

Données

constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J.s	unité de masse atomique :
célérité de la lumière : $c = 3,00 \times 10^8$ m.s ⁻¹	$1 \text{ u} = 1,67 \times 10^{-27}$ kg = 931,5 MeV/c ²
charge élémentaire : $e = 1,60 \times 10^{-19}$ C	masse molaire de l'iode : $M(\text{I}) = 131$ g.mol ⁻¹
nombre d'Avogadro : $N = 6,02 \times 10^{23}$ mol ⁻¹	masse de l'électron : $m_e = 9,1 \times 10^{-31}$ kg = 0,0005486 u
masse du proton $m_p = 1,00728$ u	masse atomique de l'iode 129 $m(\text{I}) = 129,0952205782$ u
masse du neutron $m_n = 1,00866$ u	masse atomique du xénon 129 $m(\text{Xe}) = 129,0950118813$ u

<i>Élément</i>	<i>Zn</i>	<i>Ga</i>	<i>Ge</i>	<i>As</i>	<i>Se</i>	<i>Te</i>	<i>I</i>	<i>Xe</i>	<i>Cs</i>	<i>Ba</i>	<i>W</i>
<i>Z</i>	30	31	32	33	34	52	53	54	55	56	74

Partie 1 : QCM (15 points)

Chacune des propositions a, b, c,... contient une seule affirmation vraie. Compléter le tableau fourni en fin de paragraphe en cochant la réponse **juste**. Justifier les réponses des questions 12 et 13 par un calcul numérique.

- L'effet photoélectrique est une interaction entre :
 - un électron incident et un électron lié de l'atome cible.
 - un photon incident et un électron lié de l'atome cible.
 - un photon incident et un électron libre ou faiblement lié de l'atome cible.
- Un photon incident X peut provoquer un effet photoélectrique,
 - si son énergie est supérieure à l'énergie de liaison d'un électron K de l'atome cible.
 - si son énergie est inférieure à l'énergie de liaison d'un électron K de l'atome cible.
 - si son énergie est supérieure à l'énergie de liaison du noyau de l'atome cible.
- La probabilité d'interaction par effet photoélectrique est plus grande si l'énergie du photon incident X est :
 - voisine mais légèrement supérieure à l'énergie de liaison d'un électron K ou L de l'atome cible.
 - égale à la différence des énergies de liaison $E_K - E_L$ des électrons de l'atome cible.
 - voisine de l'énergie de liaison d'un électron externe de l'atome cible.
- Dans une diffusion simple de Thomson-Rayleigh, le photon incident est dévié
 - sans changement de longueur d'onde.
 - avec augmentation de sa longueur d'onde.
 - avec diminution de sa longueur d'onde.
- Lors de l'effet Compton, le photon incident :
 - transfère toute son énergie à l'électron projeté si le choc est tangentiel.
 - transfère toute son énergie à l'électron projeté si le choc est frontal.
 - ne peut pas transférer toute son énergie à l'électron quel que soit le type de choc.
- Lors de l'effet Compton,
 - l'électron Compton est toujours projeté vers l'avant et le photon diffusé est toujours projeté vers l'arrière.
 - 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 est $11,3 \text{ g.cm}^{-3}$. Le coefficient d'atténuation massique du plomb pour des photons de 1 MeV est $6,84 \times 10^{-2} \text{ cm}^2.\text{g}^{-1}$.

La CDA du plomb pour ces photons est :

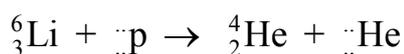
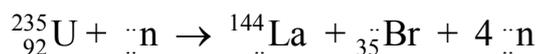
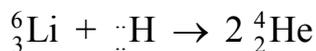
- a) 9 mm
- b) 10 cm
- c) $4,2 \times 10^{-3} \text{ cm}$

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

Partie 1 : Réactions nucléaires (15 points)

1. On donne les équations des réaction nucléaires suivantes ; elles sont incomplètes.

Recopier et compléter ces équations



2. Énergie de liaison par nucléon.

On donne les masses **atomiques** des deux noyaux suivants

Césium 147 (Z = 55) 146,944154 u

Fer 56 (Z = 26) 55,9349378 u

2.1. Calculer leurs énergies de liaison.

2.2. En déduire leurs énergies de liaison par nucléon

2.3. Un de ces deux noyau est radioactif ; lequel ? Justifier la réponse.

2.4. Donner l'allure de la courbe donnant l'énergie de liaison par nucléon en fonction du nombre de masse A (courbe d'Aston) ; placer ces 2 nucléides sur cette courbe.

