

**Detektory promieniowania jonizującego.
Licznik scyntylicyjny**

Instrukcję przygotował:
dr, inż. Zbigniew Górski
Poznań, grudzień, 2004.

1. CEL ĆWICZENIA

Zapoznanie się z:

- podstawami fizycznymi działania licznika scyntylicyjnego jego konstrukcją i przeznaczeniem,
- parametrami pracy licznika scyntylicyjnego,
- konstrukcją i obsługą przelicznika elektronowego.

2. APARATURA I ŹRÓDŁA PROMIENIOWANIA

1. Scyntylicyjna sonda detekcyjna SSU-70 z detektorem NaJ(Tl) umieszczona w domku osłonnym.
2. Uniwersalny radiometr laboratoryjny URS-3.
3. Źródło promieniowania gama ^{60}Co .

OPIS APARATURY

1. Licznik scyntylicyjny

Licznik scyntylicyjny jest układem złożonym ze scyntylicatora i fotopowielacza. Jego działanie polega na przetwarzaniu energii cząstek lub kwantów promieniowania jądrowego rozpraszanej w substancji scyntylicującej na energię świetlną.

Fotopowielacz połączony ze scyntylicatorem przetwarza błyski światła (scyntylicacje) na impulsy prądowe. Amplituda impulsów powstających w liczniku jest proporcjonalna do energii cząstek (kwantów) promieniowania jądrowego. Impulsy są następnie wzmacniane we wzmacniaczu wstępnym urządzenia scyntylicyjnego i przesyłane przewodem koncentrycznym do przelicznika elektronowego.

Na wykresie charakterystyki licznika scyntylicyjnego nie występuje „plateau” (przedział stałej szybkości liczenia w szerszych granicach napięcia) tak charakterystyczne dla liczników Geigera - Müllera

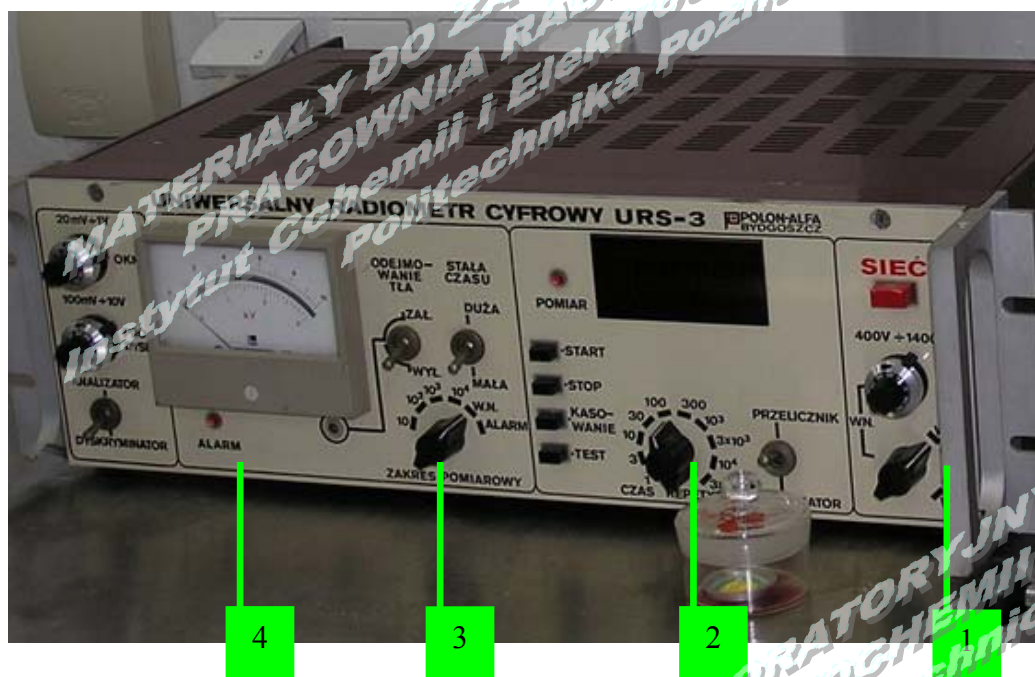
Fotopowielacz licznika scyntylicyjnego wymaga zasilania napięciem z przedziału 500 - 2000 V. Dlatego w zestawie pomiarowym musi znajdować się zasilacz wysokiego.

