

TUTORAT UE 3-a 2014-2015 – Biophysique

Séance n°4 – Semaine du 06/10/2014

Rayonnement – Radioactivité 1

Pr. Mariano-Goulart

Séance préparée par Fanny VINCENT et Jalal NADIM (ATM²)

Données :

Constante de Planck	$h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$
Célérité de la lumière dans le vide	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
Charge élémentaire	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Masse du proton	$m_p = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Masse du neutron	$m_n = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Masse de l'électron	$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Unité de masse atomique	$\text{u.m.a.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Nombre d'Avogadro	$N = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Curie	$1 \text{ mCi} = 37 \text{ MBq}$

Un atome de symbole chimique X, de numéro atomique Z et de nombre de masse A sera noté ${}^A_Z\text{X}$.

QCM n°1 : Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. L'interaction électromagnétique a pour cible toutes les particules, chargées et non chargées.
- B. Si deux noyaux isotones ont la même charge, alors ce sont des isobares.
- C. Les fermions regroupent les quarks et les leptons qui correspondent respectivement aux électrons et aux hadrons.
- D. La gravitation est une interaction qui s'applique à tous les éléments qui possèdent une masse.
- E. L'interaction forte a une portée plus importante que l'interaction faible.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°2 : Un ion hydrogénéoïde possède une énergie d'ionisation lorsqu'il est sur la couche M de 74 eV. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. L'ion possède 7 protons et 1 électron.
- B. A l'état fondamental, l'énergie d'ionisation de l'électron est de -666,4 eV.
- C. Une radiation de photons d'énergie $2,7 \cdot 10^{-17} \text{ J}$ peut ioniser un électron de la couche L de l'ion.
- D. Si l'électron passe de la couche M à la couche L, il émet un photon de longueur d'onde $\lambda = 13,4 \text{ nm}$.
- E. Cet ion peut absorber une radiation de fréquence $\nu = 1,61 \cdot 10^{17} \text{ Hz}$ lorsque l'électron est sur la couche K de l'ion.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°3 : A propos du freinage d'électrons, choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. Lors de son interaction avec les électrons de la cible, l'électron est freiné par interaction électrostatique.
- B. L'énergie rayonnée est proportionnelle à la masse de la particule freinée.
- C. L'énergie peut être fournie à un ou plusieurs photons, c'est pourquoi le spectre de rayonnement est continu.
- D. Les phénomènes d'ionisation dus au freinage électronique sont visibles sur le spectre de rayonnement.
- E. Le photon étant d'origine électronique, on le qualifie de photon X.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°4 : Un tube à rayon X accélère les électrons vers une cible constituée d'un atome de Tungstène, dont les énergies de liaison (en valeur absolue) sont de: $E_K = 69 \text{ keV}$; $E_L = 11 \text{ keV}$; $E_M = 2 \text{ keV}$. La quantité de mouvement maximale acquise par les électrons est de $8,19 \cdot 10^{-23} \text{ kg.m.s}^{-1}$. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. Le tube à rayon X utilise l'effet Auger.
- B. L'énergie cinétique des électrons est de 70 keV.
- C. La longueur d'onde maximale des photons X de freinage émis est de 53,8 pm.
- D. Des raies d'énergie 67 keV, 58 keV et 9 keV seront rajoutée au spectre continu de rayonnement.
- E. L'énergie dégagée par le freinage des électrons est uniquement sous forme de rayonnement électromagnétique.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°5 : A propos des réarrangements électroniques, choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. La conversion interne se résume à une fluorescence qui entraîne l'ionisation d'un électron plus périphérique, qui va ensuite se réincorporer au nuage électronique et émettre un photon de fluorescence.
