



ĆWICZENIE	LABORATORIUM FIZYKI ATOMOWEJ I JĄDROWEJ
4	<b>Dobór optymalnego punktu pracy układu z detektorem scyntylacyjnym promieniowania gamma</b>
Data pomiaru: .....	
Imię i nazwisko: .....	
Imię i nazwisko: .....	

## 1. CEL ĆWICZENIA

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z zasadą działania detektora scyntylacyjnego i dobór optymalnego punktu pracy układu z tym detektorem.

## 2. UKŁAD DOŚWIADCZALNY

Zestaw ćwiczeniowy (rys. 1) stanowią:

- sonda scyntylacyjna,
- źródło promieniowania  $\gamma$ ,
- domek osłonowy,
- zasilacz wysokiego napięcia ZWN-41 (rys. 2),
- wzmacniacz impulsów WL-41 (rys. 2),
- dyskryminator progowy DP-21 (rys. 2),
- przelicznik impulsów P-44 (rys. 2).

## 3. WSTĘP TEORETYCZNY

Przejściu promieniowania jonizującego przez niektóre substancje towarzyszą błyski światła, zwanych scyntylacjami.

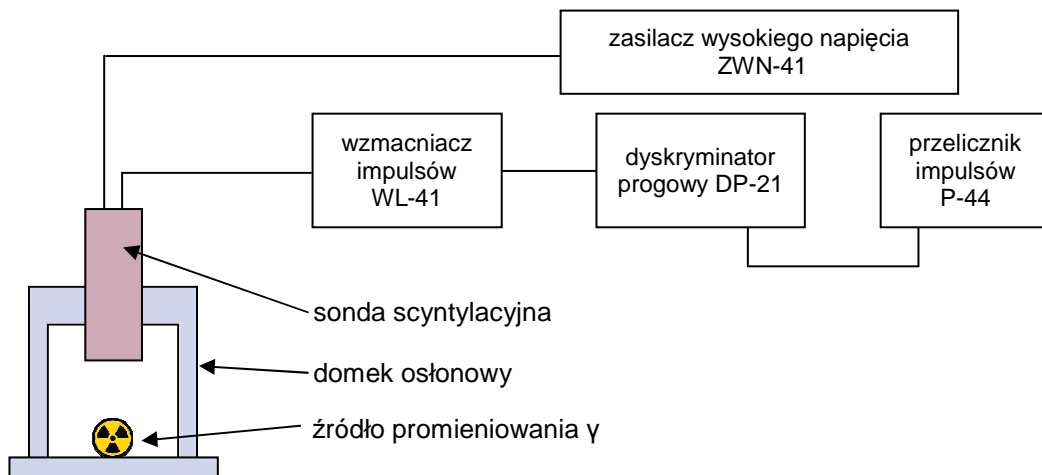
Typową sondę scyntylacyjną (rys. 3) tworzą scyntylator oraz fotopowielacz.

Fotony padające na katodę fotopowielacza powodują emisję elektronów, których liczba jest następnie powielana przez układ kilkunastu elektrod, zwanych *dynodami* - elektrony przyspieszane przez pole elektryczne pomiędzy każdą parą elektrod wybijają z ich powierzchni następne elektrony (typowa różnica potencjałów pomiędzy parą dynod wynosi 100-150 V). Narastający strumień elektronów tworzy impuls elektryczny, który jest rejestrowany przez odpowiednie urządzenie.

Współczynnik powielenia liczby elektronów jest rzędu  $10^6$  i zależy od całkowitego napięcia przyłożonego do fotopowielacza. Niekiedy celem polepszenia warunków zbierania światła ścianki scyntylatora pokryte są warstwą odbijającą, a odpowiedni światłowód doprowadza światło do fotopowielacza.

O jakości sondy scyntylacyjnej decydują:

- wydajność przetwarzania energii przechodzącego przez scyntylator promieniowania jonizującego na energię świetlną – może ona zostać zwiększona przez tzw. *domieszkowanie*, czyli dodanie innego materiału. Najczęściej stosowany scyntylator, jodek sodu, NaI, zawiera dodatek  $\sim 0,2\%$  talu, Tl;

