

**QUESTIONNAIRE A CHOIX MULTIPLES : INTERACTIONS
RAYONNEMENTS MATIERE**

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.

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) 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 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													

EXERCICE : ENERGIES DE LIAISON NUCLEAIRE

Unité de masse atomique :
 $1 \text{ u} = 931 \text{ MeV} / c^2$.

Masse du proton :
 $m_p = 1,007276 \text{ u}$

Masse du neutron :
 $m_n = 1,008665 \text{ u}$

1. Calculer, en MeV, l'énergie moyenne de liaison par nucléon des noyaux de deutérium ${}^2_1\text{H}$, de fer ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ et de plutonium ${}^{239}_{94}\text{Pu}$ dont les masses sont respectivement :

${}^2_1\text{H}$: 2,013554 u

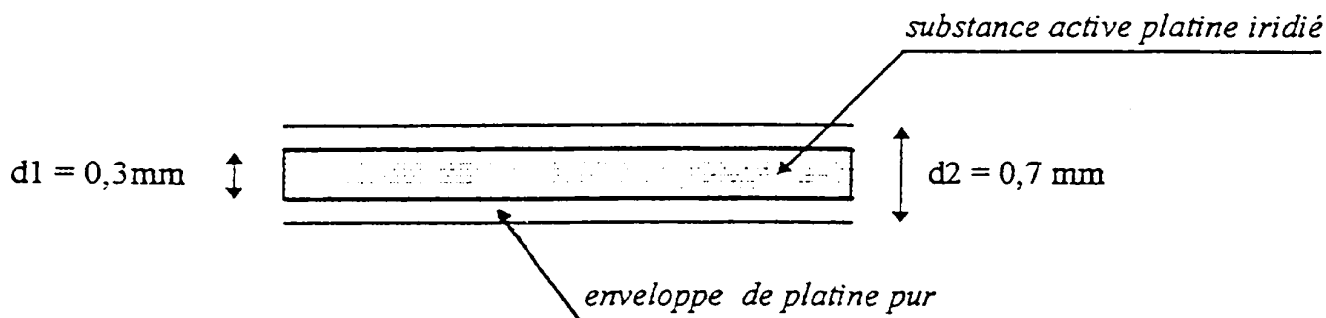
${}^{56}_{26}\text{Fe}$: 55,920668 u

${}^{239}_{94}\text{Pu}$: 239,000555 u

2. 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 nucléides sur cette courbe et commenter les résultats obtenus.

PROBLÈME

L'Iridium $^{192}_{77}\text{Ir}$ est un radio élément utilisé en endocuriethérapie. La source d'Iridium $^{192}_{77}\text{Ir}$ est constituée d'un fil de platine iridié (alliage de platine et de 20 % d'Iridium) formant la substance active, placé dans un tube de platine pur, servant d'enveloppe



Données :

$$h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$$

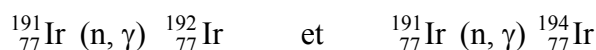
$$m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

Extrait du tableau de classification périodique

$_{75}\text{Re}$	$_{76}\text{Os}$	$_{77}\text{Ir}$	$_{78}\text{Pt}$	$_{79}\text{Au}$
------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

I. Préparation de la source

1. Pour fabriquer cette source on irradie un fil de platine iridié ; au cours de cette irradiation neutronique, il se forme deux isotopes de l'Iridium selon les réactions



Écrire les équations correspondant à l'action des neutrons sur $^{191}_{77}\text{Ir}$ et formant les deux isotopes 192 et 194.

2. Les isotopes formés sont radioactifs

$^{192}_{77}\text{Ir}$ a une période $T_1 = 74 \text{ j}$

$^{194}_{77}\text{Ir}$ a une période $T_2 = 19 \text{ h}$

2.1. Un échantillon de chaque isotope a une activité égale à 10^4 Bq , calculer dans chaque cas l'activité restante au bout de 8 jours.

2.2. Montrer qu'il suffit d'un stockage de la source de 8 jours pour éliminer l'Iridium 194.

II. Utilisation de l'Iridium 192 en endocuriethérapie.

Dans un modèle simplifié, on considère que l'Iridium 192 est radioactif β^- . L'énergie cinétique maximale des électrons émis est de 0,67 MeV. L'énergie des rayons γ prend les valeurs suivantes :

E_γ en MeV	0,296	0,308	0,317	0,468	0,604	0,612
-------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Seuls les rayons γ sont utilisés pour cette thérapie.

1. Étude de réaction de désintégration.

1.1. Écrire l'équation de désintégration de l'iridium en précisant les lois de conservation utilisées.

1.2. Expliquer le fait que dans la plupart des désintégrations l'électron est émis avec une énergie cinétique inférieure à 0,67 MeV .

1.3. Calculer la longueur d'onde du photon d'énergie 0,317 MeV

1.4. Justifier qualitativement l'existence des différents photons.

2. Étude de la source.