- B. La création de paire correspond à l'annihilation d'un électron et d'un positon, entraînant l'apparition de deux photons gamma.
- C. L'effet Auger implique un phénomène de désexcitation nucléaire.
- D. Lors d'un phénomène de conversion interne, le photon qui pourra être capté par un appareil de mesure est un photon γ .
- E. Dans le cadre d'une conversion interne, d'un effet Auger, ou d'un freinage d'électrons, on obtient un spectre discret de fluorescence où la hauteur des pics est proportionnelle à la composition massique de l'échantillon.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°6 : Soit la désintégration $^{210}\text{Rn} \rightarrow ^{206}\text{Po} + ^4_2\text{He}$. On donne les masses atomiques suivantes : $M(\text{Rn}) = 209,9897 \text{ uma}$; $M(\text{Po}) = 205,9805 \text{ uma}$; $M(\text{He}) = 4,0026 \text{ uma}$. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. L'énergie de recul acquise par l'atome de Po est de 6,031 MeV.
- B. Lors de cette réaction, l'atome de Po acquiert une vitesse de 341 km.s^{-1} environ.
- C. Cette réaction peut être utilisée dans le cadre d'une radiothérapie superficielle.
- D. Il s'agit d'une transformation qui concerne les noyaux lourds.
- E. Le spectre d'énergie de la particule α lors de cette réaction ne comprend qu'une raie.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°7 : On considère un atome de Sodium $_{11}\text{Na}$ dont la constante d'écran sur la couche L est de 4,2 et celle sur la couche M est de 7,8. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. L'énergie d'ionisation est plus importante sur la couche K que sur la couche L.
- B. Le passage d'un électron de la couche M à la couche L s'accompagne de l'émission d'un photon de longueur d'onde égale à 8,75 Å.
- C. L'énergie de liaison de la couche M est de -15,47 eV.
- D. Une onde de quantité de mouvement égale à $8,34 \cdot 10^{-26} \text{ kg.m.s}^{-1}$ peut ioniser un électron de la couche L.
- E. Une onde de fréquence égale à $3,74 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ peut ioniser un électron situé sur la couche M de l'atome.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°8 : Pour le traitement de son hypothyroïdie, Alice doit recevoir une activité de 128 mCi d'iode 131 radioactif. Ce dernier possède un temps de vie moyen de 11,54 jours. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. La probabilité de désintégration de l'iode radioactif est de $0,06 \text{ j}^{-1}$.
- B. Le nombre de noyaux à injecter est de $4,72 \cdot 10^9$ noyaux.
- C. L'activité sera divisée par 4 au bout de 23 heures.
- D. La masse d'iode radioactif injectée est approximativement de 1 µg.
- E. L'iode radioactif agit sur Alice pour soigner son hypothyroïdie par désintégration β^+ .
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°9 : On considère un flacon de 80 µg de Polonium ^{210}Po dont la probabilité de désintégration est de $5,73 \cdot 10^{-8} \text{ s}^{-1}$. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. Le temps de vie moyen est de 3360 h.
- B. Le temps de demi-vie est de 202 j.
- C. L'activité initiale est de $1,31 \cdot 10^{10} \text{ MBq}$.
- D. Au bout de 145 jours, l'activité sera de 1,73 mCi.
- E. L'activité correspond au nombre de désintégrations au sein d'un échantillon.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°10 : Le Molybdène se désintègre en Technétium métastable 99 qui se désintègre lui-même en Technétium. Leur temps de demi-vie est respectivement de 66h et de 6h. A 6h, l'activité initiale d'une dose de Molybdène est de 164 MBq et l'activité initiale pour le Technétium est de 69 MBq. Pour faire une scintigraphie, la masse de Technétium nécessaire vaut 1ng. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

