



TUTORAT UE 3A 2015-2016 – Biophysique

Séance n°4 – Semaine du 05/10/2015

Radioactivité 1 Mr MARIANO-GOULART

Séance préparée par Sarah BOCCAND et Julie PERUS (ATM²)

Données :

Champ de pesanteur terrestre :	$g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$
Constante de Planck :	$h = 6,62.10^{-34} \text{ SI}$
Masse de l'électron :	$m_e = 9,1.10^{-31} \text{ kg}$
Charge élémentaire :	$e = 1,6.10^{-19} \text{ C}$
Célérité de la lumière dans le vide :	$c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$
Unité de masse atomique :	$1 \text{ u} = 1,66.10^{-27} \text{ kg}$
Nombre d'Avogadro :	$N_A = 6,022.10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Rayon d'un nucléon :	$r = 1,4 \text{ fm}$

QCM n°1 : On veut administrer un isotope radioactif d'activité 130 MBq à un patient. Pour cela on dispose à un instant $t=0$ d'un échantillon contenant 5.10^{12} noyaux de ce même isotope dont la durée de vie moyenne est de 3 heures. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

Donnée : 1 mCi = 37 MBq

- A. La demi-vie de l'isotope est de 125 minutes.
- B. L'activité initiale de l'échantillon est de 28 GBq.
- C. L'activité initiale de l'échantillon est de 12,5 mCi.
- D. Pour administrer la dose voulue, la préparation doit être effectuée 3 heures et 8 minutes avant administration.
- E. Le nombre de noyaux désintégrés au bout de 24 heures est de $1,7.10^9$.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°2 : Concernant l'atome dans le modèle standard, choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. L'interaction forte a une portée de 10^{-12} mètres et a pour cible certaines catégories de fermions.
- B. L'interaction faible et l'interaction forte sont les 2 forces principales responsables de la cohésion du noyau atomique et agissent toutes les deux à la fois sur les hadrons et sur les leptons.
- C. Plus l'énergie de liaison par nucléon est élevée, plus l'élément en question devient instable et donc sujet à des réactions atomiques.
- D. Le diamètre d'un noyau de cuivre ^{63}Cu est d'environ 1,11 fm.
- E. Le $^{12}_6\text{C}$ et le $^{13}_6\text{C}$ sont deux isotopes tandis que le $^{13}_6\text{C}$ et le $^{14}_7\text{N}$ sont deux isobares.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°3 : Concernant la radioactivité, choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. Les réactions de fusion concernent majoritairement les atomes à noyau lourd.
- B. L'émission α , la capture électronique et l'émission γ donnent toutes un spectre de raie unique.
- C. La capture électronique peut être en compétition avec une désintégration de type β^- .
- D. La radioactivité β^- est fréquemment utilisée pour réaliser des Tomographies par Emission de Positons (visée diagnostique) tandis que la radioactivité β^+ est plutôt utilisée dans un but thérapeutique

(traitement de cancers par exemple).

- E. La radioactivité γ met en jeu un processus de désexcitation spontanée d'un noyau atomique métastable X^m qui revient à un état énergétique inférieur X plus stable, en émettant un photon γ .
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°4 : L'iode est utilisé pour traiter l'hyperthyroïdie. Un patient atteint de cette pathologie absorbe une gélule d'iode $^{131}_{51}\text{I}$ d'activité $A_0 = 2.10^8$ Bq. La période radioactive de l'iode est de 8 jours. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. La constante radioactive de l'iode $^{131}_{51}\text{I}$ est de 1 μs .
- B. Le nombre de noyaux présents à l'instant t_0 est d'environ 2.10^{14} .
- C. La masse d'iode $^{131}_{51}\text{I}$ contenue dans la gélule à l'instant t_0 est de 43 ng.
- D. Au bout de 10 jours, la masse restante est de 18 ng.
- E. Il faudra au moins 35 jours pour que 95% de l'iode se soit désintégré.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°5 : Concernant le freinage d'électrons au sein d'un solide, choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. Il s'agit d'une décélération d'une particule chargée par interaction électrostatique avec le nuage électronique de la cible.
- B. L'énergie cinétique peut être d'une part cédée à un ou plusieurs photons de freinage et, d'autre part, perdue sous forme de chaleur, d'où un spectre continu de rayonnement.
- C. Si la totalité de l'énergie cinétique de l'électron est transmise à un photon unique, la longueur de ce photon dans le milieu solide $\lambda_n = \frac{1240}{E_c}$ et la chaleur produite est nulle.

On projette un électron incident d'énergie cinétique $E_c = 150$ keV au voisinage d'un atome ; on suppose que l'électron perd l'intégralité de son énergie et ce freinage produit une chaleur équivalente à 4 fJ.

- D. La longueur d'onde du photon de freinage dans le vide est de $8,27.10^{-3}$ nm.
- E. Grâce au spectre du rayonnement de freinage on peut déterminer la nature d'un atome qui a interagi avec l'électron incident.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°6 : On réalise deux scintigraphies de coïncidence sur un patient, une première avec un rapport signal sur bruit de 1,5 puis une deuxième avec un taux de comptage 4 fois plus élevé. Choisir la ou les proposition(s) exactes.