Pour le traitement d'une tumeur, on utilise une source formée de 3 fils identiques de 8 mm de longueur, d'activité linéique (pour un diamètre donné) $7,4 \times 10^7 \text{ Bq.cm}^{-1}$.

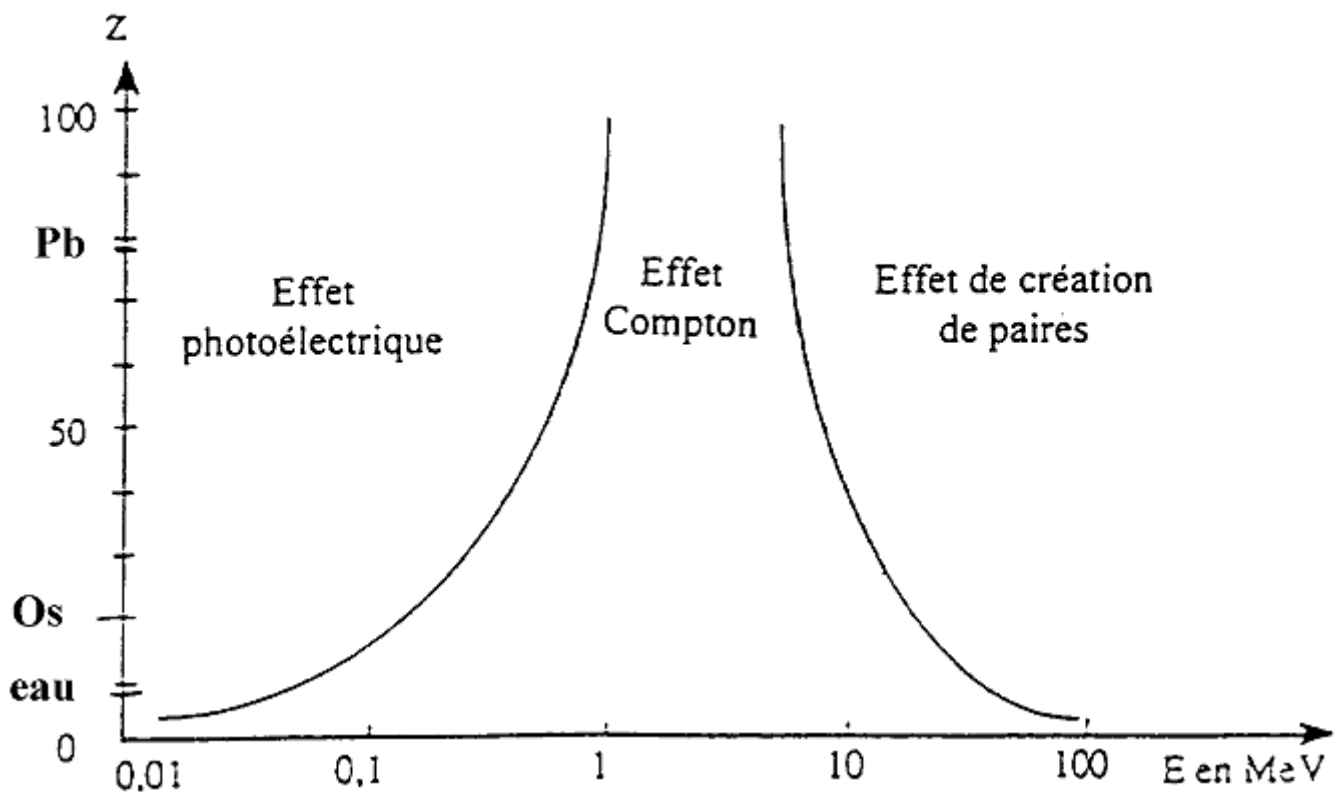
2.1. Calculer l'activité de la source en début de traitement.

2.2. Que devient cette activité au bout de 5 jours de traitement ?

3. Filtrage des rayonnements γ .

La CDA (couche de demie atténuation) des rayons γ d'énergie 0,317 MeV dans le platine pur est de 2,6 mm. Calculer le pourcentage de rayons γ transmis au travers de l'enveloppe.

4. Utilisation des rayons γ de 0,317 MeV.



4.1. La tumeur soignée est de type tissus mous (constituée essentiellement d'eau) : d'après la figure ci-dessus, quel est le type d'interaction prépondérant ? Justifier la réponse.

4.2. Définir brièvement les trois effets qui apparaissent sur la figure.

4.3. Ce rayonnement se propage dans l'eau avec un coefficient d'atténuation massique de $0,12 \text{ cm}^2.\text{g}^{-1}$; la masse volumique de l'eau vaut $\rho = 1 \text{ g.cm}^{-3}$; calculer l'épaisseur traversée correspondant à l'absorption de 70% du rayonnement.