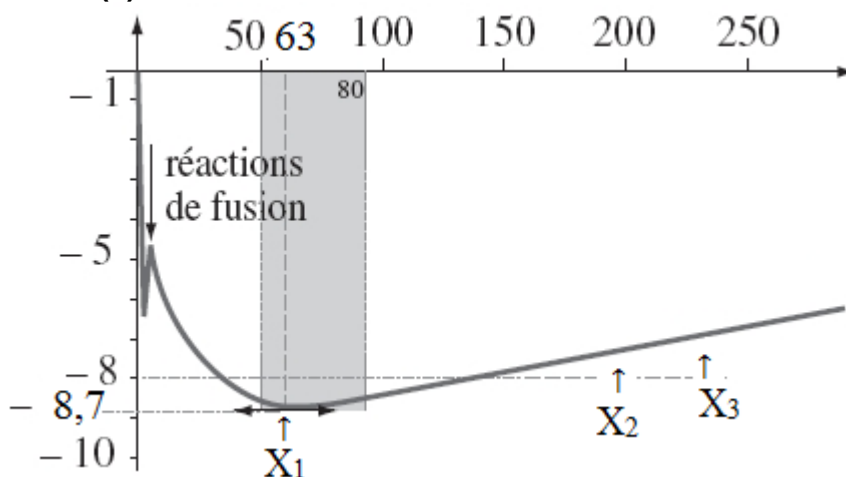
- A. Le temps de vie moyen pour le Molybdène et le Technétium est respectivement de 95,22h et de 8,66h.
- B. A 14h, le nombre de noyaux de Technétium est égal à $8,5 \cdot 10^5$.
- C. Deux heures plus tard, l'activité de Molybdène est de 4,34 Ci.
- D. Si Clara a besoin d'une scintigraphie à 18h, la masse de technétium sera suffisante.
- E. Au bout de 8,25 jours, l'activité du Molybdène sera divisée par 6.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°11 : On considère la réaction nucléaire suivante ${}^{53}_{26}\text{Fe} + {}^0_{-1}\text{e}^{-\text{K}} \rightarrow {}^{55}_{25}\text{Mn} + {}^0_0\bar{\nu}$.

Dans leur état fondamental, l'énergie d'ionisation d'un électron sur la couche K du Fe est de 7,1 keV tandis que les énergies d'ionisation d'un électron sur la couche K et L du Mn sont respectivement de 6,5 et 0,7 keV. La masse atomique du Mn est de 54,938047 u et l'énergie disponible de cette réaction est de 224,8435 keV. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. Cette réaction est en concurrence avec la radioactivité β^+ , car elle aboutit aussi à la transformation d'un proton en neutron.
- B. L'atome de Fe possède une masse atomique de 54,938288 u.
- C. Cette réaction peut entraîner l'altération de protéines environnantes.
- D. Un photon γ caractéristique de l'atome de Mn, et d'énergie $E = 5,8$ keV pourra être émis.
- E. Cette réaction peut entraîner l'ionisation d'un électron périphérique de l'atome de Mn.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°12 : Concernant la courbe d'Aston ci-dessous, choisir la ou les proposition(s) exacte(s).



- A. En abscisse, on a l'énergie de liaison par nucléon et en ordonnée, le nombre de nucléons.
- B. X_2 va évoluer en X_3 par fission nucléaire.
- C. X_1 possède un défaut de masse $\Delta m = 6,09 \cdot 10^{-9}$ kg.
- D. X_1 est l'atome dont le noyau est le plus stable.
- E. Plus un noyau possède une E_l forte, plus il est stable.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°13: Lors d'une scintigraphie de coïncidence, le radiologue réalise deux images. L'une est réalisée avec un taux de comptage moyen \bar{c}_1 de 24 $\text{cm} \cdot \text{min}^{-1}$ (Image n°1) et l'autre, avec un taux de comptage moyen \bar{c}_2 de 48 $\text{cm} \cdot \text{min}^{-1}$ (Image n°2). Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. Le rapport signal sur bruit est deux fois meilleur pour la deuxième image que pour la première.
- B. Entre la première et la deuxième image, le rapport signal sur bruit est amélioré de 41%.
- C. On souhaite améliorer l'acquisition de l'image n°2 de 36%. Ainsi, la nouvelle vitesse de balayage est de 88,78 $\text{cm} \cdot \text{min}^{-1}$.
- D. La vitesse de balayage augmente proportionnellement au rapport signal sur bruit.
- E. Si on double le signal, le taux de comptage moyen est alors multiplié par $\sqrt{2}$.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.