



ĆWICZENIE

13c

LABORATORIUM FIZYKI ATOMOWEJ I JĄDROWEJ

## Wyznaczanie krawędzi absorpcji

### 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  $\lambda_K$  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  $\lambda_K$  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]	$\lambda_K$ [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  $\lambda_K$  dla cyrkonu wynosi 68,88 pm, więc leży pomiędzy długościami promieniowania charakterystycznego  $K_\alpha$  i  $K_\beta$  emitowanego z lampy molibdenowej, które wynoszą

odpowiednio 71,08 pm i 63,09 pm. Można zatem spodziewać się, że wstawienie filtra cyrkonowego w strumień promieniowania X z tej lampy spowoduje selektywne pochłonięcie części promieniowania charakterystycznego przez nią emitowanego. Porównując natężenie promieniowania  $K_\alpha$  i  $K_\beta$  bez filtra 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  $K_\alpha$  i  $K_\beta$ , 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 $T$			