



Szkoła z przyszłością

szkolenie współfinansowane przez Unię Europejską
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego



Narodowe Centrum Badań Jądrowych, ul. Andrzeja Sołtana 7, 05-400 Otwock-Świerk

ĆWICZENIE	LABORATORIUM FIZYKI ATOMOWEJ I JĄDROWEJ
13b	Dyfrakcja promieni X na monokryształach
Data pomiaru:	
Imię i nazwisko:	
Imię i nazwisko:	

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.

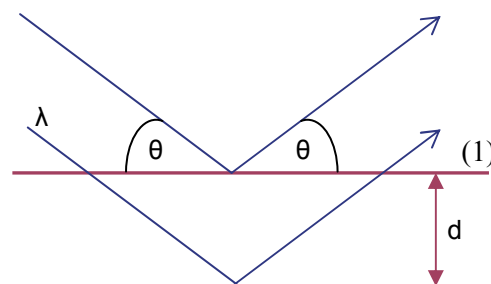
W ćwiczeniu zaobserwujemy ugięcie wiązki charakterystycznego promieniowania rentgenowskiego K_α i K_β (z molibdenowej lampy rentgenowskiej) na płaszczyznach krystalicznych NaCl, odległość d między którymi wynosi 282,01 pm. Oprócz maksimów dyfrakcyjnych związanych z powyższymi ugięciami, w otrzymanym widmie zauważymy też promieniowanie hamowania (bremsstrahlung), zajmujące szeroki przedział długości fal.

2. WSTĘP TEORETYCZNY

W roku 1913 bracia Henry i William Braggowie 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 będzie mógł być potraktowany jako punkt rozpraszający, będący źródłem fali kulistej. Czoło fali złożonej z takich kulistych fal "odbitych" tworzy płaszczyznę - fala "odbita" jest więc falą płaską, podobnie jak padająca. Rozpatrując "odbicia" w sposób analogiczny do odbić światła od luster można łatwo napisać warunek konstruktywnej interferencji fal odbitych od dwóch kolejnych płaszczyzn: różnica dróg optycznych ($2d\sin\theta$, gdzie θ oznacza kąt padania - patrz rysunek) powinna być równa wielokrotności długości fali padającej $n\lambda$, gdzie n oznacza tzw. *rząd ugięcia*:

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

Powyższe równanie jest znane pod nazwą *prawa Bragga* (rys. 1).



Rys. 1

Cechy promieniowania charakterystycznego lampy molibdenowej:

	E [keV]	λ [pm]
K_{α}	17,443	71,080
K_{β}	19,651	63,095

Kąty braggowskie trzech kolejnych rzędów ugięcia dla promieniowania charakterystycznego:

n	$\theta(K_{\alpha})$	$\theta(K_{\beta})$
1	7,24°	6,42°
2	14,60°	12,93°
3	22,21°	19,61°

3. PRZEBIEG DOŚWIADCZENIA

A) Ustawić stolik próbki w odległości 5 cm od kolimatora i 6 cm od szczeliny przed detektorem.

B) Umocować kryształ NaCl na stoliku próbki.

C) Ustawić położenia „zerowe”.

D) Uruchomić program „X-ray Apparatus”.

E) Ustawić napięcie pracy $U = 35$ kV, prąd emisji 1,00 mA, czas pojedynczego pomiaru $\Delta t = 10$ s, przyrost kąta $\Delta\beta = 0,1^{\circ}$.

F) Nacisnąć przycisk COUPLED.

G) Ustawić dolną granicę kąta stolika na 2° , a górną na 25° .

H) Nacisnąć przycisk SCAN.

I) Po skończonym pomiarze zapisać wyniki pod nadaną nazwą (czas trwania pomiaru ok. 45 minut).

J) Sprawdzić, że maksima dyfrakcyjne pojawiają się przy kątach wynikających z podstawowego prawa ugięcia, tzw. prawa Bragga: $n\lambda = 2d\sin\theta$ ($d = 282,01$ pm) i odwrotnie - z położenia maksimów (kątów θ) i znajomości odległości międzypłaszczyznowej d można otrzymać wartości długości fal promieniowania charakterystycznego K_{α} i K_{β} .

TABELA

n	K_{α} dla molibdenu		K_{β} dla molibdenu	
	θ [st.]	λ [pm]	θ [st.]	λ [pm]
1				
2				
3				
	$\lambda_{\text{średnia arytm.}}$		$\lambda_{\text{średnia arytm.}}$	
	$\lambda_{\text{teoretyczna}}$	71,08	$\lambda_{\text{teoretyczna}}$	63,09