

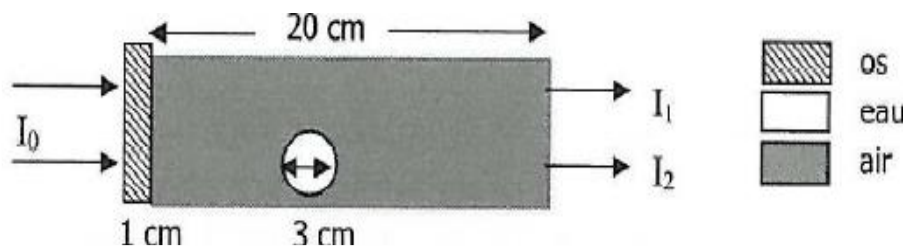


**1 MASTER- Interaction des Rayonnements avec la Matière :**

**TD 03**

**EX 01:**

Un faisceau parallèle de rayons  $X$  d'intensité  $I_0$ , traverse le milieu ci-dessous :



On donne les coefficients d'atténuation :

☞ Pour les photons de  $20 \text{ keV}$  :

$$\mu_{\text{air}} = 1.2 \times 10^{-3} \text{ cm}^{-1} \quad \mu_{\text{eau}} = 0.7 \text{ cm}^{-1} \quad \mu_{\text{os}} = 5 \text{ cm}^{-1}$$

☞ Pour les photons de  $80 \text{ keV}$  :

$$\mu_{\text{air}} = 0.21 \times 10^{-3} \text{ cm}^{-1} \quad \mu_{\text{eau}} = 0.18 \text{ cm}^{-1} \quad \mu_{\text{os}} = 0.37 \text{ cm}^{-1}$$

Calculer les rapports  $I_1/I_0$  et  $I_2/I_0$  pour les photons de  $20 \text{ keV}$  et de  $80 \text{ keV}$

**EX 02 :**

Un matériau d'épaisseur  $3 \text{ cm}$  arrête  $78\%$  des rayons  $X$  d'énergie  $E = 20 \text{ keV}$  par effet photo-électrique.

1. Calculer  $\tau$ , coefficient d'atténuation par effet photo-électrique ?

2. Le coefficient d'atténuation global de ce matériau est  $\mu = 0.71 \text{ cm}^{-1}$ . Calculer  $\sigma_c$ , coefficient d'atténuation par effet-Compton de ce matériau ?

### **EX 03**

Un faisceau de photons de  $50 \text{ keV}$  traverse une lame d'épaisseur  $x$  telle que la fraction transmise du faisceau soit de  $0.5$ .

Un faisceau de photons de  $100 \text{ keV}$  traverse la même lame ; en supposant que les interactions produites dans ces deux cas soient uniquement dues à l'effet photo-électrique, quelle est le pourcentage de faisceau transmis pour ces photons de  $100 \text{ keV}$  ?

### **EX 04:**

Un photon de  $100 \text{ keV}$  interagit avec un électron libre par effet-Compton. La masse de l'électron est  $m_e = 0.511 \text{ MeV}/c^2$ :

1. Donnez l'équation qui relie l'énergie du photon diffusé et celle du photon incident lors de l'interaction du rayonnement électromagnétique avec la matière par effet-Compton ?
2. Démontrez cette équation en se basant sur les lois de conservation de la quantité de mouvement et l'énergie ?
3. Donner l'équation qui nous permet de calculer la longueur d'onde de Compton ?
4. Donner l'équation qui nous permet de calculer l'angle de diffusion de l'électron ?
5. Calculer les valeurs maximum et minimum que peut prendre l'énergie du photon diffusé ?
6. Calculer l'énergie cinétique emportée par l'électron Compton dans chacun de ces deux cas ?



## 1 MASTER- Interaction des Rayonnements avec la Matière

### TD 04

#### Exercice 01

Un faisceau d'électrons d'énergie  $E_0=9 \text{ MeV}$  est orienté vers un écran d'eau d'épaisseur  $d$ .

