

TUTORAT UE 3 2012-2013 - Physique

CORRECTION Séance n°4

Radioactivité 1

Mr Mariano

Séance préparée par Arnaud RIFF et Lucas FURNON (ATM²)

QCM n°1 : B, C, D, E

- A. Faux. Définition d'un rayonnement ionisant → dont l'énergie est supérieure à 13,6 eV. Or les rayonnements infrarouges ont des énergies trop basses (comme pour le visible, microondes, hertzienne...).
- B. **Vrai.** $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. Donc : $2,5 \cdot 10^{-18} \text{ J} = 15,6 \text{ eV} > 13,6 \text{ eV}$
- C. **Vrai.** Un rayonnement est dit ionisant si $\lambda \leq 91 \text{ nm}$ (ce qui correspond à une énergie de 13,6 eV).
 $91 \cdot 10^{-10} \text{ m} = 91 \cdot 10^{-10} \cdot 10^9 \text{ nm} = 9,1 \text{ nm} \leq 91 \text{ nm}$.
- D. **Vrai.** $E = h\nu = 6,62 \times 10^{-34} \cdot 4 \cdot 10^{15} = 2,648 \cdot 10^{-18} \text{ J} = 16,55 \text{ eV}$
- E. **Vrai.** $30 \text{ eV} > 13,6 \text{ eV}$. Attention au 32 eV donné en cours qui correspond à une MOYENNE et qui est de plus une application plus pratique. La Rayonnement est dit ionisant ou non en fonction de ce 13,6, ceci est une définition (plus théorique).

QCM n°2 : A, B, C, D, E

- A. **Vrai:** Lors de l'effet Auger deux photons de fluorescence rentrent en jeu, seul le second peut être observé. En effet l'énergie du premier est utilisée pour ioniser (ou simplement exciter) un électron qui, après avoir perdu son énergie cinétique et réintégrer une couche électronique, émettra le second photon.
- B. **Vrai:** La conversion interne met en jeu un seul photon de fluorescence qui peut être enregistré. Il provient du retour dans un état plus stable d'un électron auparavant excité par un rayon γ (émis par le noyau) qui lui ne peut être observé.
- C. **Vrai:** Dans ce cas on obtient un rayonnement X de freinage. Un faisceau d'électrons incident, auparavant accéléré sous une forte ddp, rencontre les atomes de la cible, les électrons sont alors déviés et ralentis par interaction avec les noyaux de celle-ci. La perte d'énergie se fait sous deux formes : chaleur + production de Rayons X de freinage.
- D. **Vrai:** La capture électronique correspond à la capture d'un électron par le noyau. Dans certains cas, la case quantique vide est alors comblée par un électron venant d'une couche plus externe → observation d'un photon X de fluorescence. Ce phénomène ne fait pas parti à proprement parlé de la capture électronique, il est cependant induit par celle-ci.
- E. **Vrai :** La création de paires correspond à la matérialisation d'un photon γ en un électron et son anti particules. Il peut ainsi y avoir une ionisation provoquée par ces particules et donc un rayonnement X de fluorescence.

QCM n°3 : A, C

- A. **Vrai.** Ces rayons X sont envoyés sur le patient et sont plus ou moins captés par l'appareil après avoir traversé l'organisme.
- B. Faux. Ils interagissent à distance avec les noyaux de la cible, étant de charge opposée à l'électron. Logiquement : plus le faisceau d'électrons passe proche de l'atome et donc proche du noyau, plus il est dévié, plus il va perdre de l'énergie potentiellement transformée en rayon X (ou chaleur).
- C. **Vrai.** Chaleur ou rayon X.
- D. Faux. Le freinage est plus important avec des particules légères (comme l'électron).

- E. Faux. On observe un spectre continu : les rayons X peuvent prendre toutes les énergies possibles entre 0 et l'énergie maximale (correspondant à l'énergie cinétique des électrons).
 En effet : le faisceau d'électron peut être plus ou moins freiné, la perte d'énergie peut être plus ou moins en faveur des rayons X (par rapport à la chaleur), l'énergie peut être transmise à un ou plusieurs photons.
 A ce spectre continu s'ajoute un spectre de raies caractéristique de la cible. Explication : si les photons X ont une énergie trop faible, ils sont absorbés par les atomes (produisant des ionisations d'électrons), on observera alors des photons X de fluorescence qui s'ajoutent au spectre continu.
 Rayonnement de freinage → spectre continu + spectre de raies.

