

Fig. 1 Principe de mesure

EXERCICES

- Enregistrer les spectres de diffraction du rayonnement X d'une anode de cuivre sur des cristaux de structure NaCl.
- Déterminer les constantes de réseau et comparer avec la taille des composants cristallins.

OBJECTIF

Déterminer les constantes de réseau des cristaux à structure NaCl

RESUME

La mesure de la réflexion de Bragg est une méthode d'analyse importante réalisée avec des rayons X sur des monocristaux. Le rayonnement X est réfléchi sur les plans réticulaires du cristal et les ondes partielles réfléchies aux différents plans interfèrent de façon constructive entre elles si la condition de Bragg est remplie. En connaissant la longueur d'onde du rayonnement X, on peut calculer les distances interréticulaires. L'expérience étudie et compare des cristaux de structure NaCl.

DISPOSITIFS NECESSAIRES

Nombre	Appareil	Référence
1	Appareil à rayons X (230 V, 50/60 Hz)	1000657 ou
	Appareil à rayons X (115 V, 50/60 Hz)	1000660
1	Kit de base Bragg	1008508
1	Accessoires de cristallographie	1000666
1	Bragg Contrôle	1012871

2

GENERALITES

Une méthode d'étude importante sur des monocristaux à l'aide de rayons X remonte à H. W. et W. L. Bragg qui ont interprété l'agencement régulier des atomes ou des ions dans le cristal comme des plans réticulaires parallèles occupés par les composants du réseau. L'onde plane incidente du rayonnement X est réfléchi sur ces plans réticulaires, la longueur d'onde du rayonnement X restant inchangée.

Les sens de rayonnement perpendiculaires aux fronts d'ondes de l'onde incidente et de l'onde réfléchi remplissent la condition « angle d'incidence = angle de réflexion ». En outre, les ondes partielles réfléchies par les différents plans réticulaires interfèrent entre elles. L'interférence est constructive si le retard Δ entre les ondes partielles représente un multiple entier de la longueur d'onde λ .

Le retard peut être calculé à l'aide de la Fig. 1. On obtient

$$(1) \quad \Delta = 2 \cdot d \cdot \sin \vartheta$$

d : distance interréticulaire
 ϑ : angle d'incidence / angle de réflexion

Aussi, la condition pour une interférence constructive est la suivante :

$$(2) \quad 2 \cdot d \cdot \sin \vartheta_n = n \cdot \lambda.$$

En utilisant donc un rayonnement X monochromatique de longueur d'onde connue, on peut déterminer la distance interréticulaire d en mesurant l'angle.

Dans la pratique, on tourne pour cela le monocristal dans un angle ϑ par rapport au sens de l'incidence, tout en pivotant en même temps le tube Geiger-Müller dans un angle 2ϑ (voir Fig. 2). La condition (2) est très précisément remplie lorsque le tube enregistre l'intensité maximale.

L'expérience utilise le rayonnement X caractéristique d'un tube à rayons X équipé d'une anode en cuivre. En font partie le rayonnement K_α de longueur d'onde $\lambda = 154 \text{ pm}$ et le rayonnement K_β de longueur d'onde $\lambda = 138 \text{ pm}$. Un filtre Ni permet de masquer largement le rayonnement K_β , car le bord d'absorption du nickel se situe entre les deux longueurs d'onde mentionnées. En plus du rayonnement caractéristique, le tube à rayons X émet toujours un rayonnement de freinage d'une répartition spectrale continue. On l'observe dans les courbes de mesure comme un « arrière-plan » sous les pics du rayonnement caractéristique.

L'expérience étudie des monocristaux cubiques qui sont coupés parallèlement à la surface (100). C'est pourquoi il est facile d'identifier les plans réticulaires significatifs pour la réflexion de Bragg. Pour augmenter la précision de mesure, on mesure plusieurs ordres de diffraction.

