0026u

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

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

QCM 6 : A propos de la réaction suivante : ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + x$

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

QCM 7 : Soit la réaction de fission suivante : ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{146}_{58}\text{Ce} + {}^{85}_{34}\text{Se} + 5 {}^1_0\text{n}$

Que vaut l'énergie libérée ?

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

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

QCM 8 : A propos des noyaux et de la radioactivité :

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

QCM 9 : Parmi les particules suivantes, quelles sont celles qui à ce jour sont considérées comme « élémentaire » par le modèle standard de physique des particules ?

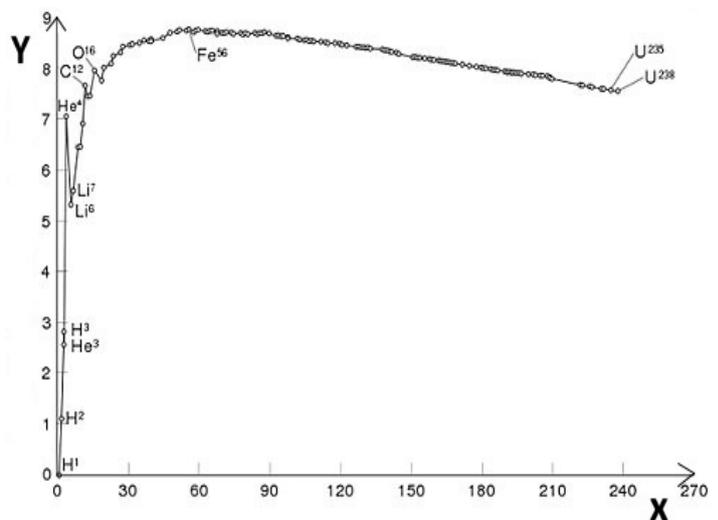
- A) Le quark up (u) et down (d)
- B) L'électron
- C) Le neutron
- D) L'atome d'hydrogène
- E) Le photon

QCM 10 : Concernant la composition des noyaux :

- A) Les noyaux stables comprennent toujours un nombre pair de nucléons
- B) Le nombre de protons et de neutrons est à peu près égal pour les noyaux lourds
- C) Les nucléons sont constitués d'un nombre impair de quarks
- D) Le proton présente une charge positive, le neutron présente une charge négative, ce qui participe à la cohésion du noyau grâce à l'attraction électrostatique entre charges positives et négatives
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 11 : Concernant le graphe ci-contre :

- A) $X = A$ le nombre de nucléons
- B) $X = Z$ le nombre de protons
- C) $Y = N$ le nombre de neutrons
- D) $Y =$ l'énergie de liaison par nucléon en keV
- E) Aucune des réponses n'est correcte



QCM 12 : Concernant le graphe ci-contre :

- A) L'atome d'hydrogène 1 a une énergie de liaison nulle
- B) L'énergie de liaison par nucléon d'un atome d'Uranium 238 est plus importante que celle de l'Hélium 4
- C) Le Fer 56 est l'élément le plus stable
- D) L'énergie de liaison par nucléon de l'Hélium 4 est moins importante que celle du Lithium 6 car ce dernier est plus proche du Fer 56 en terme de nucléons
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 13 : Concernant les forces de répulsion et d'attraction au sein d'un noyau atomique :

- A) Les protons, confinés au sein d'un noyau, se repoussent d'un point de vue électrostatique
- B) Les neutrons, disposés entre les protons et les éloignant, assurent la cohésion et la stabilité du noyau
- C) L'interaction forte s'exerce entre les nucléons et entre les quarks composant un nucléon, assurant leur cohésion
- D) L'interaction forte peut être répulsive lorsqu'on essaie de faire rentrer un proton dans un neutron : elle explique l'incompressibilité de la matière
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 14 : A propos de la fission et de la fusion nucléaire :

- A) La fusion du deutérium et du tritium libère plus d'énergie que la fission d'un noyau d'uranium
- B) La fusion d'un gramme de deutérium et du tritium (en proportions équivalentes) libère plus d'énergie que la fission d'un gramme d'uranium
- C) Le fer est un excellent candidat pour la fission ou la fusion nucléaire
- D) Les produits de la fusion nucléaire du deutérium et du tritium sont essentiellement radioactifs
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 15 : L'énergie de liaison des nucléons :

