

TD N°6 DU MODULE DE PHYSIQUE  
(Interaction REM- matière)

**Questions: Cocher la ou les réponses correctes.**

**Q1)** Une réaction d'annihilation :

- a) Aboutit à la production de deux électrons émis à  $180^\circ$ .
- b) Se produit lors d'une interaction entre un positon et la matière.
- c) Aboutit à l'émission de deux photons d'énergie  $> 511$  keV.
- d) Aboutit à la production de 2 photons d'énergie proportionnelle à l'énergie de l'électron incident.
- e) Aucune des propositions précédentes n'est exacte.

**Q2) :**

- a) Dans l'effet photoélectrique, la totalité de l'énergie du photon incident est transférée à l'électron.
- b) La production de paires est d'autant plus fréquente que le Z du milieu est faible.
- c) L'effet photoélectrique génère toujours des électrons éjectés vers l'avant ( $0-90^\circ$ ).
- d) L'effet Compton est majoritaire à des longueurs d'onde supérieures à celles de l'effet photoélectrique.
- e) Les rayonnements ultraviolets peuvent se matérialiser.

**Q3) :**

- a) Dans la diffusion Compton, la répartition de l'énergie entre le photon et l'électron n'est pas égale.
- b) L'effet Compton augmente toujours si l'énergie du photon incident augmente.
- c) L'effet photoélectrique peut se produire quelle que soit l'énergie du photon incident.
- d) L'effet photoélectrique augmente si l'énergie du photon diminue à Z constant.
- e) La probabilité d'effet photoélectrique diminue au profit de l'effet Compton lorsque le numéro atomique Z du milieu traversé augmente.

**Q4) :**

- a) La diffusion Compton se fait sur des électrons des couches périphériques de l'atome.
- b) L'électron Compton reçoit le plus d'énergie possible quand l'angle de diffusion du photon est de  $\pi/2$ .
- c) L'effet photoélectrique provoque l'excitation de l'atome du milieu.
- d) L'effet photoélectrique donne toujours un spectre d'énergie continu à cause des RX de fluorescence émis.
- e) En imagerie médicale interviennent surtout l'effet photoélectrique et l'effet Compton qui est prépondérant.

**Q5) Cocher la proposition correcte :**

L'énergie cinétique de l'électron est maximale dans une diffusion Compton lorsque :

- a) L'énergie du photon diffusé  $E' = 0$
- b) L'angle de diffusion  $\theta = 0$
- c) L'angle de diffusion  $\theta = \pi$
- d) L'angle de recul  $\varphi = \pi$
- e) L'énergie du photon incident est maximale

**Q6)** Une photocathode émet des électrons avec une énergie cinétique maximale de 2,8 eV. Si la longueur d'onde de la lumière éclairante est augmentée de 50%, l'énergie cinétique maximale devient 1,1 eV. Le travail d'extraction  $W_0$  (eV) correspondant de la photocathode est :

- a) 3,4
- b) 5,1
- c) 4
- d) 2,3
- e) Aucune réponse

**Q7) :** Dans une diffusion Compton, l'électron de recul possède une longueur d'onde associée égale à la longueur d'onde de Compton. Quelle est son énergie cinétique en KeV ?

- a) 100
- b) 516,6
- c) 258,33
- d) 211,66
- e) Aucune réponse

**Q8) :** Une annihilation intervient au cours d'une collision de plein fouet entre un électron et un positon. Elle produit deux photons de 2 MeV chacun, se déplaçant dans des directions opposées. Quelle était (en MeV) la somme des énergies cinétiques des deux particules avant la collision ?

- a) 1,489                      b) 0,489                      c) 2,978                      d) 1,563                      e) Aucune réponse

**Q9) :**

- 1) Le choc d'un positon et d'un électron provoque leur annihilation avec apparition de deux photons.
- 2) Lors de la création de la paire électron-positon, les deux particules ayant la même énergie cinétique ont obligatoirement la même quantité de mouvement.
- 3) Les deux photons formés après annihilation ont, chacun une longueur d'onde égale à  $0,02424 \text{ \AA}$ .
- 4) L'effet de matérialisation est la conséquence d'un choc élastique entre un photon et un noyau.
- 5) Si un photon de  $1,377 \times 10^{-2} \text{ \AA}$  passe au voisinage d'un noyau où règne un champ intense, il peut de créer une paire électron-positon.

- a) 1,2,4                      b) 1,2,5                      c) 2,4,5                      d) 1,2,3                      e) Aucune réponse

**Exercice N°1 :**

On donne les niveaux d'énergie du platine :

$$E_K = -78,4 \text{ KeV} \quad E_L = -12,9 \text{ KeV} \quad E_M = -3,3 \text{ KeV} \quad E_N = -2,6 \text{ KeV}$$

- 1) Un photon de longueur d'onde  $\lambda = 62,1 \text{ pm}$  interagit par effet photoélectrique avec un atome de platine en arrachant un électron de la couche L.
  - a) Calculer l'énergie du photon incident (en J et en eV).
  - b) Calculer l'énergie cinétique et la vitesse de l'électron émis.
  - c) Ce photon peut-il arracher un électron de la couche K ?
- 2) L'atome ionisé revient à son état fondamental en capturant un électron libre du métal.
  - a) Calculer l'énergie (en J et en eV) puis la longueur d'onde (en  $\text{\AA}$ ) du photon émis.
  - 3) Cette désexcitation se concrétise, pour certains atomes, par l'émission d'un électron Auger de type M
    - a) Représenter cette situation sous forme d'un diagramme d'énergie (simplifié) commenté.
    - b) Déterminer l'énergie cinétique (en eV) de cet électron Auger.
    - c) Toujours pour le platine, définir ce qu'est un électron Auger LMN. Calculer son énergie cinétique.

**Exercice N°2 :**

Dans un effet Compton, l'énergie cinétique de l'électron après le choc est égale à 0,1 MeV, le photon incident ayant une énergie égale à 0,5 MeV.

- 1- a) Cet électron est-il relativiste ?
  - b) Calculer sa vitesse, sa quantité de mouvement ainsi que la longueur d'onde qui lui est associée.
- 2- Calculer l'angle de diffusion du photon et l'angle de recul de l'électron.
- 3- Calculer la quantité de mouvement du photon diffusé.
- 4- Calculer l'énergie cinétique maximum que peut avoir l'électron de recul.

**Exercice N°3 :**

Un photon de longueur d'onde  $\lambda = 0,04 \text{ nm}$  entre en collision élastique avec un électron libre de masse  $m_0$  initialement au repos. Le photon est diffusé sous un angle  $\theta$  par rapport à sa direction initiale et sa longueur d'onde est alors égale à  $\lambda'$  tandis que l'électron se met en mouvement dans une direction faisant un angle  $\varphi$  avec la direction du photon incident.

- 1) Calculer la longueur d'onde du photon diffusé si  $\theta = 150^\circ$ .
- 2) Calculer, dans ce cas, la masse dynamique de l'électron de recul.
- 3) Calculer l'angle  $\varphi$  pour  $\theta = 60^\circ$ .

**Exercice N°4 :**

Un photon de longueur d'onde  $\lambda = 0,008 \text{ \AA}$  produit une paire électron-positon au voisinage d'un noyau lourd. Déterminer l'énergie des deux particules si l'énergie de l'électron représente 40% de celle du positon.