QCM n°4 : A, B, C, D

- A. **Vrai.** 1 uma = 1/12 masse d'un atome de carbone 12.
 La masse d'un $^{12}\text{C} = \frac{12}{N} = \frac{12}{6,02 \cdot 10^{23}} = 1,99 \cdot 10^{-23} \text{ g}$
 $(1/12) \cdot 1,99 \cdot 10^{-23} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.
- B. **Vrai.** 1 uma = 1/12 masse d'un atome de carbone 12 → 12 u = 12 x ($\frac{1}{12}$) masse d'un atome de carbone 12 = masse d'un atome de carbone 12
- C. **Vrai.** 3 u = 3.1,66.10⁻²⁷ = 4,98.10⁻²⁷ kg. E=mc² = 4,98.10⁻²⁷.(3.10⁸)² = 4,5.10⁻¹⁰ J.
- D. **Vrai.** $m = \frac{E}{c^2} = \frac{7 \cdot 10^6}{(3 \cdot 10^8)^2} = 7,8 \cdot 10^{-11} \text{ kg} = 7,8 \cdot 10^{-11} \cdot 10^{12} = 78 \text{ ng}$
- E. Faux: 1u = 931,5 MeV → 2000 MeV = $\frac{2000}{931} = 2,147 \text{ u}$
 $2,147 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} = 3,56 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \rightarrow 3,56 \cdot 10^{-15} \text{ ng}$.

QCM n°5 : A, B, C, D, E

- A. **Vrai.** Z correspond au nombre de charge, en effet il correspond au nombre de protons, qui sont les seules particules chargées du noyau. L'atome étant électriquement neutre, les charges + et - se compensent, il y a donc autant de protons que d'électrons.
- B. **Vrai.** Deux isotones ont le même nombre de neutrons.
- C. **Vrai.** Deux isobares ont le même nombre de masse A, ils diffèrent par leur nombre de p ou n qui ont deux masses très proches. Les deux nucléides ont donc deux masses semblables (proches), il en va donc de même pour les énergies de masse.
- D. **Vrai.** Deux noyaux différents ne peuvent combiner deux statuts parmi les 3 suivants : isotope, isobare, isotone.
- E. **Vrai.** Celui-ci a défini le noyau au sein d'un atome : présence, composition...

QCM n°6 : B, C, E

- A. Faux. Pour effectuer ce transfert l'électron PERD une énergie de 1318,4 eV
 $\Delta E = E_f - E_i$
- B. **Vrai.** Plus les électrons sont sur des couches proches du noyau donc moins énergétique, plus l'atome est stable.
- C. **Vrai.** $E = \frac{1240}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{1240}{E} = \frac{1240}{1318,4} = 0,94 \text{ nm}$
- D. Faux. Énergie d'ionisation = - énergie de l'électron sur la couche n
 $E_M = \frac{-13,6 (Z-\sigma)^2}{n^2} = \frac{-13,6 (17-13,9)^2}{3^2} = - 14,5 \rightarrow \text{Énergie d'ionisation} = 14,5$.
- E. **Vrai.** $E_K = \frac{-13,6 (Z-\sigma)^2}{n^2} = \frac{-13,6 (17-7,1)^2}{1^2} = -1332,936 \text{ eV} \rightarrow \text{Énergie d'ionisation} = 1332,936 \text{ eV} = 1332,936 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 2,13 \cdot 10^{-16} \text{ J}$.

QCM n°7 : A, C, D, E

- A. **Vrai.** La TEP détecte des photons γ envoyés à 180° qui sont émis suite à une annihilation (→ radioactivité bêta+).
- B. Faux. Le technétium donne lieu à une radioactivité γ , utilisé pour faire de la scintigraphie.
- C. **Vrai.**

- D. **Vrai.** On utilise un vecteur dans lequel est placé un noyau radioactif. Ce vecteur va se fixer sur des cellules cibles au sein desquelles va avoir lieu la désintégration radioactive. Les cellules en questions sont alors irradiées.
- E. **Vrai.** L'iode 131 correspond à la fois au vecteur et au traceur (cas particulier).

QCM n°8 : B, D, E

- A. Faux. $E_{\phi} = E_i + E_c \rightarrow E_i = E_{\phi} - E_c = 200 - 97,15 = 102,85 \text{ eV}$
 $E_{\text{couche}} = -E_{\text{ionisation}} = -102,85$
 $\Rightarrow -102,85 = -13,6 \frac{Z^2}{n^2} = -13,6 \frac{11^2}{n^2} \rightarrow n = 4 \rightarrow \text{couche N}$
- B. **Vrai.** Cf a.
- C. Faux. Dans ce cas le photon X est un photon X de fluorescence. En effet ce n'est pas le freinage de l'électron qui va permettre de produire le photon, mais bien sa recapture par un autre atome.
- D. **Vrai.** Energie de la 5eme couche = $-13,6 \frac{11^2}{5^2} = -65,824 \text{ eV} \rightarrow \text{énergie d'ionisation} = 65,824 \text{ eV}$
 Or l'électron de la couche N possède une $E_c = 97,15 \text{ eV} > 65,824 \text{ eV} \rightarrow \text{ionisation possible.}$
 L'électron de la couche 5 est alors ionisé avec une $E_c = 97,15 - 65,824 = 31,326 \text{ eV}$
- E. **Vrai.** Cf d

