



ĆWICZENIE

13b

LABORATORIUM FIZYKI ATOMOWEJ I JĄDROWEJ

Dyfrakcja promieni X na monokryształach

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest obserwacja rozpraszania braggowskiego promieniowania charakterystycznego na monokryształach, wyznaczenie długości fali dla promieniowania K_α i K_β 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

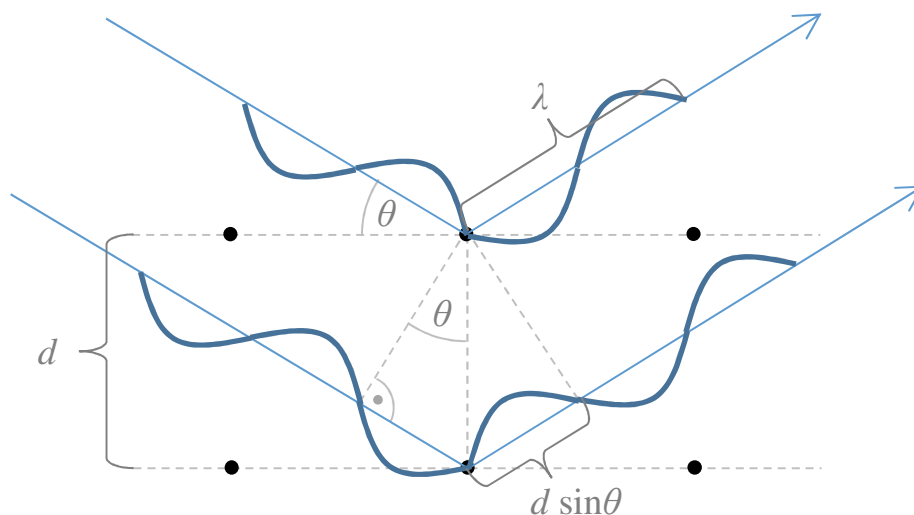
Można napisać warunek konstruktywnej interferencji fal odbitych od dwóch kolejnych płaszczyzn: różnica dróg optycznych (tutaj równa $2d\sin\theta$, gdzie θ oznacza kąt padania – patrz rys. 1) powinna być równa wielokrotności długości fali padającej (czyli $n\lambda$, gdzie n oznacza tzw. *rzęd ugięcia*):

$$n\lambda = 2d\sin\theta \quad (1)$$

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 K_α i K_β z molibdenowej lampy rentgenowskiej na płaszczyznach krystalicznych NaCl, między którymi odległość d wynosi 282,01 pm. Energie promieniowania K_α i K_β 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 $7,24^\circ$ (przy $n=1$), $14,60^\circ$ ($n=2$) i $22,21^\circ$ ($n=3$) dla promieniowania K_α oraz $6,42^\circ$, $12,93^\circ$ i $19,61^\circ$ dla promieniowania K_β .

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



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 $\Delta t = 5$ s, przyrost kąta $\Delta\beta = 0,1^\circ$.
- 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	K_α dla molibdenu		K_β dla molibdenu	
	θ [°]	λ [pm]	θ [°]	λ [pm]
1				
2				
3				
	λ średnia		λ średnia	
	λ teoretyczna	71,08	λ teoretyczna	63,09