



1<sup>e</sup> SESSION EXAMEN DE MECANIQUE QUANTIQUE 2021-2022

EXAMINATEUR : Professeur Senghane MBODJI

DUREE : 2 heures

NIVEAU : L2

DOCUMENTS NON AUTORISES ! TELEPHONES ET APPAREILS ELECTRONIQUES ETEINTS !

**Exercice 1 / 8pts**

**Les questions 1 à 6 sont in dépendantes**

**Question 1 :**

L'effet Compton et l'effet photoélectrique sont deux expériences qui ont joué des rôles majeurs dans la validation du caractère corpusculaire du rayonnement postulé en 1905 par Einstein.

1. Rappeler l'hypothèse postulé par Einstein en 1905 ;
2. Préciser la grandeur mise en évidence par chaque expérience. Expliquer.

**Question 2 :**

L'effet Compton se produit-il par perte ou gain d'énergie du photon incident ? Expliquer.

**Question 3 :**

Comment évolue le décalage Compton  $\Delta\lambda = \lambda' - \lambda$  quand l'angle de diffusion augmente ;  $\lambda'$  est la longueur d'onde du photon diffusé,  $\lambda$  est la longueur d'onde du photon incident? Expliquer.

**Question 4 :**

On considère une onde lumineuse de longueur d'onde,  $\lambda$ . Donner l'expression du vecteur d'onde,  $k$ .

**Question 5 :**

On considère une onde lumineuse de longueur d'onde  $\lambda$  constituée de photons de quantité de mouvement,  $p$ . Etablir la relation entre  $p$  et le vecteur d'onde  $k$ .

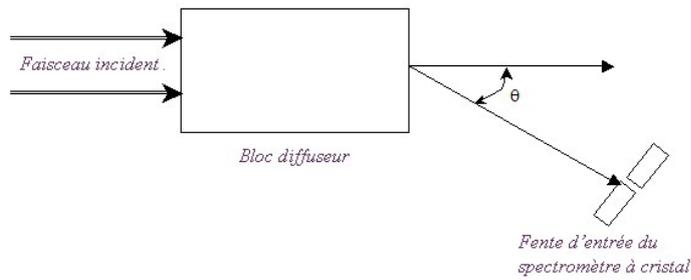
**Question 6 :**

Soit  $\Psi(r ; t)$  la fonction d'onde associée à une particule.

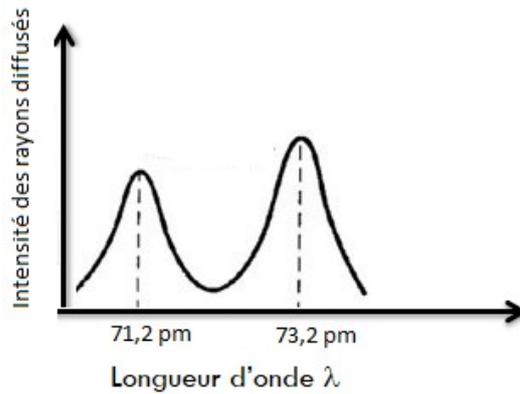
1. Cette fonction d'onde est-elle un champ vectoriel ou un champ scalaire dépendant du temps ?
2. Définir la densité de probabilité de trouver la particule, à l'instant  $t$ , dans le volume élémentaire  $d\tau = dV = d^3r$  ;
3. Définir la condition de normalisation de la fonction d'onde ;
4. Quelle est la caractéristique de la fonction d'onde pour que la condition de normalisation soit satisfaite.

**Exercice 2/ 12pts**

Le dispositif expérimental simplifié d'étude de l'effet Compton est schématisé sur la **figure 1**. Un faisceau monochromatique de rayon X tombe sur un cristal diffuseur. Les ondes diffusées sont observées à l'aide d'un spectromètre à cristal. Pour la raie de longueur d'onde  $\lambda = 71,2 \text{ pm}$  du molybdène, on obtient le spectre de raies indiquée sur la **figure 2**.



**Figure 1.**



**Figure 2.**

1. Les photons entrant dans le spectromètre ont-ils la même couleur que les photons incidents ? Justifier.
2. Déduire du graphe les valeurs de la longueur d'onde incidente,  $\lambda$  et de la longueur d'onde diffusée,  $\lambda'$ .
3. Les ondes diffusées contiennent-elles en partie, des photons de même énergie que les photons incidents ? Justifier.
4. Comparer les énergies  $E$  et  $E'$  respectivement des photons incidents et diffusés.
5. Quel effet met-on en évidence ? En déduire sa définition.
6. En exploitant les données de la **figure 2**, déterminer la valeur de l'angle  $\theta$  de diffusion (exprimée en degré).

**Donnée : Longueur d'Onde de Compton pour l'électron :  $\lambda_c = 2,43 \text{ pm}$ .**

**Bonne chance !**