QCM n°9 : A, C

- A. **Vrai.**
- B. Faux. Le spectre de rayonnement est continu (+raies de fluorescence) lors du freinage d'électrons.
- C. **Vrai.** Le photon de fluorescence non détecté possède une énergie supérieure ou égale car l'électron qui est ionisé est sur une couche périphérique par rapport à l'électron initial qui se dé-excite.
- D. Faux. C'est le noyau qui émet un quantum.
- E. Faux. Les interactions sont électromagnétiques.

QCM n°10 : B, C

- A. Faux. $E = h\nu = 6,62 \times 10^{-34} \times 5 \times 10^{19} = 3,31 \times 10^{-14} \text{ J} = \frac{3,31 \times 10^{-14}}{1,6 \times 10^{-19}} = 206875,5 \text{ eV} = 0,21 \text{ MeV.}$
- B. **Vrai.** $E_d = (M_{Tc}^m - M_{Tc}) \times c^2$ D'où $\Delta M = 0,21/931,5 = 0,000225u.$
- C. **Vrai.** $\Delta M = M_{Tc}^m - M_{Tc} = 0,000225.$ Donc $M_{Tc} = M_{Tc}^m - \Delta M = 98,9062546 - 0,000225 = 98,9060296u.$
- D. Faux. L'application de la désintégration gamma est la scintigraphie d'émission monophotonique. Elle permet d'analyser le fonctionnement des organes.
- E. Faux. Le spectre d'émission du photon est un spectre de raies

QCM n°11 : A

- A. **Vrai.** Tout comme la radioactivité bêta.
- B. Faux. Elle s'accompagne d'une diminution du numéro atomique.
- C. Faux. Elle est en concurrence avec la réaction bêta +
- D. Faux. $E_d = (M_X + M(e^-) - M_Y) \times c^2 - E_i.$ Avec E_i correspond à l'énergie de l'électron sur la couche i.
- E. Faux. Il y a émission d'un photon X ou d'un électron Auger.

QCM n°12 : F

Ici, attention à bien tenir en compte de l'intitulé du qcm, il s'agit d'une désintégration bêta moins.

- A. Faux. L'anti-neutrino a bien une charge nulle, mais son interaction avec la matière est très faible.
- B. Faux. $E_d = (M_X - M_Y) \times c^2$ avec M masse de l'atome. $E_d = 0,005387 \times 931,5 = 5 \text{ MeV.}$ Toutefois, la désintégration est de type bêta moins, c'est un électron qui est émis.
- C. Faux. L'énergie maximale que l'anti-neutrino puisse récupérer est d'environ 5MeV, l'électron n'aurait alors aucune énergie cinétique.
- D. Faux. Un spectre continu est associé à l'électron.
- E. Faux. L'application est la radiothérapie métabolique.

QCM n°13 : F

- A. Faux. La scintigraphie est une application de la radioactivité bêta et gamma

- B. Faux. Plus un détecteur de radioactivité est lent, plus le taux de comptage est élevé. Donc le taux de comptage C_A de l'image A est trois fois plus élevé que celui de l'image B
- C. Faux. $\frac{S}{B} = \sqrt{C}$ Or $C_A = 3 \times C_B$ Donc $\frac{S}{B}(A) = \sqrt{3} \times \frac{S}{B}(B) = 1,73 \times \frac{S}{B}(B)$.
- D. Faux. Cf C). L'image A présente un rapport signal sur bruit 1,73 fois supérieur à celui de l'image B .
- E. Faux. $\frac{S}{B}(B') = \sqrt{C}(B') = 1,82 \times \sqrt{C}(B) = 1,82 \Leftrightarrow C(B') = (1,82)^2 \times C(B) = 3,31C(B)$. Or plus le taux de comptage est élevé, plus la vitesse de balayage du détecteur est faible. Donc la vitesse $v(B) = 3,31 \times v(B')$. $v(B) = 60 \text{ cm/min}$. $v(B') = \frac{60}{3,31} = 18,1 \text{ cm.min}^{-1} = 0,30 \text{ cm.s}^{-1}$.

QCM n°14 : B

- A. Faux. Beta moins.
- B. **Vrai**. Elle est également utilisée comme traitement antalgique de métastases osseuses.
- C. Faux. Le marquage se fait par un isotope bêta moins.
- D. Faux. La TEL d'un électron étant faible, sa portée est élevée : quelques millimètres.
- E. Faux. Il est interne, les molécules sont administrées au patient.