- A) Est l'énergie qu'il faut fournir pour dissocier le noyau
- B) Correspond au défaut de masse du noyau
- C) Peut être calculé en négligeant les énergies de liaisons des électrons
- D) Elle peut atteindre plusieurs centaines de MeV
- E) Aucune des réponses n'est correcte

Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Noyau**2014 – 2015****QCM 1 : ACD**A) VraiB) Faux : 46 électronsC) VraiD) Vrai : on sait que 1 mole = N atomes de Palladium pèse $\approx 106g$ donc :

$masse\ d'un\ atome\ en\ g = \frac{106}{N} = \frac{106}{6 \times 10^{23}} \approx \frac{100}{5} \cdot 10^{-23} = 20 \cdot 10^{-23} = 2 \cdot 10^{-22} g$ → Cette approximation est très proche de la valeur proposée

E) Faux**QCM 2 : BC**A) Faux : Ils sont qualifiés d'isotones = nombre de neutrons identiqueB) VraiC) VraiD) Faux : Ils sont qualifiés d'isotopes = nombre de protons identique, quant aux isopodes ce sont des crustacésE) Faux**QCM 3 : ABD**A) VraiB) VraiC) Faux : C'est l'interaction forte qui explique l'incompressibilité des noyauxD) VraiE) Faux**QCM 4 : E** $Z=10, N=10$ $\Delta M = 10m_e + 10m_p + 10m_n - M(20,10) = 10m(H) + 10m_n - M(20,10) = 0,0541$ $E_L = 0,0541 \times 931,5 = 50,4 \text{ MeV}$ **QCM 5 : C** $E_L/A = 41 \text{ MeV}$ $E_L = 451 \text{ MeV}$ (environ 931/2) $E_L = \Delta M \times 931,5$ $931/2 = \Delta M \times 931$ $\Delta M = 0,5 = 5m_p + 5m_e + 6m_n - M(11,5)$ $M(11,5) = 5m_p + 5m_e + 6m_n - 0,5 = 10,6 \text{ u}$ (ouais, en fait, c'est con, la masse atomique c'est l'entier le plus proche du nombre de masse... FAIL !)**QCM 6 : C**A) Faux : c'est une réaction de fusion : deux éléments légers s'unissent pour former un élément plus lourdB) FauxC) VraiD) FauxE) Faux**QCM 7 : D** $\Delta M = 235,0439 + 1,00866 - 145,9164 - 84,9177 - 5 \times 1,00866$ $\Delta M = 0,17516$ $E = 0,17516 \times 931,5 = 163 \text{ MeV}$ **QCM 8 : E**A) Faux : ils ont le même numéro atomiqueB) FauxC) Faux : on aboutit à un noyau plus stable donc son énergie de liaison par nucléon est plus élevéeD) Faux : c'est le principe de la fissionE) Vrai

QCM 9 : ABE

- A) Vrai : A ce jour, on considère qu'il n'existe pas de particule plus petites constituant les quarks eux-mêmes
- B) Vrai : L'électron est une particule élémentaire comme tous les « Leptons » (muons, taus, neutrinos)
- C) Faux : Le neutron n'est pas une particule élémentaire car il est lui-même constitué de l'arrangement de deux quark down et d'un quark up sous l'effet de l'interaction forte
- D) Faux : L'atome d'hydrogène est constitué d'un proton et d'un électron. Pris seul l'électron est élémentaire et le proton non car constitués de quarks, de plus l'atome d'hydrogène est un système atomique "composé" donc l'atome d'hydrogène n'est pas une particule élémentaire
- E) Vrai : Il est à l'origine de l'interaction électromagnétique !

