IMRT1 : DEVOIR 5 : 0809

Données :
célérité de la lumière : $c = 2{,}998 \times 10^{8}$ m.s^{-1}
unité de masse atomique : 1 u = 931,49 MeV/c^2
masse du proton : $m_P = 1{,}007\ 82$ u
nombre d'Avogadro : $6{,}02 \times 10^{23}$ mol^{-1} .
constante de Planck : $h = 6{,}626 \times 10^{-34}$ J.s
charge élémentaire : $e = 1{,}602 \times 10^{-19}$ C
masse du neutron : $m_N = 1{,}008\ 66$ u
masse de l'électron : $m_e = 5{,}48 \times 10^{-4}$ u = 0,511 meV = $9{,}11 \times 10^{-31}$ kg
masse atomique de l'iode 129 m(I) = 128,9049881 u
masse atomique du xénon 129 m(Xe) = 128,9047794 u
niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène :
E_1 = -13,6 eV E_2 = -3,4 eV E_3 = -1,5 eV E_4 = -0,85 eV.

QCM : compléter le tableau par V pour Vrai et F pour Faux

1. Les états d'énergie d'un électron sont définis par quatre nombres quantiques. On peut affirmer que :
a. le nombre quantique magnétique m varie par valeurs entières de -n à +n
b. le nombre quantique secondaire l varie par valeurs entières de 0 à n-1
c. deux électrons appariés ont leurs quatre nombres quantiques identiques
d. le nombre quantique de spin s est demi-entier

2. À partir de l'écriture suivante $^{131}_{53}I^{-}$ on peut déduire que :
a. le nombre de nucléons de ce nucléide est 131
b. la masse d'un atome de cet isotope de l'iode est environ $2{,}2 \times 10^{-22}$ g
e. il y a 53 électrons dans le nuage électronique de cet ion
d. il y a 131 neutrons dans ce noyau.

3. La longueur d'onde d'un photon vaut 1,75 pm.
a. son énergie vaut 0,113 pJ
b. sa masse vaut $1{,}26 \times 10^{-30}$ kg
d. il peut donner lieu à une réaction de matérialisation au voisinage d'un noyau.
e. son énergie vaut 7,1 MeV

4. La retour à l'état fondamental d'un atome d'hydrogène depuis le troisième état excité peut s'accompagner :
a. de l'émission d'un photon de 10,2 eV
b. de l'émission d'un photon de 15,8 eV
c. de l'émission d'un photon de longueur d'onde λ = 97,3 nm
d. de l'émission d'un photon d'énergie $2{,}18 \times 10^{-18}$ J

5. L'énergie moyenne de liaison par nucléon de la particule α est 7,07 MeV/nucléon.
La masse de la particule α est
a. 4,002 58 u b. 4,063 5 u c. 4,032 98 u d. 4,025 39 u.

6. Lors d'une réaction nucléaire spontanée, l'émission β^- :
a. s'accompagne de l'émission d'un neutrino
b. provient des électrons des couches profondes (K essentiellement)
c. provient de la transformation d'un neutron du noyau en un proton
d. provient de la transformation d'un proton du noyau en un neutron

7. La demi-vie ou période radioactive de l'iode 131 est de 8,04 jours.
a. sa constante radioactive est de 0,124 jour^{-1}
b. sa constante radioactive est de $1{,}0 \times 10^{-6}$ s^{-1}
c. la totalité de l'iode 131 aura disparu au bout de 16,08 jours
d. au bout de 24,1 jours, il ne reste que le huitième des noyaux d'iode 131

	1	2	3	4	5	6	7
a							
b							
c							
d							

Question de cours : production des rayons X

Lisez attentivement le texte avant de répondre aux questions !

