

IMRT1 : DEVOIR 5 : 1011

Données :

célérité de la lumière : $c = 2,998 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

unité de masse atomique : $1 \text{ u} = 931,49 \text{ MeV}/c^2$

masse du proton : $m_P = 1,007 82 \text{ u}$

masse de l'électron : $m_e = 5,48 \times 10^{-4} \text{ u} = 0,511 \text{ MeV} = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$

masse atomique de l'iode 129 $m(I) = 128,9049881 \text{ u}$

masse atomique du xénon 129 $m(Xe) = 128,9047794 \text{ u}$

nombre d'Avogadro : $6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

constante de Planck : $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

charge élémentaire : $e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$

masse du neutron : $m_N = 1,008 66 \text{ u}$

Partie 1 : QCM

Compléter le tableau par V pour Vrai et F pour Faux

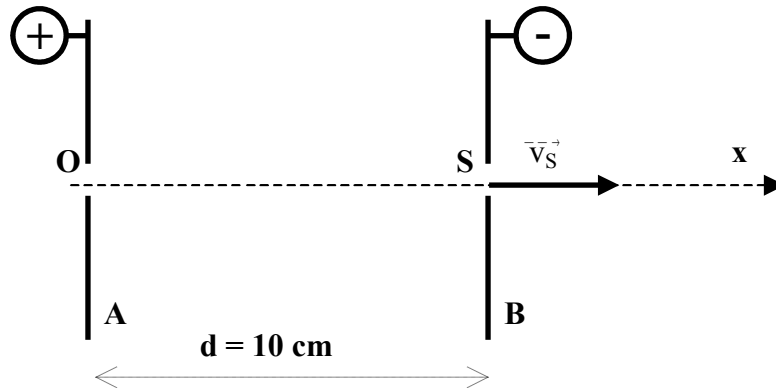
1. L'effet photoélectrique est une interaction entre :
 - a) un électron incident et un électron lié de l'atome cible.
 - b) un photon incident et un électron lié de l'atome cible.
 - c) un photon incident et un électron libre ou faiblement lié de l'atome cible.
2. Un photon incident X peut provoquer un effet photoélectrique,
 - a) si son énergie est supérieure à l'énergie de liaison d'un électron K de l'atome cible.
 - b) si son énergie est inférieure à l'énergie de liaison d'un électron K de l'atome cible.
 - c) uniquement si son énergie est supérieure à l'énergie de liaison du noyau de l'atome cible.
3. La probabilité d'interaction par effet photoélectrique est plus grande si l'énergie du photon incident X est :
 - a) voisine mais légèrement supérieure à l'énergie de liaison d'un électron K ou L de l'atome cible.
 - b) égale à la différence des énergies de liaison $E_K - E_L$ des électrons de l'atome cible.
 - c) voisine de l'énergie de liaison d'un électron externe de l'atome cible.
4. Dans une diffusion simple de Thomson-Rayleigh, le photon incident est dévié
 - a) sans changement de longueur d'onde.
 - b) avec augmentation de sa longueur d'onde.
 - c) avec diminution de sa longueur d'onde.
5. Lors de l'effet Compton, le photon incident :
 - a) transfère toute son énergie à l'électron projeté si le choc est tangentiel.
 - b) transfère toute son énergie à l'électron projeté si le choc est frontal.
 - c) ne peut pas transférer toute son énergie à l'électron quel que soit le type de choc.
6. Lors de l'effet Compton,
 - a) l'électron Compton est toujours projeté vers l'avant et le photon diffusé est toujours projeté vers l'arrière.
 - b) l'électron Compton est toujours projeté vers l'arrière et le photon diffusé est toujours projeté vers l'avant.
 - c) l'électron Compton est toujours projeté vers l'avant et le photon diffusé peut éventuellement être émis vers l'arrière.
7. Un électron Auger est :
 - a) un photoélectron expulsé par effet photoélectrique.
 - b) un électron provenant d'un effet de matérialisation.
 - c) un électron expulsé après un réarrangement électronique.

8. Lors de l'effet de matérialisation, le photon incident se matérialise en donnant naissance :
- a) un électron et un positon, qui s'annihilent en formant deux photons diffusés de 0,511 MeV chacun.
 - b) un électron et un proton, qui s'annihilent en formant deux photons diffusés de 0,511 MeV chacun.
 - c) un électron et un positon; le positon se combine en fin de parcours à un électron du milieu et la réaction d'annihilation produit deux photons diffusés de 511 keV chacun.
9. L'effet de matérialisation se produit :
- a) pour des énergies supérieures à celles de l'effet Compton.
 - b) pour des énergies inférieures à celles de l'effet photoélectrique.
 - c) pour des énergies inférieures à 1,022 MeV.
10. Un écran d'épaisseur égale à 4 fois la CDA (couche de demi-atténuation) :
- a) laisse passer un photon sur 4.
 - b) laisse passer un photon sur 16.
 - c) absorbe un photon sur 16.
11. Le coefficient d'atténuation linéique d'un matériau dépend :
- a) de l'énergie des photons incidents et de la nature du matériau.
 - b) uniquement de l'énergie des photons incidents.
 - c) uniquement de la nature du matériau.
12. Une épaisseur de 1 cm de plomb est nécessaire pour réduire de 95% l'intensité d'un faisceau de photons de 0,25 MeV. Le coefficient d'atténuation linéique du plomb est :
- a) 3 cm^{-1}
 - b) $0,5 \text{ mm}^{-1}$
 - c) 5 mm^{-1}
13. La masse volumique du plomb vaut $11,3 \text{ g.cm}^{-3}$. Le coefficient d'atténuation massique du plomb pour des photons de 1,0 MeV est $6,84 \times 10^{-2} \text{ cm}^2.\text{g}^{-1}$.
La CDA du plomb pour ces photons est :
- a) 9 mm
 - b) 10 cm
 - c) $4,2 \times 10^{-3} \text{ cm}$
14. Pour des photons de 200 keV, le coefficient d'atténuation massique du platine vaut $0,89 \text{ cm}^2.\text{g}^{-1}$; la masse volumique du platine vaut $21,1 \text{ g.cm}^{-3}$.
- a) ces photons réagissent essentiellement par effet photo électrique avec le platine.
 - b) il faut une épaisseur de 1,0 cm de platine pour atténuer le faisceau d'un facteur 1000.
 - c) il faut une épaisseur de 1,0 cm de platine pour atténuer le faisceau d'un facteur 2.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
a														
b														
c														