QCM 10 : E

- A) Faux : Pas toujours mais souvent
- B) Faux : Pour éviter les répulsions électrostatiques entre les protons de charge positive, on intercale des neutrons Plus on a de protons, plus il faut intercaler de neutrons
- C) Vrai : Le proton et le neutron ont chacun 3 quarks, on a bien un nombre impair de quarks
- D) Faux : Le neutron a une charge nulle, mais il participe bien à la cohésion du noyau pour la raison donnée dans la correction de l'item B. L'attraction quant à elle est due à l'interaction forte
- E) Faux

QCM 11 : A

- A) Vrai
- B) Faux : C'est le nombre de nucléon
- C) Faux : C'est l'énergie de liaison par nucléon
- D) Faux : En MeV
- E) Faux

QCM 12 : ABC

- A) Vrai : En même temps il n'y a qu'un proton... ☺
- B) Vrai : En ordonnée c'est l'énergie de liaison par nucléons en MeV, qui est plus importante pour l'Uranium 238 que pour l'Hélium 4
- C) Vrai : C'est justement le plus haut placé sur la courbe, avec la plus grande énergie de liaison par nucléons parmi les éléments du tableau périodique (près de 8,5 MeV)
- D) Faux : L'énergie de liaison par nucléon de l'Hélium 4 est plus importante que celle du Lithium 6 comme on le voit sur la courbe qui descend de l'Hélium 4 au Lithium 6
- E) Faux

QCM 13 : ABCD

- A) Vrai : Les protons ont la même charge, donc ils se repoussent !
- B) Vrai : La force électrostatique décroît avec la distance, et les neutrons n'étant pas concernés de par leur charge nulle, ceux-ci diminuent la force répulsive existant entre les protons et assurent la cohésion et la stabilité du noyau
- C) Vrai : Sa portée est d'ailleurs très courte
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 14 : B

- A) Faux : La fusion du deutérium et du tritium libère 17,6 MeV face à 176 MeV pour la fission de l'uranium
- B) Vrai : 1 gramme de deutérium et de tritium contient bien plus d'atomes qui vont fusionner qu'un 1g d'uranium. Dès lors, la fission d'1g uranium équivaut à l'énergie libérée par 2 tonnes de pétrole tandis que la fusion correspond à l'équivalent de l'énergie libérée par 12 tonnes de pétrole
- C) Faux : Le Fer est l'élément le plus stable et présente l'énergie de liaisons entre les nucléons la plus importante du tableau périodique des éléments, donc toute réaction de fusion serait forcément endothermique (il faudra apporter de l'énergie pour la réaction plus qu'elle n'en rapporte) et la fission est impossible car l'élément est trop léger
- D) Faux : Au contraire, on a simplement émission d'hélium qui est un gaz noble ne faisant AUCUNE réaction chimique, non inflammable et des neutrons qui emportent de l'énergie (*mais qui restent potentiellement toxiques pour les organismes vivants, ils doivent donc être arrêtés, c'est un des enjeux de la recherche et de la sécurité des futurs réacteurs de fusion nucléaire*)
- E) Faux

QCM 15 : ABC

- A) Vrai
- B) Vrai : Un défaut de masse important signifie que de la masse a été convertie en énergie afin d'assurer la liaison entre les nucléons
- C) Vrai
- D) Faux : le maximum qu'on puisse atteindre est de 8.5 MeV
- E) Faux

5. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Transformations radioactives

2014 – 2015 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : Le radium $^{226}_{88}\text{Ra}$ se transforme en radon $^{222}_{86}\text{Rn}$. Donnez les vraies :

Données : $M(226,88) = 226,025 \text{ u}$; $M(222,86) = 222,016$

- A) Cette transformation est une désintégration isobarique
- B) L'énergie libérée est de 3734,4 MeV
- C) Cette transformation présente un spectre de raie avec une raie à environ 6 MeV
- D) La particule émise forme un pic de Bragg à la fin de son parcours
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM 2 : Le Thallium $^{201}_{81}\text{Tl}$ se désintègre en Mercure $^{201}_{80}\text{Hg}$. Donnez les vraies :

Données : $M(201,81) = 200,971 \text{ u}$; $M(201,80) = 200,970 \text{ u}$; $|W_K|_{\text{thallium}} = 340 \text{ eV}$

- A) Cette transformation est une transformation β^+
- B) Cette transformation produit un neutrino
- C) L'énergie libérée est $E_d = 931,5 \text{ keV}$
- D) L'énergie emportée par la particule émise est 931,16 eV
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM 3 : Soit la désintégration du Thorium $^{232}_{90}\text{Th}$ en Protactinium $^{232}_{91}\text{Pa}$. Donnez les vraies :

