



1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zmierzenie widma promieniowania z molibdenowej lampy rentgenowskiej bez filtra i z filtrem cyrkonowym oraz obliczenie pochłaniania promieniowania X przez filtr cyrkonowy.

2. Wstęp teoretyczny

1. Opis zjawiska

Promieniowanie X podczas przejścia przez materię jest pochłaniane i rozpraszane, przy czym efekt pochłaniania często dominuje. Efekt ten związany jest z jonizacją atomów ośrodka. Podczas jonizacji usuwany jest elektron z powłoki atomowej, np. powłoki K. Jest to jednak możliwe tylko wtedy, gdy energia fotonu X (równa $E = hc/\lambda$) przewyższa energię wiązania E_K elektronu na powłoce. Jeśli więc przez dany ośrodek przepuścimy strumień fotonów o różnych energiach, to część z nich zostanie pochłonięta znacznie wydajniej. Można zaobserwować gwałtowny wzrost pochłaniania powyżej pewnej energii E_K , charakterystycznej dla danego ośrodka. Energii tej odpowiada długość fali $\lambda_K = hc/E_K$, poniżej której pochłanianie jest znacznie większe, zaś samo zjawisko istnienia takiej granicy określa się mianem *krawędzi absorpcji*.

Wartości krawędzi absorpcji λ_K należy odróżniać od długości fal promieniowania charakterystycznego:

$$\lambda(K_\alpha) = \frac{h \cdot c}{E_K - E_L} \quad (1)$$

oraz

$$\lambda(K_\beta) = \frac{h \cdot c}{E_K - E_M} \quad (2)$$

Ewidentnie λ_K musi być krótsze od $\lambda(K_\alpha)$ i $\lambda(K_\beta)$. Wszystkie trzy długości fali zależą od liczby atomowej pierwiastków emitującego promieniowanie charakterystyczne i pochłaniającego to promieniowanie. Dane literaturowe są następujące:

pierwiastek	Z	$\lambda(K_\alpha)$ [pm]	$\lambda(K_\beta)$ [pm]	λ_K [pm]
cyrkon (Zr)	40	78,74	70,05	68,88
niob (Nb)	41	74,77	66,43	65,31
molibden (Mo)	42	71,08	63,09	61,99

2. Hipoteza

Wartość krawędzi absorpcji λ_K dla cyrkonu wynosi 68,88 pm, więc leży pomiędzy długościami promieniowania charakterystycznego K_α i K_β emitowanego z lampy molibdenowej, które wynoszą

odpowiednio 71,08 pm i 63,09 pm. Można zatem spodziewać się, że wstawienie filtru cyrkonowego w strumień promieniowania X z tej lampy spowoduje selektywne pochłonięcie części promieniowania charakterystycznego przez nią emitowanego. Porównując natężenie promieniowania K_α i K_β bez filtru i z filtrem cyrkonowym będzie można potwierdzić istnienie krawędzi absorpcji oraz określić skuteczność filtrowania promieniowania rentgenowskiego. Wygodnie jest w tym celu wyznaczyć dwie wielkości:

- transmisję $T = R/R_0$, która określa stosunek natężenia promieniowania przepuszczonego R do natężenia promieniowania padającego na filtr R_0 ,
- stosunek natężenia promieniowania o konkretnej energii do całego promieniowania charakterystycznego emitowanego z lampy, $V = R(K_\beta) / (R(K_\alpha) + R(K_\beta))$.

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 parametry pracy: $U = 30$ kV, $I = 1,00$ mA, $\Delta\beta = 0,1^\circ$, $\Delta t = 10$ s, tryb pracy COUPLED, pomiar od kąta równego $4,2^\circ$ do $8,3^\circ$.

D) Uruchomić pomiar przyciskiem SCAN.

E) Po zakończeniu pomiaru umieścić filtr cyrkonowy na kolimatorze lampy i powtórzyć punkt D.

F) Aby otrzymać wykres w funkcji długości fali należy otworzyć okno dialogowe „Settings” (lub poprzez klawisz F5) i na zakładce „Crystal” nacisnąć przycisk „Enter NaCl”.

G) Przy pomocy polecenia „Calculate Integral” obliczyć całkowite natężenie promieniowania poszczególnych linii widmowych promieniowania charakterystycznego K_α i K_β , zarówno bez filtra, jak i z filtrem cyrkonowym. Obliczone wartości wpisać w odpowiednie pola tabeli 1.

H) Uzupełnić tabelę 1 o wartości T i V obliczone na podstawie zmierzonych natężeń promieniowania.

I) Podać wnioski z pomiaru. Czy filtr cyrkonowy pozwala skutecznie filtrować promieniowanie z molibdenowej lampy rentgenowskiej?

Tabela 1			
	$R(K_\alpha)$	$R(K_\beta)$	V
bez filtra			
z filtrem Zr			
transmisja T			