Impulsy elektryczne przychodzące z detekcyjnej sondy scyntylicyjnej są przekazywane na wejście radiometru URS-3 i po wzmocnieniu trafiają do analizatora amplitudy. Analizator z ciągu impulsów dostarczanych przez detektor wydziela tylko te które

mieścą się między dolnym i górnym progiem dyskryminacji. Tak wydzielone impulsy (analogowe) podlegają cyfryzacji i trafiają do przelicznika elektronowego, a wynik zliczania wyświetlany jest na wyświetlaczu.

2. Uniwersalny radiometr laboratoryjny URS-3.

Uniwersalny radiometr laboratoryjny URS-3 jest przyrządem uniwersalnym dostosowanym do pomiarów natężenia promieniowania jonizującego detektorami gazowymi i scyntylicyjnymi (fot.1).



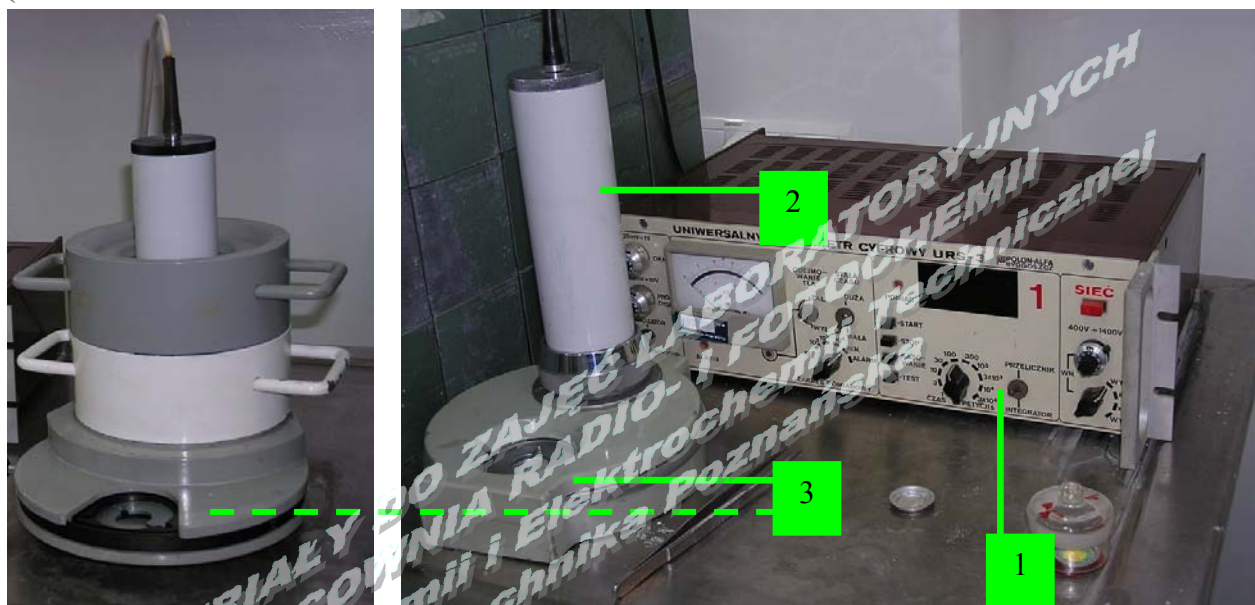
Fot.1. Uniwersalny radiometr laboratoryjny URS-3

- 1- zasilacz wysokiego napięcia, 2 – licznik impulsów, 3 – integrator impulsów,
4 – dyskryminator/analizator impulsów

Stanowi zwarty układ modułów (fot.1.) zawierający:

- regulowany zasilacz wysokiego napięcia 400-2800 V przeznaczony do zasilania sond pomiarowych z licznikami gazowymi i scyntylicyjnymi,
- integrator impulsów
- licznika impulsów elektrycznych pracującego,
- przełączanego dyskryminatora/analizatora impulsów elektrycznych,

Typowe stanowisko pomiarowe wykorzystujące uniwersalny radiometr laboratoryjny URS-3 przedstawia fotografia 2.