Données : $M(232,90) = 232,038$ et $M(232,91) = 232,036$

- A) Cette transformation est une désintégration β^-
- B) L'énergie maximale de la particule libérée est de 838 keV
- C) La particule libérée disparaît rapidement par annihilation
- D) Le spectre de la transformation est un spectre continu
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 4 : L'Uranium $^{238}_{92}\text{U}$ se transforme en Thorium $^{234}_{90}\text{Th}$. Donnez les propositions justes :

- A) Cette désintégration émet un atome d'Hélium : c'est une désintégration alpha
- B) Le spectre de la transformation est un spectre de raie
- C) La particule émise peut être arrêtée par une feuille de papier
- D) La particule émise a un parcours non rectiligne dans la matière
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 5 : Le potassium-40 $^{40}_{19}\text{K}$ se désintègre en Argon-40 $^{40}_{18}\text{Ar}^*$.

Données : $M(40,19) = 39,9639$; $M(40,18)^* = 39,9629$; $M(40,18) = 39,9480$; énergie de liaison du potassium : $|W_K| = 65,8 \text{ eV}$

- A) Cette réaction est une désintégration β^+
- B) Cette réaction est une conversion interne
- C) Cette réaction peut être suivie d'une désintégration gamma
- D) Cette réaction aboutit à un spectre nucléaire de raie
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 6 : Le potassium-40 $^{40}_{19}\text{K}$ se désintègre en calcium-40 $^{40}_{20}\text{Ca}$.

Données : $M(40,19) = 39,9639$; $M(40,20) = 39,9625$

- A) Cette réaction est une désintégration β^-
- B) Cette réaction est une transformation isobarique
- C) La particule formée a une énergie maximale de 1,3041 MeV
- D) Cette réaction aboutit à un spectre continu
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 7 : Soit la désintégration alpha de l'uranium-238 $^{238}_{92}\text{U}$. Quel est le noyau fils formé ?

- A) $^{234}_{92}\text{U}$
- B) $^{234}_{91}\text{Pa}$
- C) $^{234}_{90}\text{Th}$
- D) $^{238}_{89}\text{Ac}$

- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 8 : A propos de l'annihilation :

- A) C'est la réaction entre une particule et son antiparticule
- B) Une particule β^+ s'annihilera avec un électron de l'environnement une fois seulement que son énergie cinétique sera épuisée après les différents rebonds
- C) Les photons issues d'une annihilation électron-positron sont émis systématiquement suivant un angle de 180° .
- D) Lors de ce phénomène l'équivalence masse-énergie est conservée
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 9 : A propos des photons gamma (γ) :

- A) Ils proviennent toujours du noyau
- B) Ils sont plus énergétiques que les rayons UV
- C) Ils sont considérés comme ionisants
- D) Ils sont plus rapides que les rayons IR dans le vide
- E) Aucune des réponses n'est correcte

Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Transformations radioactives

2014 – 2015

QCM 1 : CD

A) Faux : le nombre de masse A n'est pas conservé

B) Faux : $\Delta M = M(226,88) - M(222,86) - M(4,2) = 226,025 - 222,016 - 4,0026 = 0,0064$

$E_d = 0,0064 \times 931,5 = 5,9616 \approx 6 \text{ MeV}$

C) Vrai

D) Vrai : c'est une caractéristique de la particule alpha

E) Faux

QCM 2 : BC

A) Faux : $\Delta M = M(201,81) - M(201,80) = 200,971 - 200,970 = 0,001 \text{ u}$

$E_d = 0,001 \times 931,5 = 0,9315 \text{ MeV} < 1,022 \rightarrow$ le seuil n'est pas respecté, c'est une **capture électronique**

B) Vrai

C) Vrai : $0,9315 \text{ MeV} = 931,5 \text{ keV}$

D) Faux : capture de l'électron de la couche K qui absorbe E_d et part avec une **énergie cinétique** :

$T = E_d - |W_K| = 931,5 - 0,34 = 931,16 \text{ keV}$

E) Faux

QCM 3 : AD

A) Vrai

B) Faux : on calcule le défaut de masse : $\Delta M = \Delta M(232,90) - \Delta M(232,91) = 232,038 - 232,036 = 0,002$

On déduit l'énergie libérée : $E_d = \Delta M \times 931,5 = 1,863 \text{ MeV}$

C) Faux : varie pour la particule β^+

D) Vrai

E) Faux

QCM 4 : BC

A) Faux : cette désintégration est bien une désintégration alpha et elle émet un **noyau** d'hélium. Je vous avais prévenu ... ☺

B) Vrai : c'est le spectre de la désintégration alpha

C) Vrai

D) Faux : elle a justement un parcours rectiligne !

