



ĆWICZENIE <b>13a</b>	LABORATORIUM FIZYKI ATOMOWEJ I JĄDROWEJ <b>Badanie widma energetycznego lampy rentgenowskiej w funkcji napięcia oraz natężenia prądu emisji lampy</b>
Data pomiaru: .....	
Imię i nazwisko: .....	
Imię i nazwisko: .....	

## 1. CEL ĆWICZENIA

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie widma promieniowania molibdenowej lampy rentgenowskiej przy użyciu braggowskiego rozpraszania od monokryształu NaCl, zinterpretowanie poszczególnych składowych widma oraz sprawdzenie zależności widma promieniowania hamowania od napięcia na lampie oraz jej prądu emisji.

## 2. WSTĘP TEORETYCZNY

Promieniowanie rentgenowskie powstaje wskutek gwałtownego hamowania elektronów w materii. Klasyczna elektrodynamika pokazuje, że przy energiach początkowych elektronów do ok. 50 keV, promieniowanie to powstaje głównie w kierunku prostopadłym do wektora przyspieszenia (hamowania) elektronów, a więc prostopadle do biegu wiązki elektronów w lampie. Energia *promieniowania hamowania* (Bremsstrahlung) obejmuje przedział od zera do możliwej (ze względu na prawo zachowania energii) energii maksymalnej równej energii elektronów padających na anodę (*antykatodę*) lampy.

Gdy energia padających elektronów przewyższa pewną wartość krytyczną, wówczas na tle promieniowania hamowania pojawia się w widmie tzw. promieniowanie charakterystyczne: seria linii odpowiadających przejściom elektronów z wyższych powłok elektronowych na niższe. Energie tych linii równe są zatem odstępom pomiędzy poziomami energetycznymi elektronów w atomach antykatody. Oznaczając kolejne powłoki elektronowe literami K, L, M, N i O, promieniowanie charakterystyczne związane z przejściem elektronów na powłokę K z powłoki L będziemy oznaczali symbolem  $K_{\alpha}$ , z powłoki M -  $K_{\beta}$ , z N  $K_{\gamma}$ , a z O -  $K_{\delta}$ . Podobnie przejścia na powłokę L z powłok M, N i O generują linie promieniowania oznaczane odpowiednio  $L_{\alpha}$ ,  $L_{\beta}$  i  $L_{\gamma}$ .

W ćwiczeniu wykorzystamy *rozpraszanie braggowskie* 1. rzędu od kryształu NaCl, które pozwoli nam na otrzymanie widma promieniowania w funkcji długości fali  $\lambda$  lub energii  $E = hc/\lambda$ , gdzie  $h$  oznacza stałą Plancka, a  $c$  - prędkość światła.

### 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 prąd emisji  $I = 1,00$  mA, czas pomiaru  $\Delta t = 10$  s, skok kątowy  $\Delta\beta = 0,1^\circ$ .
- F) Nacisnąć przycisk COUPLED i ustawić dolną granicę kątową na  $2,5^\circ$ , a górną na  $12,5^\circ$ .
- G) Ustawić napięcie lampy na  $U = 15$  keV, nacisnąć przycisk COUPLED, a następnie SCAN, by zmierzyć widmo (pomiar trwa ok. 20 min.).
- H) Powtórzyć punkt G dla  $U = 20$  kV, 25 kV, 30 kV i 35 kV.
- I) Aby otrzymać wykres w funkcji długości fali należy otworzyć okno dialogowe "Settings" (lub przez klawisz F5) i na tabliczce "Crystal" nacisnąć przycisk "Enter NaCl". Aby zachować widmo pod wybraną nazwą - nacisnąć klawisz F2.
- J) Ustawić napięcie lampy na  $U = 35$  kV i wykonać serię pomiarów widm dla  $I = 0,40$  mA, 0,60 mA, 0,80 mA i 1,00 mA. Wykonać następnie czynności opisane w punkcie I.

### 4. OPRAWIANIE WYNIKÓW

- A) Wczytać widma zmierzone przy różnych napięciach anodowych.
- B) Ustawić kursor na maksima w kolejnych widmach. Prawym przyciskiem myszy wejść do funkcji obliczeń i wybrać, kolejno dla każdej krzywej, "Calculate peak center" oraz zaznaczyć "całkowitą szerokość" piku lewym przyciskiem myszy. Z wyznaczonych długości fal dla poszczególnych linii należy obliczyć wartości średnie długości fali dla promieniowania charakterystycznego  $K_\alpha$  i  $K_\beta$ .
- C) Załadować widma zmierzone przy różnych prądach emisji.
- D) Powtórzyć czynności opisane w punkcie B.
- E) Wybrać w poleceniach Menu "Display coordinates" (pokaż współrzędne) i wyznaczyć natężenia  $R(K_\alpha)$  i  $R(K_\beta)$  maksimów dyfrakcyjnych oraz maksimum  $R_C$  promieniowania hamowania. Narysować wykres zależności tych natężeń od prądu emisji.
- F) Podać wnioski płynące z doświadczeń.

TABELA

$U$ [kV]	$\lambda(K_\alpha)$ [pm]	$\lambda(K_\beta)$ [pm]
15		
20		
25		
30		
35		
$\lambda$ średnia		
$\lambda$ teoretyczna	71,080	63,095

$I$ [mA]	$\lambda(K_\alpha)$ [pm]	$\lambda(K_\beta)$ [pm]
0,4		
0,6		
0,8		
1,0		
$\lambda$ średnia		
$\lambda$ teoretyczna	71,080	63,095

$I$ [mA]	$R(K_\alpha)$	$R(K_\beta)$	$R_c$
0,4			
0,6			
0,8			
1,0			