

# DIFFRACTION ELECTRONIQUE ET DUALITE ONDE-CORPUSCULE



*Tube de diffraction électronique*

**BUT :**

- Illustration expérimentale de la diffraction des électrons sur un poly-cristallin.
- Vérification de la dualité onde-corpuscule.

**PRINCIPE DU TP :**

Un faisceau d'électron est accéléré en direction d'un réseau poly-cristallin de graphite (Carbone à structure hexagonale), avec une tension accélératrice notée  $U_A$ , l'énergie cinétique de ces électrons est donc :

$$e U_A = \frac{1}{2} m v^2$$

De Broglie associe à chaque électron de masse  $m$  en accélération une onde de longueur d'onde  $\lambda$ , reliée à sa quantité de mouvement  $P$  par :

$$\lambda = \frac{h}{P} = \frac{h}{m v}$$

$h$  : est la constante de Planck :  $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$  J /Sec

Donc pour tout électron en mouvement, accéléré par une tension  $U_A$ , sa longueur d'onde est donnée par :

$$\lambda_{\text{Broglie}} = \frac{h}{\sqrt{2 m \cdot e \cdot U_A}} \dots\dots\dots (1)$$

$e$  : est la charge élémentaire de l'électron :  $e = 1.602 \cdot 10^{-19}$  C

$m = 9.109 \cdot 10^{-31}$  Kg .

-Par exemple pour une tension d'accélération de **4 kv**, la longueur d'onde des électrons vaut environ **20 Pm** .  
 - Ces électrons accélérés tombent sur le réseau, caractérisé par des plans atomiques parallèles et équidistants. Lorsque la distance entre ces plans est du même ordre de grandeur que la longueur d'onde associée aux électrons (onde de De Broglie) il y a une diffraction avec le réseau, les électrons vont être déviés de leur trajectoire d'un angle  $\alpha = 2\theta$  ,voir **Fig .1** relié à la longueur d'onde associé aux ondes des électrons, et à la distance inter-réticulaire par la relation de diffraction de Bragg :

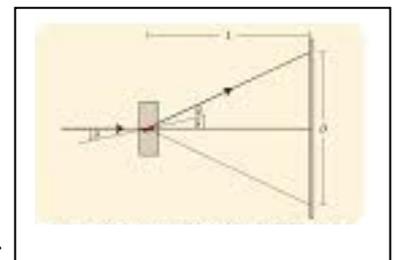
$$2 d \text{Sin}\theta = n \lambda$$

$\theta$  : L'angle de diffraction de Bragg.

$\lambda$  : La longueur d'onde du rayon de l'onde électronique.

$d$  : est la distance réticulaire qui sépare deux plans atomiques parallèles.

$n$  : L'ordre de diffraction (ordre d'interférence : un nombre entier  $n = 1 ,2 ,3\dots$ ).



**Fig 1**

Dans cette expérience, les électrons qui sont accélérés vers le réseau poly-cristallin du graphite, vont être déviés et réfractés par les plans de ce réseau, suivant un angle de diffraction  $\Theta$ , dite angle de Bragg . Et ceci donne au premier ordre de diffraction ( $n=1$ ) une image de deux anneaux de diffraction sur l'écran fluorescent, centrées autour d'une tache centrale de l'axe du faisceau incident. Les diamètres de ces anneaux  $r_1$  et  $r_2$ , dépendent de la tension accélératrice.

- Vu l'éloignement de la source et de l'écran et de projection, on considère que l'angle de déviation  $\alpha$  du faisceau des électrons est petit (qui est ici le double de l'angle  $\theta$  de diffraction de Bragg), dans ce cas que :

$$\sin(2\alpha) = 2 \sin \alpha$$

**R** : le rayon de la sphère du tube cathodique (son diamètre  $D=2R$ ).  
**r** : rayon de l'anneau d'interférence visualisé sur l'écran.

Dans la figure 2, on a :  $\sin(2\alpha) = \frac{r}{R}$

Et la déviation :  $\alpha = 2\Theta$

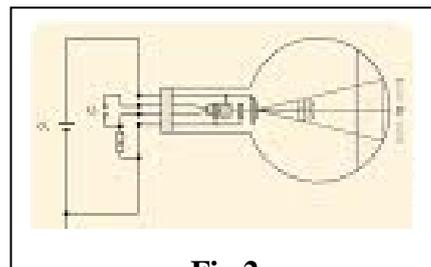


Fig 2

Donc :  $\sin(4\Theta) \approx 4 \sin(\Theta) = \frac{r}{R}$

La condition de diffraction de Bragg :  $2 d \sin\theta = n \lambda$ , nous permet d'avoir une relation entre le rayon de l'anneau de diffraction et la longueur d'onde de Bragg,  $\lambda_{Bragg}$  :