E) Faux

QCM 5 : C

On calcule le défaut de masse de la réaction $\Delta M = M(40,19) - M(40,18)^* = 39,9639 - 39,9629 = 0,001$ et on déduit l'énergie libérée par la réaction $E_d = 0,001 \times 931,5 = 0,9315 \text{ MeV}$

A) Faux : $E_d < 1,022 \text{ MeV}$, le seuil n'est pas franchi \rightarrow pas de β^+ possible, c'est une **capture électronique**

B) Faux : cf item A

C) Vrai : L'atome d'Argon formé est excité, il peut donc revenir à un état stable par désintégration gamma

D) Faux : La capture électronique aboutit bien à un spectre de raie mais c'est un spectre d'origine **atomique** !

E) Faux

QCM 6 : ABCD

A) Vrai

B) Vrai : Le nombre de masse A ne change pas

C) Vrai : On calcule le défaut de masse $\Delta M = M(40,19) - M(40,20) = 39,9639 - 39,9625 = 0,0014$ puis l'énergie libérée

$E_d = 0,0014 \times 931,5 = 1,3041$

D) Vrai

E) Faux

QCM 7 : C

Réaction de désintégration alpha : ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_{90}^{234}\text{Th} + {}_2^4\text{He}^{2+}$

QCM 8 : ABCDA) VraiB) Vrai : Sachant qu'une particule β^+ = positron = antiélectronC) VraiD) Vrai : La collision provoque la disparition de toute masse au profit d'une énergie équivalente. En ce qui concerne l'annihilation électron-positron, l'énergie est émise ici sous forme de 2 photons de 0,511 MeV, chacun transportant la masse au repos d'un électron en termes d'équivalence masse-énergieE) Faux**QCM 9 : BC**A) Faux : Ils peuvent être aussi produit lors de l'annihilation électron-positron en dehors de toute interaction avec le noyauB) VraiC) VraiD) Faux : Les rayonnements électromagnétique se propagent dans le vide à la même vitesse indépendamment de leur longueur d'ondeE) Faux

6. BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Lois cinétiques

2014 – 2015 (Pr. Darcourt)

QCM1 : Sur les conseils avisés de ses amis en P1, Denis a fait un petit tour à Tchernobyl durant les vacances et a inhalé de l'iode 131 (radioactif). Sachant que l'iode 131 présente une période biologique de 30 jours et radioactive de 8 jours, en déduire la période effective de contamination (en jour).

- A) 0,16 B) 6,3 C) 22 D) 38 E) 240

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

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

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

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

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

QCM 4 : Un flacon d'iode-131 a une activité de 128 mCi à l'instant $t=0$, quelle est approximativement son activité au bout de 48 j ? On donne $T=8j$

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

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

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

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

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

QCM 7 : A propos de la période radioactive T :

- A) C'est le temps au bout duquel la moitié des noyaux s'est transformée
B) On considère qu'il n'y a plus de noyaux radioactifs après 10 périodes
C) $T = \ln(2) / \lambda$.
D) On parlera de période effective si on prend en compte la période radioactive et la période biologique du produit radioactif injecté pour des besoins diagnostics
E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 8 : Concernant la radioactivité :

- A) Les lois cinétiques de la radioactivité concernent toutes les transformations radioactives (β^+ , β^- , α , γ ...)
B) La radioactivité est un phénomène aléatoire
C) La constante radioactive λ est la probabilité pour qu'un noyau radioactif se transforme par unité de temps en (s^{-1})
D) λ correspond au temps au bout duquel 63% des noyaux se sont transformés
E) Aucune des réponses n'est correcte