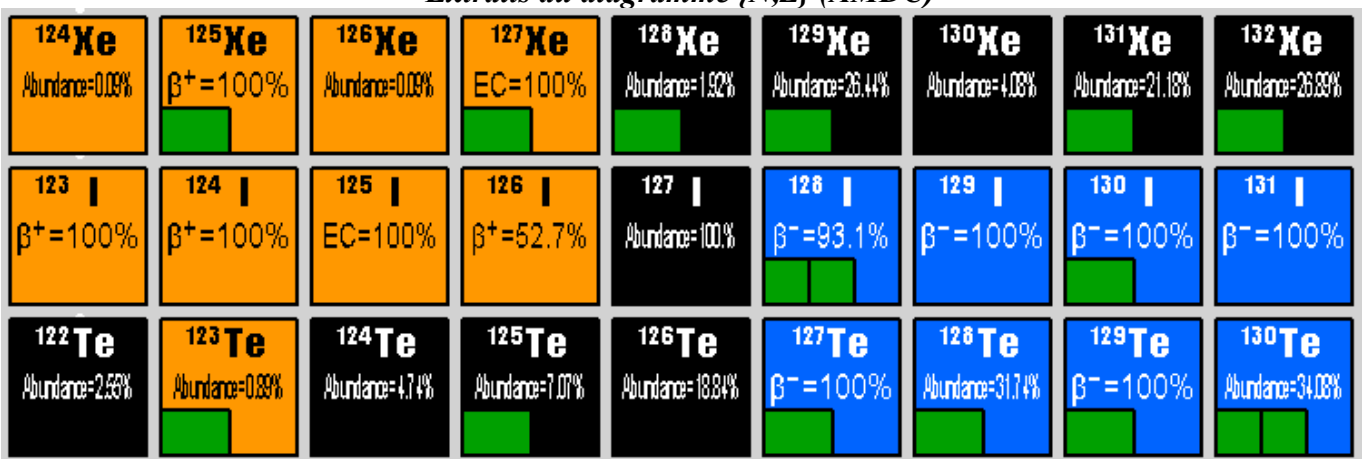
1) Donner, en s'aidant d'un schéma, le principe de production d'un faisceau de rayons X.
Donner l'allure de la courbe de répartition du flux énergétique $d\varphi / d\varepsilon$ du rayonnement X émis en fonction de l'énergie ε du rayonnement.

2) Étude du spectre continu.
Donner le nom et décrire le phénomène qui est à l'origine de ce spectre continu.
Interpréter l'existence d'une longueur d'onde minimale émise par l'anode du tube à rayons X, et établir son expression en fonction de la tension accélératrice U_{AK}, et de constantes physiques fondamentales dont on précisera les noms et les unités.
Préciser comment la tension entre anode et cathode U_{AK} du tube influe sur la valeur de cette longueur d'onde minimale.
Donner un ordre de grandeur de cette tension et de cette longueur d'onde.

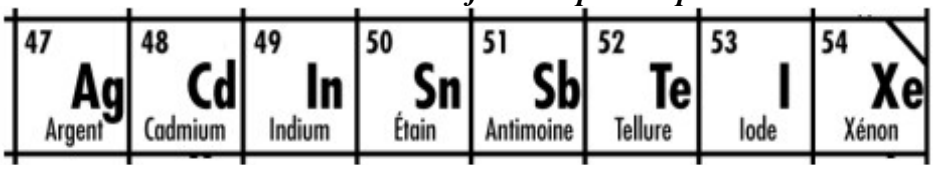
3) Étude du spectre de raies
Donner le nom et décrire le phénomène qui est à l'origine de ce spectre de raies.
Donner l'interprétation quantique de l'émission d'une série de raies K, d'une série de raies L.
Classer par ordre croissant, les longueurs d'onde des différentes séries de raies K, L, ... Justifier ce classement.

Problème : autour de l'iode.

Extraits du diagramme {N,Z} (AMDC)



Extraits de la classification périodique



1 : RADIOACTIVITÉ DE L'IODE 131.

