|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | ***Narodowe Centrum Badań Jądrowych******Dział Edukacji i Szkoleń******ul. Andrzeja Sołtana 7, 05-400 Otwock-Świerk*** | 20141007 logo DEiS20141007 logo DEiS20141007 logo DEiS |

|  |  |
| --- | --- |
| ĆWICZENIE13c | LABORATORIUM FIZYKI ATOMOWEJ I JĄDROWEJWyznaczanie 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/λ*) przewyższa energię wiązania *EK* 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 *EK*, charakterystycznej dla danego ośrodka. Energii tej odpowiada długość fali *λK* = *hc/EK*, poniżej której pochłanianie jest znacznie większe, zaś samo zjawisko istnienia takiej granicy określa się mianem *krawędzi absorpcji*.

Wartości krawędzi absorpcji *λK* należy odróżniać od długości fal promieniowania charakterystycznego:

|  |  |
| --- | --- |
| $$λ\left(K\_{α}\right)=\frac{h∙c}{E\_{K}-E\_{L}}$$ | (1) |

oraz

|  |  |
| --- | --- |
| $$λ\left(K\_{β}\right)=\frac{h∙c}{E\_{K}-E\_{M}}$$ | (2) |

Ewidentnie *λK* musi być krótsze od *λ*(*Kα*)i*λ*(*Kβ*)*.* Wszystkie trzy długości fali zależą od liczby atomowej pierwiastków emitującego promieniowanie charakterystyczne i pochłaniającego to promieniowanie. Dane literaturowe są następujące:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **pierwiastek** | ***Z*** | ***λ*(*Kα*) [pm]** | ***λ*(*Kβ*) [pm]** | ***λK* [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 *λK* dla cyrkonu wynosi 68,88 pm, więc leży pomiędzy długościami promieniowania charakterystycznego *Kα* i *Kβ* 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 *Kα* i*Kβ* 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/R0*, która określa stosunek natężenia promieniowania przepuszczonego *R* do natężenia promieniowania padającego na filtr *R0*,
* stosunek natężenia promieniowania o konkretnej energii do całego promieniowania charakterystycznego emitowanego z lampy, *V* = *R*(*Kβ*) / ( *R*(*Kα*) + *R*(*Kβ*) ).

# 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, Δβ = 0,1°, Δt = 10 s, tryb pracy COUPLED, pomiar od kąta równego 4,2° do 8,3°.

### **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 *Kα* i*Kβ*, 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*(*Kα*) | *R*(*Kβ*) | *V* |
| bez filtra |  |  |  |
| z filtrem Zr |  |  |  |
| transmisja *T* |  |  |  |