Correction : BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS – Radioactivité, Lois cinétiques**2014 – 2015****QCM 1 : B**

$$\frac{1}{T_{\text{eff}}} = \frac{1}{T_{\text{biol}}} + \frac{1}{T_{\text{radio}}} \text{ donc } \frac{1}{T_{\text{eff}}} = \frac{1}{30} + \frac{1}{8} \cong 0,16 \text{ d'où en inversant : } T_{\text{eff}} = \frac{1}{0,16} \cong 6,3 \text{ jours.}$$

QCM 2 : D

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

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

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

QCM 3 : A

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

En tenant compte des approximations, on en déduit que $T = 13 \text{ s}$

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

QCM 4 : ACD

On étudie la situation à $t = 48 \text{ h}$ càd $t = 6T$

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

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

QCM 5 : A

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

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

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

QCM 6 : B

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

B) Vrai : En effet, la période du rubidium 81 est très supérieure à celle du krypton 81m, on est en équilibre séculaire.

Ainsi, l'activité du fils (krypton 81m) est égale à celle du père (rubidium 81) à l'équilibre, ce qui fait qu'après $9 \text{ h} \approx 2 * 4,6 \text{ h}$, l'activité du Krypton est divisée par $2^2 = 4$, ce qui correspond à une décroissance aux trois-quarts

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

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

E) Faux

QCM 7 : ABCD

A) Vrai

B) Vrai : Il reste toutefois 1% des noyaux mais on considère que 10 périodes sont suffisantes

C) Vrai

D) Vrai : C'est le finalement le temps que mettent les atomes radioactifs à être éliminé du corps tout en subissant une désintégration spontanée, donc leur demi-vie au sein d'un organisme biologique

E) Faux

QCM 8 : ABCD

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

2014 – 2015 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : A propos de la dosimétrie :

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

QCM 2 : A propos du transfert d'énergie linéique :

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

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

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

QCM 4 : Pour se protéger lors d'une radioscopie, un radiologue revêt des gants d'épaisseur 0,9mm (CDA = 0,3mm). Sans gants, il est exposé à une dose de 80 mGy. Avec ses gants, la dose délivrée est :

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

QCM 5 : A propos des grandeurs de radioprotection :

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

QCM 6 : On considère une irradiation des testicules (facteur de sensibilité $W_t=0,20$) par des rayonnements gamma (facteur de pondération $W_r=1$). La dose absorbée par les pauvres testicules est de 20 mGy. Donnez les affirmations justes :

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

QCM 7 : On veut estimer l'irradiation d'un sujet soumis à une inhalation accidentelle d'un radio-isotope source de rayonnement β^- très énergétique). La dose absorbée par les poumons est de 0,8 Gy.

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

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

QCM 8 : A propos des effets moléculaires des rayonnements :

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

QCM 9 : A propos des effets des rayonnements ionisants :

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

QCM 10 : A propos des effets des rayonnements ionisants :

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

QCM 11 : A propos des grandeurs et unités en dosimétrie.

- A) La dose absorbée D est exprimée en gray (Gy)
- B) La dose équivalente H est au produit de la dose absorbée D multipliée par un facteur de dangerosité W_r C) dépendant du rayonnement (gamma, bêta, alpha...)
- C) La dose efficace E fait intervenir la sensibilité du tissu qui absorbe le rayonnement
- D) H et E sont exprimés en sieverts (Sv)
- E) Aucune des réponses n'est correcte

QCM 12 : A propos de l'exposition aux rayonnements ionisants :

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

QCM 13 : A propos de l'exposition aux rayonnements ionisants :

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

QCM 14 : Concernant l'exposition aux sources radioactives en France :

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

QCM 15 : Connaître le parcours dans la matière des différentes particules est essentiel pour concevoir au mieux une protection adéquate contre des rayonnements potentiellement nocifs pour les êtres vivants. Quelle(s) proposition(s) classe(nt) correctement la pénétrance de telles particules ?