On dispose d'un cristal LiF et d'un cristal NaCl. Des mesures complémentaires peuvent être réalisées sur un cristal KCl et sur un cristal RbCl. Tous présentent la même structure cristalline, dans laquelle deux types d'atome occupent en alternance les emplacements du réseau. Aussi, la distance interréticulaire d correspond à la demi-constante de réseau a .

EVALUATION

En appliquant l'équation (2), on obtient l'équation suivante pour déterminer la constante de réseau recherchée :

$$a = 2 \cdot d = \lambda_{K\alpha} \cdot \frac{n}{\sin \vartheta_n}$$

Une comparaison entre les valeurs obtenues pour NaCl, KCl et RbCl montre que la constante de réseau est en corrélation avec la taille des ions alcalino-terreux. Les constantes de réseau de LiF et de NaCl se distinguent également, car les composants des cristaux présentent des tailles différentes.

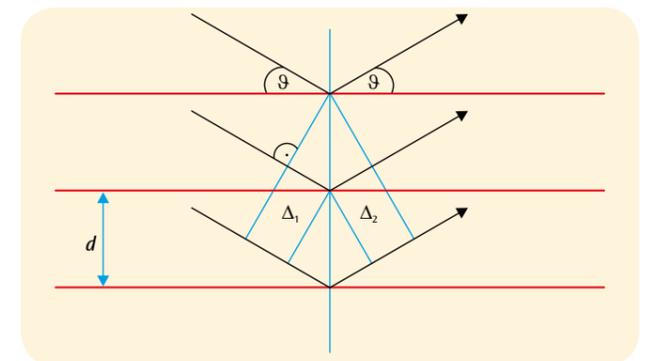


Fig. 2 Représentation pour dériver la condition de Bragg

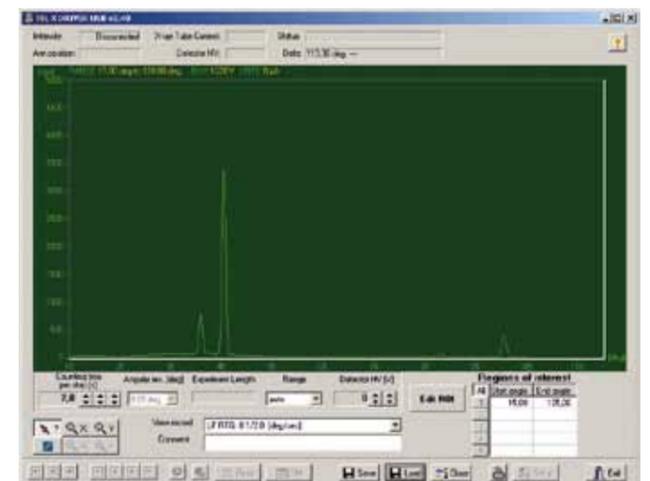


Fig. 3 Courbe de Bragg sur le NaCl

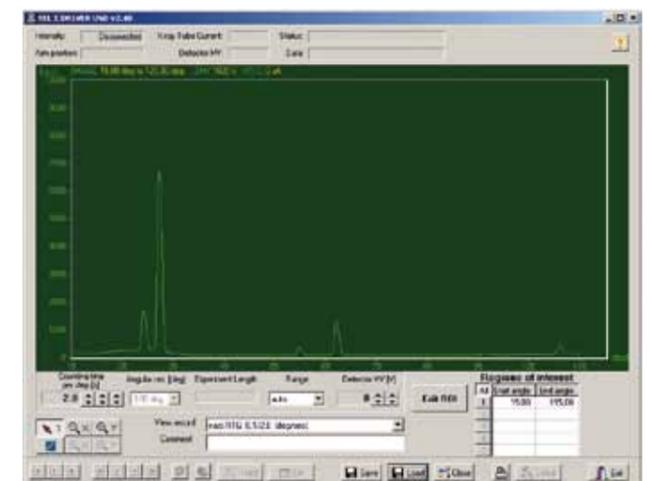


Fig. 4 Courbe de Bragg sur le LiF



Fig. 5 Cristal NaCl