|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | ***Narodowe Centrum Badań Jądrowych******Dział Edukacji i Szkoleń******ul. Andrzeja Sołtana 7, 05-400 Otwock-Świerk*** | 20141007 logo DEiS20141007 logo DEiS20141007 logo DEiS |

|  |  |
| --- | --- |
| ĆWICZENIE13b | LABORATORIUM FIZYKI ATOMOWEJ I JĄDROWEJDyfrakcja promieni X na monokrysztale |

# 1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest obserwacja rozpraszania braggowskiego promieniowania charakterystycznego na monokrysztale, wyznaczenie długości fali dla promieniowania *Kα* i *Kβ* z molibdenu, potwierdzenie słuszności prawa Bragga oraz weryfikacja natury falowej promieni X.

# 2. Wstęp teoretyczny

## 1. Opis zjawiska

W roku 1913 William Henry i William Lawrence Braggowie (ojciec i syn) zauważyli, że w kryształach można wyróżnić rozmaite płaszczyzny atomowe, różniące się gęstością obsadzenia na nich atomów, a także odległościami pomiędzy identycznymi płaszczyznami. Zakładając falową naturę promieniowania X można przypuszczać (zgodnie z *zasadą Huygensa*), że każdy element takiej płaszczyzny może być potraktowany jako punkt rozpraszający, będący źródłem fali kulistej. Czoło fali złożonej z takich kulistych fal „odbitych” od różnych punktów tworzy płaszczyznę – fala „odbita” jest więc falą płaską, podobnie jak padająca.

## 2. Hipoteza

Można napisać warunek konstruktywnej interferencji fal odbitych od dwóch kolejnych płaszczyzn: różnica dróg optycznych (tutaj równa *2d*sin*θ*, gdzie *θ* oznacza kąt padania – patrz rys. 1) powinna być równa wielokrotności długości fali padającej (czyli *nλ*, gdzie *n* oznacza tzw. *rząd ugięcia*):

|  |  |
| --- | --- |
| *nλ* = *2d*sin*θ* | (1) |

Spodziewamy się zatem, że pod konkretnymi kątami będą odbite tylko fale o określonych długościach. Powyższe równanie jest znane pod nazwą *prawo Bragga*.

W ćwiczeniu zaobserwujemy ugięcie wiązki charakterystycznego promieniowania rentgenowskiego *Kα* i *Kβ* z molibdenowej lampy rentgenowskiej na płaszczyznach krystalicznych NaCl, między którymi odległość *d* wynosi 282,01 pm. Energie promieniowania *Kα* i *Kβ* dla molibdenu wynoszą odpowiednio 17,443 keV i 19,651 keV, co odpowiada długościom fali równym 71,080 pm i 63,095 pm. Po uwzględnieniu rzędu ugięcia spodziewamy się zatem obserwować maksima widma dla kątów równych 7,24° (przy *n*=1), 14,60° (*n*=2) i 22,21° (*n*=3) dla promieniowania *Kα* oraz 6,42°, 12,93° i 19,61° dla promieniowania *Kβ*.

Oprócz maksimów dyfrakcyjnych związanych z powyższymi ugięciami, w otrzymanym widmie zauważymy też promieniowanie hamowania (niem. *Bremsstrahlung*), zajmujące szeroki przedział długości fal.

*θ*

*d* sin*θ*

*θ*

*λ*

*d*

**Rys. 1. Ilustracja prawa Bragga.**

# 3. Przebieg doświadczenia

### **A)** Włączyć urządzenie pomiarowe X-Ray Apparatus w konfiguracji z monokryształem NaCl.

### **B)** Włączyć komputer i uruchomić program „X-Ray Apparatus”.

### **C)** Ustawić napięcie pracy U = 35 kV, prąd emisji 1,00 mA, czas pojedynczego pomiaru Δt = 5 s, przyrost kąta Δβ = 0,1°.

### **D)** Nacisnąć przycisk COUPLED.

### **E)** Ustawić dolną granicę kąta stolika na 3°, a górną na 25°.

### **F)** Nacisnąć przycisk SCAN, który uruchomi automatyczny pomiar (czas trwania pomiaru to ok. 20 minut).

### **G)** Po skończonym pomiarze odczytać położenia maksimów wykresu, korzystając z funkcji „Calculate Peak Center” programu „X-ray Apparatus” (opisanej w odpowiednim dokumencie) i zapisać je w tabeli 1.

### **H)** Na podstawie zmierzonych kątów i wzoru (1) obliczyć długości fali odpowiadające kolejnym rzędom ugięcia i wpisać je w odpowiednie pola tabeli 1. Porównać je z wartościami literaturowymi.

### **I)** Oszacować niepewności pomiarowe zmierzonych i obliczonych wielkości.

|  |
| --- |
| Tabela 1 |
| *n* | *Kα dla molibdenu* | *Kβ dla molibdenu* |
| *θ* [°] | *λ* [pm] | *θ* [°] | *λ* [pm] |
| 1 |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |
|  | *λ średnia* |  | *λ średnia* |  |
|  | *λ teoretyczna* | 71,08 | *λ teoretyczna* | 63,09 |