- A) Rayons α > Rayons β^+ > Neutrons
- B) Protons > Neutrons > Rayons β^-
- C) Rayons β^- > Rayons β^+ > Rayons α
- D) Rayons γ > Rayons β^- > Rayons β^+
- E) Aucune des réponses n'est correcte

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

2014 – 2015

QCM 1 : E

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

QCM 2 : CD

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

QCM3 : C

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

QCM4 : C

CDA=0,3 mm
 $e=3 \text{ CDA}$

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

QCM 5 : CD

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

QCM 6 : B

- A) Faux : Dose équivalente H (sv)= $D \text{ (Gy)} \times W_r = 20 \cdot 10^{-3} \times 1 = 20 \text{ mSv}$
 B) Vrai : Dose efficace E (sv)= $H \times W_t = 20 \cdot 10^{-3} \times 0,20 = 4 \text{ mSv}$
 C) Faux : A partir de $D=1 \text{ Gy}$ apparaissent des effets déterministes= obligatoires
 D) Faux : Au dessus de 100 mSv apparaissent des effets stochastiques aléatoires
 E) Faux

QCM 7 : ACD

- A) Vrai : Dose équivalente H (sv)= $D \text{ (Gy)} \times W_r = 0,8 \times 10 = 8 \text{ Sv}$
 B) Faux : Dose efficace E (sv)= $H \times W_t = 8 \times 0,12 = 0,88 \text{ Sv} = 880 \text{ mSv}$
 C) Vrai
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 8 : BCD

- A) Faux : radiolyse de l'eau : $\text{H}_2\text{O} + \text{RI} \rightarrow \text{HO}\cdot + \text{e}^- + \text{H}^+$
 B) Vrai
 C) Vrai : les produits de la radiolyse de l'eau s'unissent à l'oxygène pour se transformer en radicaux libre de plus longue durée de vie par effet oxygène
 D) Vrai : l'effet oxygène potentialise l'effet des rayonnements ionisants : si la tumeur est oxygénée, possibilité d'effet oxygène : création de radicaux libres de longue durée de vie à l'origine de la destruction de la tumeur
 E) Faux

QCM 9 : ABCD

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

QCM 10 : E

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

QCM 11 : ABCD**QCM 12 : C**

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

QCM 13 : DE

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

QCM 14 : ABCD

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

QCM 15 : CD

- A) Faux : Les rayons α ou noyaux d'hélium comportent deux charges positives, ils sont très vite arrêtés par la matière et se propagent donc sur une courte distance. Idem pour les rayons β^+ ou positrons par la présence d'une charge positive. Les neutrons eux, par leur charge nulle, sont très pénétrants et ne sont pas arrêtés mais atténués.
B) Faux : Les protons par leur charge positive sont très vite arrêtés par la matière et sont moins pénétrants que les neutrons
C) Vrai : Les rayons β^- sont plus pénétrant que les rayons β^+ chargés qui sont encore plus pénétrant que les rayons α davantage chargés et du coup très vite arrêtés. *Il suffit d'une feuille de journal pour arrêter des rayons α !*
D) Vrai : Les photons γ sont très pénétrant car non chargés. *Ils ne sont qu'atténués par une épaisseur de béton !* Ils sont plus pénétrants que les rayons β^- qui sont eux-mêmes plus pénétrant que les rayons β^+ lesquels s'annihilent rapidement en parcourant la matière.
E) Faux

8. Résonance magnétique nucléaire (RMN)

2014 – 2015 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : Parmi ces noyaux, lesquels ont un moment magnétique nul :

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

QCM 2 : A propos de la RMN :

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

QCM 3 : A propos de la RMN :

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

QCM 4 : A propos de la RMN :

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

QCM 5 : A propos de la RMN :

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

QCM 6 : Dans un appareil à IRM, on applique un champ magnétique principal de 2T. Quelle est la fréquence de précession des protons ?

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

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

QCM 7 : Dans un appareil à IRM, on mesure une fréquence de résonance de 21,3 MHz. En sachant que la fréquence de résonance du proton placé dans un champ magnétique de 1T est de 42,5 MHz, que vaut le champ magnétique appliqué :

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

Correction : Résonance magnétique nucléaire (RMN)