- A. Le rapport signal sur bruit est multiplié par 4 entre la première et la deuxième scintigraphie.
- B. Le rapport signal sur bruit est multiplié par 2 entre la première et la deuxième scintigraphie.
- C. La vitesse de balayage lors de la deuxième scintigraphie est plus élevée que lors de la première scintigraphie.
- D. Le taux de comptage moyen de la deuxième scintigraphie est de 9.
- E. Pour améliorer l'acquisition de l'image de la deuxième scintigraphie de 30%, la nouvelle vitesse de balayage devra être divisée par 1,3.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°7 : Soit la réaction suivante : $^{58}_{27}\text{Co} + {}^0_{-1}\text{e}^- \rightarrow ^{58}_{26}\text{Fe} + {}^0_0\nu$, choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

On donne les masses atomiques : $^{58}\text{Fe} = 57,933277$ u ; $^{58}\text{Co} = 57,93575$ u ; $m_e = 0,0005$ uma ; $E_k^i = 75$ keV

- A. Cette réaction est une réaction de capture électronique.
- B. L'énergie libérée lors de cette réaction est de 2,3 eV.
- C. L'énergie libérée lors de cette réaction est de 36 pJ.
- D. Si le cobalt se désintégrait par une émission β^+ , l'énergie libérée serait de 3,2 MeV.
- E. Si le cobalt se désintégrait par une émission β^+ , l'énergie libérée serait de 1,4 MeV.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°8 : Concernant les rayonnements ionisants, choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. La fluorescence, l'effet Auger et la création de paire sont des techniques de production de rayons X se basant sur la désexcitation d'électrons atomiques.
- B. L'effet Auger se déroule en 3 étapes : l'ionisation ou l'excitation d'un électron Auger, la désexcitation et l'émission d'un quantum et enfin la création d'un rayon X de fluorescence.
- C. La désexcitation d'électrons atomiques permet l'obtention d'un spectre discret de fluorescence permettant d'analyser la composition atomique d'un échantillon.
- D. L'émission d'un photon γ résulte d'un réarrangement du cortège électronique d'un atome.
- E. Une désintégration β^+ est le plus souvent suivie de l'émission de photons γ .
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°9 : Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. Les photons sont les bosons vecteurs de l'interaction électromagnétique.
- B. Les intensités des interactions électromagnétique, faible et gravitationnelle sont exprimées par rapport à l'intensité de l'interaction forte.
- C. Si la différence du nombre de masse et du numéro atomique entre deux atomes est la même alors ce sont des isotones.
- D. La masse réelle du noyau est supérieure à la masse de l'ensemble des nucléons, ce qui correspond au défaut de masse du noyau.
- E. Une particule de masse 2,5 uma a une énergie de $3,8 \cdot 10^{-10}$ J.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°10 : A propos du rayonnement de freinage. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. Les photons émis peuvent être utilisés en radiologie.
- B. L'énergie rayonnée est plus importante si le noyau à l'origine du freinage a un numéro atomique élevé.
- C. Les électrons sont attirés par le cortège électronique de la cible.
- D. La perte d'énergie cinétique des électrons se fait uniquement sous la forme de rayonnements.
- E. On observe seulement un spectre de raies dû aux ionisations.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°11 : Soit le passage d'un électron de $^{22}_{11}\text{Na}$ de la couche M vers la couche L. On négligera les constantes d'écran. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. L'énergie de liaison est toujours positive.
- B. L'énergie d'ionisation de la couche L est de 822,8 eV.
- C. L'énergie d'ionisation de la couche M est de $8,7 \cdot 10^{-17}$ J.
- D. L'énergie d'ionisation associée à cette transition est de 274 eV.
- E. La longueur d'onde résultante dans le vide est de 4,5 nm.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°12 : On considère un échantillon de Polonium 210 d'activité initiale $A_0 = 8,28 \cdot 10^{15}$ Bq et de période 138 jours et 9 heures. Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- A. La demi-vie est la durée nécessaire pour diviser par deux la quantité de noyaux radioactifs.
- B. La constante radioactive est de $5,79 \cdot 10^{-8}$ s.
- C. Le temps de vie moyen est d'environ 4800h.
- D. L'échantillon contient initialement $3,97 \cdot 10^{19}$ noyaux.
- E. La masse initiale contenue dans l'échantillon est de 50g.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°13 : Soit la désintégration suivante : $^{131}_{53}\text{I} \rightarrow ^{131}_{54}\text{Xe} + e^{-} + \bar{\nu}$

On donne les masses atomiques : $\mathcal{M}(\text{I})= 130,9061246$ uma et $\mathcal{M}(\text{Xe})= 130,9050824$ uma

Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- 1) Cette réaction peut être utilisée lors d'une tomographie par émission de positons (TEP).
- 2) Lors de cette réaction un neutron se transforme en proton, libérant un électron.
- 3) L'énergie disponible est de 0,971 MeV.
- 4) L'énergie disponible est de $1,55 \cdot 10^{-19}$ J.
- 5) Le spectre d'émission est constitué d'une seule raie car l'énergie disponible est entièrement transmise à l'électron.
- 6) Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM n°14 : A propos de la radioactivité β^{-} : Choisir la ou les proposition(s) exacte(s).

- 1) Le nombre de masse reste le même ; on parle de réaction isobarique.
- 2) Elle correspond à l'émission d'un électron pour des noyaux riches en neutrons.
- 3) L'énergie disponible est entièrement transmise à l'électron, le spectre d'émission est continu.
- 4) Elle fait partie des transformations radioactives par interactions faibles.
- 5) Elle peut être utilisée dans le cadre de radiothérapie métabolique notamment dans le traitement de la douleur liée aux métastases osseuses.
- 6) Toutes les propositions précédentes sont fausses.