L'iode 131 $^{131}_{53}I$ (émetteur β^-) est utilisé comme traceur γ dans le corps humain. Sa période (ou demi-vie) est de 8,1 jours.
Le 1er mars 2007 à 12h (t = 0), un établissement reçoit un colis d'iode 131 d'activité $3{,}0 \times 10^9$ Bq.
1.1. Écrire l'équation de désintégration de l'iode 131.
1.2. Préciser l'origine du rayonnement γ.
1.3. Donner la définition de la période radioactive (notée $T_{1/2}$). Donner la définition de la constante radioactive (notée λ) ; établir la relation mathématique reliant ces deux grandeurs.
1.4. Donner l'expression mathématique de l'activité A(t) d'un échantillon.
1.5. Compléter le tableau et tracer A(t) pour $0 < t < 40$ jours (voir à la fin du sujet).

t (jours)	0	5	10	15	20	25	30	35	40
A ($\times 10^9$ Bq)									

1.6. En utilisant la courbe tracée, déterminer la date à laquelle on observe une activité de $1{,}0 \times 10^9$ Bq.
1.7. Retrouver cette date par le calcul.
1.8. Calculer la masse d'iode 131 présent dans l'échantillon le 25 mars 2007 à 20 h.

2 . ÉNERGIE D'UNE TRANSFORMATION NUCLÉAIRE

L'iode 129 se désintègre par émission β^- ; le noyau fils formé émet des photons d'énergie 39,6 keV.
2.1. Écrire l'équation (ou les équations) de désintégration ; identifier le noyau fils.
2.2. Donner le schéma de cette désintégration.
2.3. Montrer que l'énergie disponible au cours de cette désintégration est proportionnelle à la différence des masses **atomiques** du père et du fils ; calculer cette énergie en keV.
2.4. En déduire l'énergie cinétique maximale (théorique) des électrons émis.
2.5. Dans la pratique, on constate que l'énergie cinétique des électrons ne dépasse jamais 154 keV ; proposer une explication.

3 . DIFFÉRENTS TYPES DE DÉSINTÉGRATION.

3.1. Le xénon 127 se désintègre par capture électronique ; donner l'équation de la réaction et identifier le noyau fils.
3.2. Le xénon 125 se désintègre par émission β^+ ; donner l'équation de la réaction et identifier le noyau fils.
3.3. Le xénon 124 et le Xénon 126 ne se désintègrent pas (il sont stables) ; proposer une explication.
3.4. L'iode 126 se désintègre par émission β^- dans 47,3% des cas (voir le le diagramme {N,Z} ci-dessus) ; les 52,7% des autres désintégrations correspondent à un autre type d'émission ; de quel type d'émission s'agit-il ? Proposer une explication à ce paradoxe apparent. Donner les équations correspondantes.
3.5. L'iode 128, lui aussi, se désintègre selon deux voies différentes (voir le diagramme {N,Z} ci-dessus) ; citer lesquelles en justifiant la réponse ; donner les équations correspondantes.

4. RADIOACTIVITÉ DE L'IODE 125.

L'iode 125 est obtenu en bombardant une cible de Tellure 125 par des deutons.
4.1. Donner l'équation de cette réaction nucléaire en donnant les noms de tous les produits formés
L'iode 125 se désintègre par capture électronique.
Le noyau fils est obtenu à 100% dans un état excité ; on observe la formation de photons d'énergie 35,49 keV
4.2. Donner l'équation de la réaction et identifier le noyau fils.