Q2. Mouvement d'une particule dans un champ électrique.

Un proton H^+ pénètre entre deux électrodes A et B, planes et parallèles, soumise à une tension U_{AB} , et séparées d'une distance $d = 10 \text{ cm}$. Sa vitesse initiale peut être considérée comme nulle.



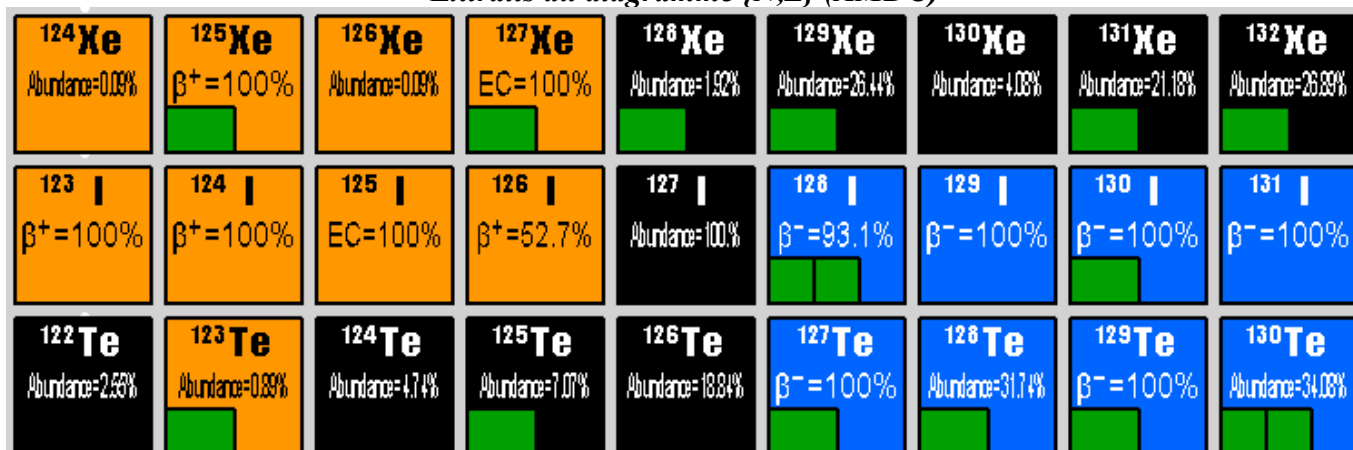
- 1.1. Donner les caractéristiques du champ électrique $\vec{E}$ régnant entre les deux plaques. Donner la relation entre la valeur E du champ, la tension U_{AB} , et la distance d . Préciser le signe de U_{AB} .
- 1.2. Donner, qualitativement (sans démonstration), les caractéristiques du mouvement et de la trajectoire du proton entre les deux plaques.

- 2.1. La vitesse du proton, à la sortie des plaques, vaut $v_S = 2000 \text{ km.s}^{-1}$; en appliquant le théorème de l'énergie cinétique, déterminer la valeur de la tension U_{AB} entre les deux plaques.
- 2.2. Montrer que le champ électrique $\vec{E}$ vaut $2,1 \times 10^5$ (en unités du système international) ; préciser le nom de l'unité.
- 2.3. Comparer le poids du proton et la force électrique qu'il subit entre les plaques.

- 3.1. En appliquant les lois de Newton, établir les équations horaires de la vitesse et de la position du proton entre les deux plaques, ainsi que la nature de sa trajectoire.
 - 3.2. En déduire la durée du parcours du proton entre les deux plaques.
 - 3.3. Recalculer la valeur de la vitesse de sortie v_S à partir des équations horaires.
4. Définir et calculer la vitesse moyenne v_M du proton entre les plaques ; comparer cette valeur à v_S .

Problème : autour de l'iode.

Extraits du diagramme $\{N, Z\}$ (AMDC)



Extraits de la classification périodique

47	48	49	50	51	52	53	54
Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Argent	Cadmium	Indium	Étain	Antimoine	Tellure	Iode	Xénon

1 : RADIOACTIVITÉ DE L'IODE 131.

L'iode $^{131}_{53}\text{I}$ (émetteur β^-) est utilisé comme traceur γ dans le corps humain. Sa période (ou demi-vie) est de 8,1 jours.

Le 1^{er} 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 l'expression mathématique de l'activité $A(t)$ d'un échantillon.
- 1.4. 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.
- 1.5. 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 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. Décrire le phénomène permettant d'expliquer leur apparition et justifier quantitativement la valeur que prend leur énergie cinétique.

- 4.7. Calculer la vitesse de ces électrons.