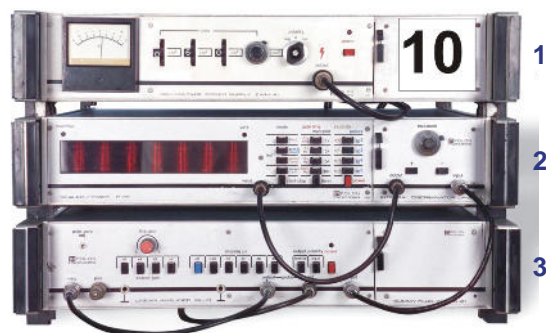


Rys. 1

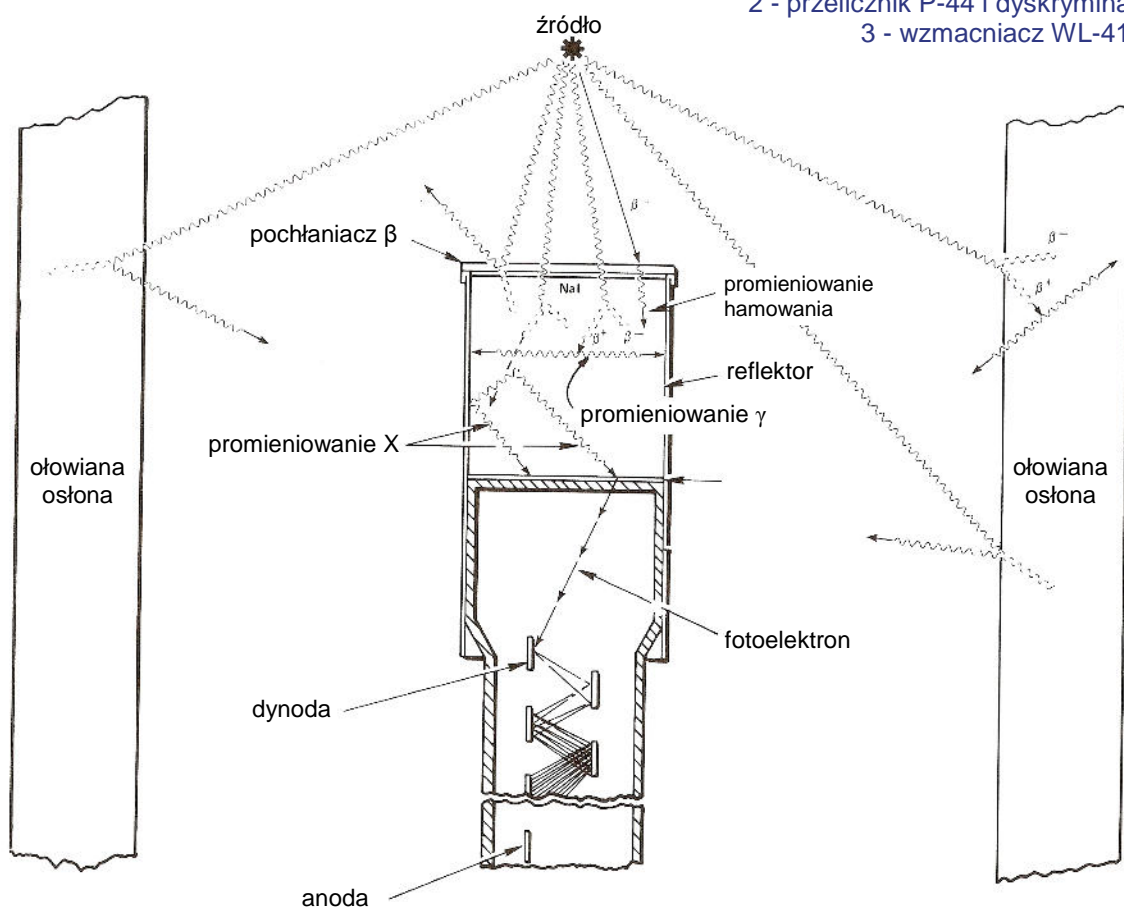
- przezroczystość i odpowiednio duży współczynnik załamania materiału scyntyлятора - dla NaI(Tl) współczynnik załamania  $n = 1,775$ ;
- czas zaniku świecenia.

Do rejestracji przechodzenia promieniowania gamma dobieramy materiał scyntyлятора o odpowiednio dużej gęstości i dużej średniej liczbie atomowej  $Z$ .

Parametry typowego scyntyлятора NaI(Tl): gęstość  $d = 3,67 \text{ g/cm}^3$ , średnie  $Z \approx 32$ , możemy oczekiwać ok. 40 tyś. fotonów na 1 MeV pochłoniętej energii.



Rys. 2 (zasilacz ZWN-41, 2 - przelicznik P-44 i dyskryminator DP-21, 3 - wzmacniacz WL-41)



Rys. 3

## 4. PRZEBIEG DOŚWIADCZENIA


### **UWAGA: wszelkie operacje ze źródłami promieniowania przeprowadza obsługa laboratorium!**

A) Przed włączeniem zasilacza należy ustawić elementy regulacyjne aparatury elektronicznej:

- zasilacz ZWN-41:
  - $U_L = \square^1$  V,
  - polaryzacja: „0”;
- dyskryminator DP-21:
  - polaryzacja „+”,
  - $U_d = \square$  V;
- wzmacniacz impulsowy WL-21:
  - wzmocnienie:  $\square$ ,
  - kształtowanie impulsów (shaping):  $\square$   $\mu$ s;
- przelicznik impulsów P-44:
  - „PRESET TIME”:  $\square \times \square$  s (ustali to czas pojedynczego pomiaru na  $\square$  s),

B) Przygotować aparaturę elektroniczną do pomiarów:


- we wszystkich blokach układu pomiarowego włączyć zasilanie wciskając czerwony przycisk z opisem „POWER”;
- w zasilaczu ZWN-41 zmienić położenie przełącznika „POLARITY” z pozycji „0” na „POS” i sprawdzić, czy na wskaźniku „kV” ustali się napięcie  $\square$  kV.