4.3. Donner le schéma de cette désintégration.

4.4. Calculer la longueur d'onde du photon γ émis.

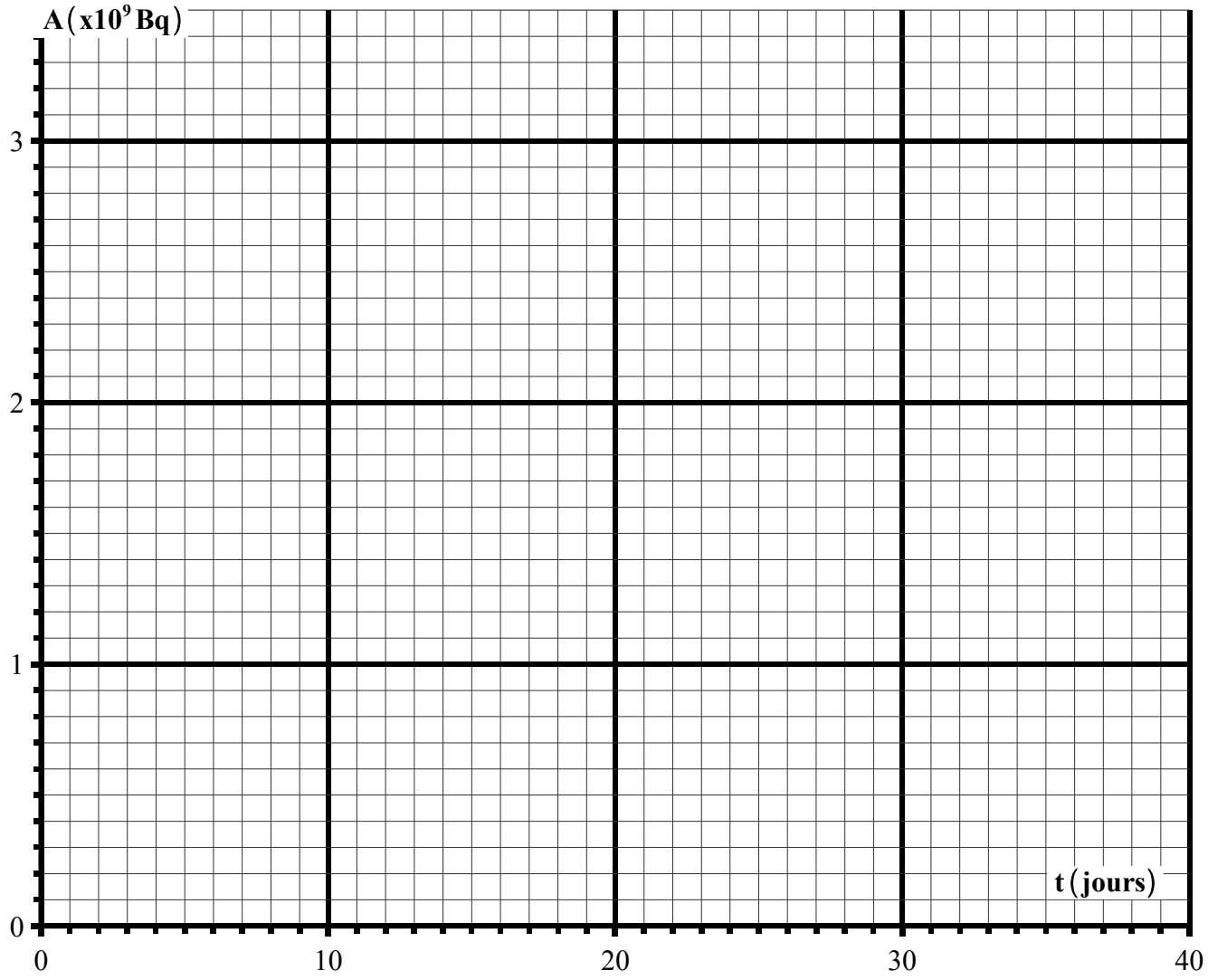
On observe également l'émission de photons X de 27,2 keV et de 27,5 keV au cours de cette désintégration.

On donne les niveaux d'énergie internes de l'atome de Tellure (en keV)

K : - 31,81 L_I : - 4,94 L_{II} : - 4,61 L_{III} : - 4,34

4.5. Proposer une interprétation expliquant la formation de ces photons.

On observe l'émission d'électrons d'énergie cinétique de valeur (bien précise) E_C = 3,68 keV au cours de cette désintégration.

4.6. Calculer la vitesse de ces électrons.

4.7. Décrire le phénomène permettant d'expliquer leur apparition et justifier <u>quantitativement</u> la valeur que prend leur énergie cinétique.