Nous supposons que le transfert d'énergie linéique (*TEL*) de ce faisceau est constant et vaut  $1,5 \text{ MeV/cm}$ . L'énergie nécessaire pour créer une paire [ion positif/électrons] dans l'eau vaut  $\varpi=32 \text{ eV}$ . Calculez :

1. La distance parcourue maximale  $R_{max}$  par ces électrons.
2. Le nombre total de paires  $N_{tot}$  créées.
3. La densité linéique d'ionisation (*DLI*), nombre de paires d'ions créées par unité de longueur.

#### Exercice 02

Le tableau ci-dessous donne les pouvoirs d'arrêt  $S=dE/dx$  des particules  $\alpha$  dans l'aluminium.

$E_C \text{ (MeV)}$	$S=dE/dx \text{ (MeV/mm)}$	$E_C \text{ (MeV)}$	$S=dE/dx \text{ (MeV/mm)}$
1,00	332	6,00	145
2,00	266	7,00	130
3,00	222	8,00	119
4,00	189	9,00	109
5,00	163	10,00	102

Un faisceau de particules  $\alpha$  d'énergie cinétique égale à  $E_0 = 10\text{MeV}$  est incident sur une feuille d'aluminium d'épaisseur égale à  $e=1\mu\text{m}$ .

En supposant en première approximation le pouvoir d'arrêt des particules  $\alpha$  constant lors de la traversée de la feuille d'aluminium.

1. Calculer la perte d'énergie  $E_p$  des particules  $\alpha$  lors de la traversée de la feuille ?
2. Calculer l'épaisseur d'aluminium  $d$  pour ralentir les particules de  $10\text{MeV}$  jusqu'à  $1\text{MeV}$  ?
3. En utilisant maintenant les propriétés des différences des pouvoirs d'arrêt, calculer l'épaisseur d'aluminium  $t$  pour ralentir les particules de  $10\text{MeV}$  jusqu'à  $1\text{MeV}$  ?

### Exercice 03

Le transfert linéique d'énergie TLE, ainsi que la densité linéaire d'ionisation DLI sont donnés dans le tableau suivant pour des faisceaux de particules chargées d'énergies différentes. Ces valeurs sont données pour l'eau.

<b>Energie</b>	<b>TLE (keV/<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>DLI (ion./<math>\mu\text{m}</math>)</b>
Electrons 100 keV	4,2	130
Electrons 1,25 MeV	0,185	5,6
Electrons 5,0 MeV	0,197	5,9
Electrons 10 MeV	0,215	6,5
Electrons 20 MeV	0,245	7,4
Particules $\alpha$ 5,0 MeV	88,6	2700
Particules $\alpha$ 10 MeV	53,4	1600
Protons 5,0 MeV	7,91	240
Protons 10 MeV	4,57	140

1. Montrer que ce tableau permet d'évaluer l'énergie moyenne perdue au cours d'une ionisation dans l'eau et la calculer ?
2. Cette énergie perdue dépend-elle de l'énergie et de la nature de la particule ionisante ?
3. Comment évolue la distance parcourue dans l'eau en fonction de l'énergie ?
4. Comparer la profondeur de pénétration des différentes particules de mêmes énergies ?

### Exercice 04

Des particules  $\alpha$  de  $8,1 \text{ MeV}$  ont un parcours de  $54 \text{ mm}$  dans d'un gaz de néon de numéro atomique  $Z=10$  et de masse volumique  $1 \text{ g.l}^{-1}$ . On considère que l'énergie moyenne de formation d'une paire d'ion dans le néon est de  $50 \text{ eV}$ .

1. Calculer le transfert d'énergie linéique **TEL** ?
2. Déterminer la densité linéique d'ionisation **DLI** ?

Des particules  $\beta^-$  d'énergie  $1000 \text{ keV}$  traversent le même gaz de néon.

1. Calculer le parcours moyen **R** ?
2. Déterminer le rapport entre le **TEL** dus au rayonnement et le **TEL** dus à l'ionisation  $\text{TEL}_{\text{rad}} / \text{TEL}_{\text{ion}}$  ?