 C) Otworzyć domek osłonowy i pod scyntylatorem umieścić źródło promieniowania  $\gamma$  (np.  $^{137}\text{Cs}$ ). Zamknąć drzwiczki domku osłonowego.


D) Wykonać pomiar liczby impulsów naciskając przycisk „START / STOP” (zaświeci się sygnalizacja „GATE”). Po czasie nastawionym układem przełączników „GATE TIME / MULTIPLIER” i „SECONDS / PULSES” zapisać wynik pomiaru w tabeli 1. Po każdym pomiarze wyzerować licznik naciskając przycisk „RESET”.

E) Po wykonaniu 3 pomiarów dla ustawionego progu dyskryminacji zmienić w bloku DP-21 ustawienie progu dyskryminacji pokrętlą potencjometru wieloobrotowego podnosząc jego wskazania na 0,4 V i wykonać pomiary jak w punkcie D.

Operacje według punktów D i E należy wykonywać zmieniając próg dyskryminacji w zakresie od 0,2 V do 8 V ze skokiem 0,2 V, a w zakresie od 8 V do 10 V — 0,5 V.

 F) Usunąć z domku osłonowego źródło promieniotwórcze i powtórzyć pomiary, jak w punktach D i E. Wyniki zapisać w tabeli 2.

G) Na podstawie wyników pomiarów z punktów E i F wykonać wykresy zależności  $\bar{N}=f(U_d)$  w skali logarytmiczno-liniowej na jednym arkuszu papieru dla obu serii pomiarów.

 H) Włożyć ponownie źródło promieniowania pod detektor scyntylicyjny, a w bloku DP-21 ustawić próg dyskryminacji  $U_d = \square$  V.

I) W bloku zasilacza ZWN-41 zmienić położenie przełącznika „POLARITY” z „POS” na „0”, ustawić wartość napięcia  $U_L = \square$  V i ponownie przełączyć przełącznik „POLARITY” na pozycję „POS”. Uwaga: przy następnych pomiarach należy każdorazowo przed zmianą napięcia  $U_L$  przełączyć „POLARITY” z „POS” na „0”, a po zmianie napięcia, ponownie przełączyć z „0” na „POS” i odczekać do chwili ustalenia się nastawionego napięcia.

---

<sup>1</sup> szczegółowe ustawienia aparatury podane zostaną w trakcie wykonywania ćwiczenia

**J)** Wykonać pomiary charakterystyki  $\mathcal{N}=f(U_L)$  zmieniając napięcie  $U_L$  w zakresie od 600 V do 1250 V ze skokiem 50 V. Wyniki pomiarów zapisać w tabeli 3.

**K)** Na podstawie wyników pomiarów wykonać wykres  $\mathcal{N}=f(U_L)$  w skali logarytmiczno-liniowej i określić optymalną wartość napięcia, przy której zmiana napięcia wpływa minimalnie na mierzoną liczbę impulsów.

**M)** Po zakończeniu pomiarów wyłączyć aparaturę pomiarową.

**TABELA 1**

$U_d$ [V]	Zliczenia $N_1$	Zliczenia $N_2$	Zliczenia $N_3$	$\mathcal{N}$	$\Delta\mathcal{N}$
0,2					
0,4					
0,6					
0,8					
1,0					
1,2					
1,4					
1,6					
1,8					
2,0					
2,2					
2,4					
2,6					
2,8					
3,0					
3,2					
3,4					
3,6					
3,8					
4,0					
4,2					
4,4					
4,6					
4,8					
5,0					
5,2					
5,4					
5,6					

5,8					
6,0					
6,2					
6,4					
6,6					
6,8					
7,0					
7,2					
7,4					
7,6					
7,8					
8,0					
8,5					
9,0					
9,5					
10,0					

TABELA 2

$U_d$ [V]	Zliczenia $N_1$	Zliczenia $N_2$	Zliczenia $N_3$	$\mathcal{N}$	$\Delta \mathcal{N}$
0,2					
0,4					
0,6					
0,8					
1,0					
1,2					
1,4					
1,6					
1,8					
2,0					
2,2					
2,4					
2,6					
2,8					
3,0					
3,2					
3,4					

3,6					
3,8					
4,0					
4,2					
4,4					
4,6					
4,8					
5,0					
5,2					
5,4					
5,6					
5,8					
6,0					
6,2					
6,4					
6,6					
6,8					
7,0					
7,2					
7,4					
7,6					
7,8					
8,0					
8,5					
9,0					
9,5					
10,0					

TABELA 3

$U_L$ [V]	Zliczenia $N_1$	Zliczenia $N_2$	Zliczenia $N_3$	$\bar{N}$	$\Delta N$
600					
650					
700					
750					
800					
850					
900					
950					
1000					
1050					
1100					
1150					
1200					
1250					