Narodowe Centrum Badań Jądrowych
Dział Edukacji i Szkoleń
ul. Andrzeja Sołtana 7, 05-400 Otwock-Świerk

ĆWICZENIE 13d	LABORATORIUM FIZYKI ATOMOWEJ I JĄDROWEJ **Kwantowa natura promieni X: wysokoenergetyczna granica promieniowania hamowania. Stała Plancka**

Data pomiaru: ……..……

Imię i nazwisko: ……...……...

Imię i nazwisko: ……...……...

1. CEL ĆWICZENIA

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie najkrótszej długości fali w widmie promieniowania hamowania w funkcji napięcia U lampy rentgenowskiej, zweryfikowanie relacji Duane'a-Hunta oraz wyznaczenie stałej Plancka.

2. WSTĘP TEORETYCZNY

W roku 1915 William Duane i Franklin Hunt stwierdzili, że dolna (w długościach fal) granica widma promieniowania hamowania (λ_{min}) jest odwrotnie proporcjonalna do wartości wysokiego napięcia U podanego na lampę rentgenowską:

$$\lambda_{\min} \propto \frac{1}{U} \tag{1}$$

Powyższa *relacja Duane'a-Hunta* wynika z kwantowej i dualistycznej natury promieniowania: promieniowanie to można bowiem uznać za złożone z cząstek o masie zerowej, *fotonów*, których energia związana jest ściśle z częstotliwością $\nu = c/\lambda$ ($c = 2{,}9979 \cdot 10^8$ m/s) fali elektromagnetycznej:

$$E = h\nu = hc/\lambda \tag{2}$$

gdzie h oznacza tzw. *stałą Plancka*. Energię pojedynczego fotonu nazywamy *kwantem energii*. Energia kwantu promieniowania X nie może być większa niż energia kinetyczna elektronu wzbudzającego promieniowanie:

$$E_{kin} = e \cdot U \tag{3}$$

gdzie $e = 1{,}6022 \times 10^{-19}$ A·s jest wartością ładunku elementarnego. Z równań tych łatwo otrzymamy:

$$\nu_{\max} = \frac{e}{h} \cdot U \quad \text{oraz} \quad \lambda_{\min} = \frac{h \cdot c}{e} \cdot \frac{1}{U} \tag{4}$$

Zatem z wyznaczonej dla danego napięcia U wartości λ_{min} można otrzymać wartość stałej Plancka h.

3. PRZEBIEG DOŚWIADCZENIA

A) Ustawić stolik próbki w odległości 5 cm od kolimatora i 5 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 U = 22 kV, prąd emisji I = 1,00 mA, czas pojedynczego pomiaru Δt = 30 s, skok kąta $\Delta\beta$ = 0,1^o; nacisnąć przycisk COUPLED i ustawić granice ruchu stolika próbki: dolną na 5,2^o, górną na 6,4^o.

F) Rozpocząć pomiary naciskając przycisk SCAN.

G) Wykonać pomiary także przy parametrach podanych w poniższej tabelce.

U [kV]	Δt [s]	β_{min} [stopnie]	β_{max} [stopnie]
22	30	5,2	6,4
24	30	5,0	6,2
26	20	4,5	6,1
28	20	3,8	6,0
30	10	3,2	6,0
32	10	3,0	6,0
34	10	2,5	6,0
35	10	2,5	6,0

4. OPRACOWANIE WYNIKÓW

A) Aby otrzymać wykres w funkcji długości fali należy otworzyć okno dialogowe "Settings" (lub poprzez klawisz F5) i na tabliczce "Crystal" nacisnąć przycisk "Enter NaCl".

B) Dla każdego zmierzonego widma nacisnąć prawy przycisk myszy i wybrać polecenie "Best-fit Straight Line".

C) Posługując się lewym przyciskiem myszy zaznaczyć obszar, w którym chce się przeprowadzić linię prostą.

D) Zapisać wynik dopasowania pod odpowiednią nazwą, tj. wartości U oraz λ_{min}..

E) Korzystając z klawisza "Planck" programu obsługi i prawego przycisku myszy dopasować linię prostą do punktów doświadczalnych. Z wartości nachylenia prostej A, które na podstawie relacji (4) wynosi *hc/e*, należy obliczyć stałą Plancka. Jej wartość literaturowa wynosi $6{,}626\times10^{-34}$ J·s.