3. Donner les caractéristiques qui vous semblent les plus essentielles de la radioactivité alpha et des deux radioactivités bêta.

Partie 2 : autour de l'iode (30 points)

${}^{124}\text{Xe}$ Abundance=0.09%	${}^{125}\text{Xe}$ $\beta^+ = 100\%$	${}^{126}\text{Xe}$ Abundance=0.09%	${}^{127}\text{Xe}$ EC=100%	${}^{128}\text{Xe}$ Abundance=1.92%	${}^{129}\text{Xe}$ Abundance=26.44%	${}^{130}\text{Xe}$ Abundance=4.08%	${}^{131}\text{Xe}$ Abundance=21.18%	${}^{132}\text{Xe}$ Abundance=26.89%
${}^{123}\text{I}$ $\beta^+ = 100\%$	${}^{124}\text{I}$ $\beta^+ = 100\%$	${}^{125}\text{I}$ EC=100%	${}^{126}\text{I}$ $\beta^+ = 52.7\%$	${}^{127}\text{I}$ Abundance=100%	${}^{128}\text{I}$ $\beta^- = 93.1\%$	${}^{129}\text{I}$ $\beta^- = 100\%$	${}^{130}\text{I}$ $\beta^- = 100\%$	${}^{131}\text{I}$ $\beta^- = 100\%$
${}^{122}\text{Te}$ Abundance=2.55%	${}^{123}\text{Te}$ Abundance=0.89%	${}^{124}\text{Te}$ Abundance=4.74%	${}^{125}\text{Te}$ Abundance=7.07%	${}^{126}\text{Te}$ Abundance=18.84%	${}^{127}\text{Te}$ $\beta^- = 100\%$	${}^{128}\text{Te}$ Abundance=31.74%	${}^{129}\text{Te}$ $\beta^- = 100\%$	${}^{130}\text{Te}$ Abundance=34.08%

I : RADIOACTIVITÉ DE L'IODE 131.

L'iode 131 ${}_{53}^{131}\text{I}$ (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. Écrire l'équation de désintégration de l'iode 131.
2. Préciser l'origine du rayonnement γ .
3. Donner la définition de la période radioactive (notée T). Donner la définition de la constante radioactive (notée λ) ; établir la relation mathématique reliant ces deux grandeurs.
4. Donner l'expression mathématique de l'activité $A(t)$ d'un échantillon.
5. Compléter le tableau et tracer $A(t)$ pour $0 < t < 60$ jours sur le document réponse.
6. En utilisant la courbe tracée en 4, déterminer la date à laquelle on observe une activité de $1,0 \times 10^9$ Bq.
7. Retrouver cette date par le calcul.
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.

1. Écrire l'équation (ou les équations) de désintégration ; identifier le noyau fils.
2. Schématiser cette désintégration (dessiner le schéma de désintégration).
3. Montrer que l'énergie disponible au cours de cette désintégration est égale à la différence des masses **atomiques** du père et du fils ; calculer cette énergie en keV.
4. En déduire l'énergie cinétique maximale (théorique) des électrons émis.
5. Dans la pratique, on constate que l'énergie cinétique des électrons ne dépasse jamais 154 keV ; proposer une explication.

3 . CAPTURE ÉLECTRONIQUE.

1. Le xénon 127 se désintègre par capture électronique ; donner l'équation de la réaction et identifier le noyau fils.
2. Le xénon 125 se désintègre par émission β^+ ; donner l'équation de la réaction et identifier le noyau fils.
3. Le xénon 124 ne se désintègre pas (il est stable) ; proposer une explication.
4. L'iode 128 se désintègre par deux types de désintégrations différents (voir tableau des nucléides ci-dessus) ; citer lesquels en justifiant la réponse ; donner les équations correspondantes.
5. L'iode 126 se désintègre par émission β^+ dans 52,7% des cas (voir tableau des nucléides ci-dessus) ; les 47,3% des autres désintégrations correspondent à un autre type d'émission ; de quel type d'émission peut-il s'agir ? Justifier la réponse et donner les équations correspondant à ces deux types d'émission.

PB 1 : radioactivité de l'iode 131

Compléter le tableau et tracer la courbe A(t)

t (jours)	0	5	10	20	30	40	60
A (× 10 ⁹ Bq)							