2014 – 2015

QCM 1 : AB*Rappel de cours :*Z et N pairs : $I=0$ Z et N impairs : $I=k$ Z ou N impairs : $I=k/2$ A) Vrai : $^{12}_6\text{C}$: Z=6, N=6 donc $I=0$ B) Vrai : $^{16}_8\text{O}$: Z=8, N=8 donc $I=0$ C) Faux : $^{31}_{15}\text{P}$: Z=15, N=16 donc $I=k/2$ D) Faux : ^1_1H : Z=1, N=0 donc $I=1/2$ E) Faux**QCM 2 : BC**A) Faux : le champ B0 responsable de la précession des protons n'est pas tournant, c'est le champ B1 responsable de la résonance qui est tournantB) VraiC) VraiD) Faux : les protons précessent dans le sens parallèle (up) ou anti-parallèle (down). Le sens parallèle équivaut à un niveau d'énergie plus faible que le sens anti-parallèle donc nous aurons davantage de protons dans le sens parallèle (5 sur 1 million). Ce déséquilibre de répartition empêche que tous les spins s'annulent (=se compensent) et permet alors l'apparition d'une aimantation macroscopique que l'on va vouloir mesurer pour créer des imagesE) Faux**QCM 3 : BC**A) Faux : Lors de la résonance on cherche à faire basculer le moment magnétique macroscopique M (qui décrit lors de sa bascule un arc de cercle= demi-sphère). Le déplacer nous permettra de le mesurer lors de la phase de relaxation (=retour à l'état d'équilibre)B) VraiC) Vrai : soit on applique un champ magnétique B1 soit on applique une onde radio-fréquenceD) Faux : Ils se répartissent équitablement sur les deux niveaux d'énergieE) Faux**QCM 4 : B**A) Faux : la relaxation c'est quand on arrête l'impulsion radio-fréquence (ou champ B1) responsable de la résonance des protonsB) VraiC) Faux : c'est le temps de recroissance en zD) Faux : c'est le temps de disparition de la composante xzE) Faux : $T_1 \gg T_2$ d'où la forme en pavillon de trompette**QCM 5 : E**A) Faux : champ terrestre= 10^{-6} TB) Faux : au bout d'un temps T1, l'aimantation longitudinale a atteint 0,63 fois sa valeur finale (attention, c'est bien la valeur FINALE vu qu'elle croît, sa valeur initiale est nulle)C) Faux : au bout d'un temps T2, l'aimantation transversale a atteint 0,37 fois sa valeur initiale (puisque'elle décroît)D) Faux : rien à voir, elle est choisie en fonction du champ magnétique B0 surtoutE) Vrai**QCM 6 : CD**

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

QCM 7 : AOn a la moitié de 42,5MHz, donc la moitié de $1T = 0,5$ T

9. Imagerie par résonance magnétique (IRM)

2014 – 2015 (Pr. Darcourt)

QCM 1 : On considère deux tissus A et B ayant la même densité de protons, on donne :

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

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

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

QCM 2 : On considère les paramètres suivants :

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

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

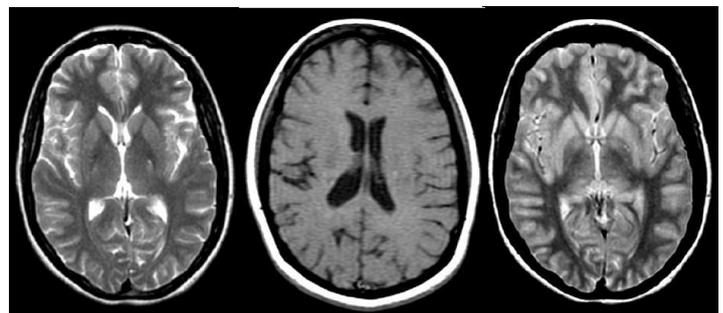
QCM 3 : Quel couple de TE/TR permet d'obtenir un contraste entre ces deux tissus :

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

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

QCM 4 : A partir des paramètres d'acquisition IRM qui sont le temps d'écho (TE) et le temps de répétition (TR), déterminez la pondération des images suivantes (respectivement 1, 2 et 3) :

- A) L'image 1 est pondérée en T1 et l'image 2 est pondérée en p
- B) L'image 1 est pondérée en T1 et l'image 3 est pondérée en T2
- C) L'image 2 est pondérée en T2 et l'image 3 est pondérée en p
- D) L'image 2 est pondérée en T2 et l'image 3 est pondérée en T1
- E) Aucune des réponses n'est correcte



TR 5000
TE 103

TR 580
TE 10

TR 5000
TE 10

Correction : Imagerie par résonance magnétique (IRM)

2014 – 2015

QCM 1 : D

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

QCM 2 : E

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

QCM 3 : B

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

QCM 4 : E