$$\lambda_{Bragg} = \left(\frac{d}{2 R n}\right) r \dots\dots\dots (2)$$

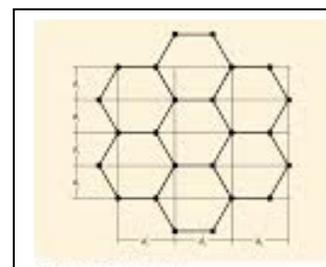
**MANIPULATION ET MESURES :**

1. Calculer la longueur d'onde de De Broglie pour une tension d'accélération de **4KV**,  $\lambda_{Broglie}$ . (eq.1)
2. Mesurer les rayons **r1** et **r2**, des deux anneaux fluorescents observés.  
 -On considère le centre de la tache fluorescente centrale comme origine. Et on mesure au centre de l'anneau.  
 -Affiner les mesures avec un pied à coulisse.

3. Calculer la longueur d'onde Bragg,  $\lambda_{Bragg}$ , (eq.2) on donne les deux distances réticulaires du réseau poly- cristallin de graphite :  
**d1= 123 pm, et d2=213 pm**, qui correspondent aux deux anneaux de rayons **r1** et **r2** respectivement ? observés au premier ordre.  
 On donne : **D=2 R=100 mm**.

4. Calculer la longueur d'onde de Bragg moyenne, déduite des deux rayons :  $\lambda_{Bragg} = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2}$

- Comparer la valeur trouvée à celle donnée par la théorie eq.3, que peut-on dire de la longueur d'onde de Bragg et de De Broglie ?
- La dualité onde-corpuscule est-elle vérifiée ?
- A' quelle gamme de rayonnement appartient la longueur d'onde obtenue ?



# DÉTERMINATION DES PARAMETRES STRUCTURALES DU GRAPHITE

## BUT :

Utilisation dispositif permettant de vérifier de la dualité onde-corpuscule pour déterminer les propriétés structurales du graphite, les distances réticulaires **d1** et **d2**.

## TRAVAIL PRATIQUE :

-Avec le même montage, observer les deux anneaux sur l'écran du tube sphérique.

-La présence de deux anneaux est due à l'existence de deux distances réticulaires **d1** et **d2** du réseau.

-On remarque que chaque rayon varie avec la tension d'accélération appliquée **U<sub>A</sub>**:

1. En variant la tension **U<sub>A</sub>** de **2,5 kv** à **5 kv** par pas de **0,5 kv**.

- Calculer alors la longueur d'onde de De Broglie pour chaque tension.

- Relever à la fois les deux rayons **r1** et **r2**, pour chaque tension.

- Compléter le tableau ci-dessous :

U <sub>A</sub> (kv)	λ <sub>Broglie</sub> (pm)	r1 (mm)	Sin θ <sub>1</sub>	r2 (mm)	Sin θ <sub>2</sub>
2,5					
3,0					

2. Tracer : **r1 = fct (λ)** , et **r2 = fct (λ)** .

-Déduire les deux distances réticulaires **d1** et **d2** du réseau poly-cristallin de graphite qui apparaissent sur l'écran, au premier ordre .

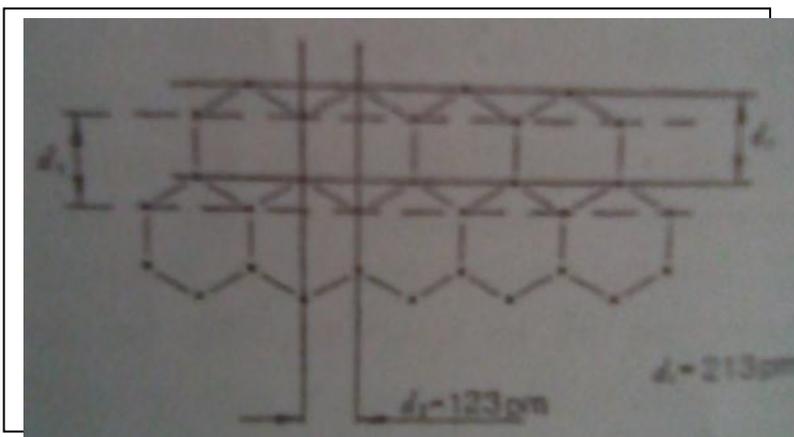


Fig 3. Structure du poly-cristallin du graphite

