



OBJECTIF

Observation de la diffraction d'électrons sur graphite polycristallin et confirmation de la nature ondulatoire des électrons

EXERCICES

- Détermination du diamètre des deux anneaux de diffraction pour différentes tensions d'accélération.
- Détermination de la longueur d'onde des électrons pour différentes tensions d'accélération à partir de la condition de Bragg.
- Confirmation de l'hypothèse de Broglie pour la longueur d'onde.

RESUME

La diffraction d'électrons sur un film graphite polycristallin démontre la nature ondulatoire des électrons. L'on observe sur l'écran fluorescent des tubes de diffraction d'électrons deux anneaux de diffraction placés autour d'une tâche centrale dans la direction du faisceau. Ces anneaux sont générés par la diffraction d'électrons sur les plans réticulaires des microcristaux sur le film graphite qui satisfont à la condition de Bragg. L'observation est comparable au résultat de la diffraction Debye-Scherrer de rayons X sur une poudre cristalline.

DISPOSITIFS NECESSAIRES

Nombre	Appareil	Référence
1	Tube de diffraction d'électrons S	1013889
1	Support pour tube S	1014525
1	Alimentation haute tension 5 kV (230 V, 50/60 Hz)	1003310 ou
	Alimentation haute tension 5 kV (115 V, 50/60 Hz)	1003309
1	Jeu de 15 cordons de sécurité, 75 cm	1002843

GENERALITES

En 1924, Louis de Broglie émet l'hypothèse que les particules possèdent fondamentalement des caractéristiques ondulatoires où la longueur d'onde dépend de l'impulsion. Ses réflexions ont été confirmées par C. Davisson et L. Germer par le biais de la diffraction d'électrons sur du nickel cristallin.

Pour expliquer le rapport entre la longueur d'onde λ d'une particule et son impulsion p , de Broglie pose l'équation

$$(1) \quad \lambda = \frac{h}{p}$$

h : Constante de Planck

Cette équation peut être transformée, pour les électrons qui ont subi une tension d'accélération U_A en l'équation



$$(2) \quad \lambda = \frac{h}{\sqrt{2 \cdot m \cdot e \cdot U_A}}$$

m : Masse d'électron, e : Charge élémentaire

Si la tension d'accélération est de 4 kV, il est alors possible d'attribuer aux électrons une longueur d'onde d'environ 20 pm. Dans l'expérience, la nature ondulatoire des électrons dans un tube de verre sous vide est démontrée par diffraction sur graphite polycristallin. Sur l'écran fluorescent du tube en verre, l'on observe des anneaux de diffraction autour d'une tâche centrale dans la direction du faisceau et dont le diamètre dépend de la tension d'accélération. Ces anneaux sont générés par diffraction d'électrons sur les plans réticulaires de microcristaux qui satisfont à la condition de Bragg

$$(3) \quad 2 \cdot d \cdot \sin \vartheta = n \cdot \lambda$$

ϑ : Angle de Bragg, n : Ordre de diffraction,
 d : Distance entre les plans réticulaires

(cf. fig. 2). Le diamètre de l'anneau de diffraction attribué à l'angle de Bragg ϑ est de

$$(4) \quad D = 2 \cdot L \cdot \tan 2\vartheta$$

L : Distance entre film graphite et écran fluorescent.

Comme le graphite présente une structure cristalline avec deux distances de plans réticulaires $d_1 = 123$ pm et $d_2 = 213$ pm (cf. fig. 3), l'on observera dans le premier ordre de diffraction ($n = 1$) deux anneaux de diffraction avec les diamètres D_1 et D_2 .

EVALUATION

La longueur d'onde λ peut être définie à partir des diamètres des deux anneaux de diffraction et des distances de plans réticulaires en appliquant la condition de Bragg. Pour un petit angle d'ouverture, l'on obtient :

$$\lambda = 2 \cdot d_{1/2} \cdot \sin \left(\frac{1}{2} \cdot \arctan \left(\frac{D_{1/2}}{2 \cdot L} \right) \right)$$

La longueur d'onde ainsi calculée sera comparée avec celle calculée avec (2).

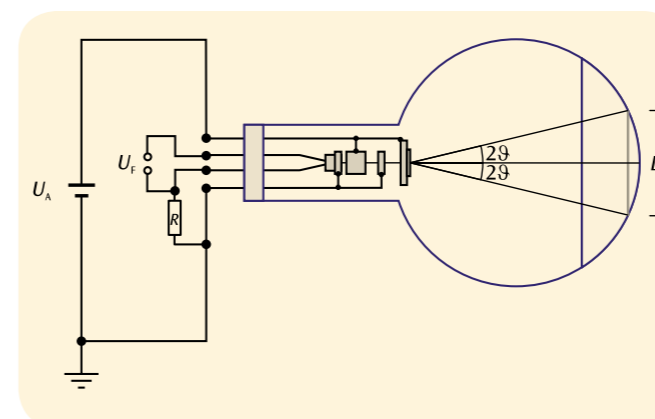


Fig. 1 Représentation schématique des tubes de diffraction d'électrons

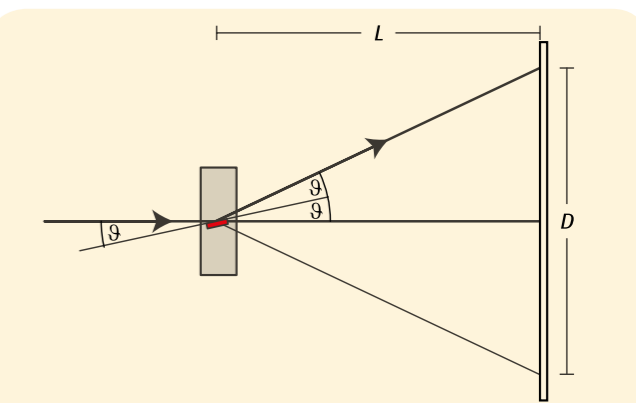


Fig. 2 Réflexion de Bragg sur un ensemble « adapté » de plans réticulaires d'un cristal sélectionné sur un film graphite

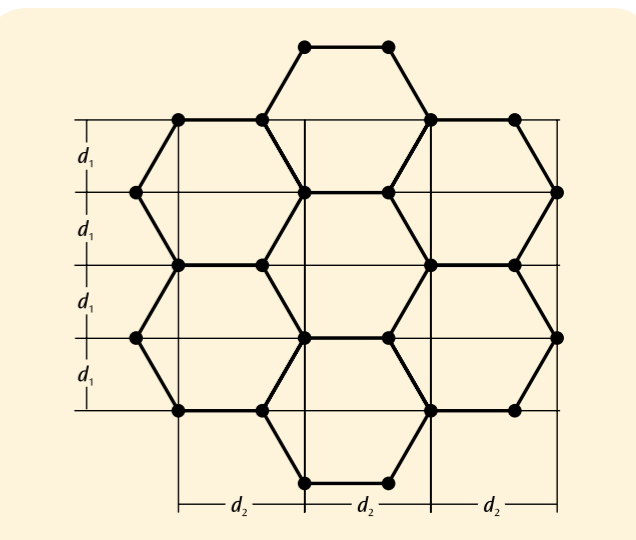


Fig. 3 Structure cristalline du graphite

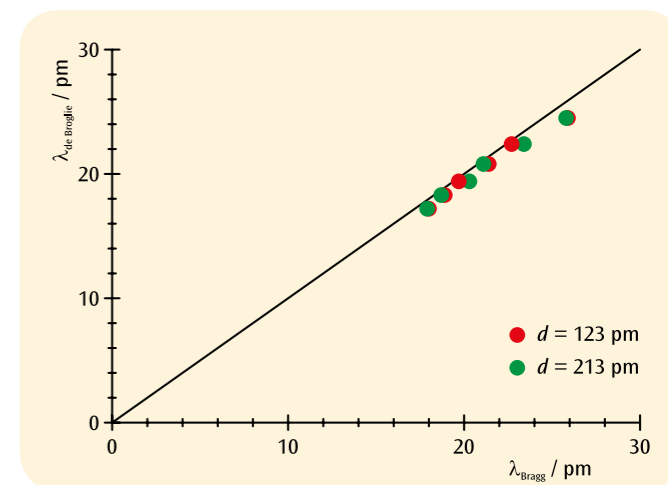


Fig. 4 Longueur d'onde calculée à partir de la condition de Bragg en fonction de la longueur d'onde de Broglie