Fot.2. Typowe stanowisko pomiarowe wykorzystujące uniwersalny radiometr laboratoryjny URS-3

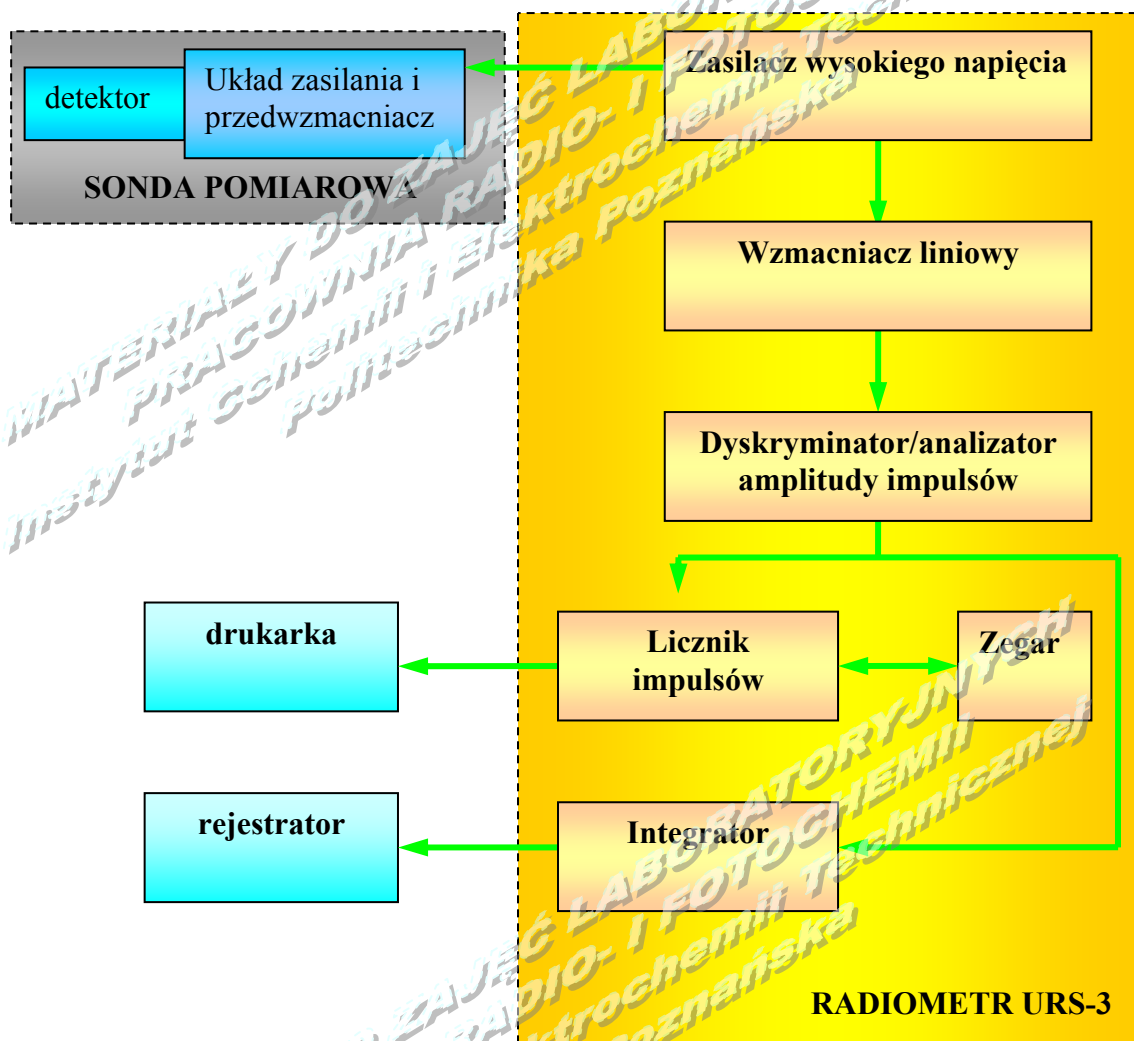
1 – radiometr, 2 – sonda pomiarowa, 3 – domek pomiarowy.

Sonda pomiarowa zawierająca dostosowana do detekcji mierzonego promieniowania jest zasilana z wzmacniacz wysokiego napięcia. Sygnał pomiarowy detektora jest transmitowany do wzmacniacz liniowego gdzie następuje dopasowanie parametrów uzyskiwanego impulsu do możliwości toru pomiarowego radiometru. Po wzmocnieniu sygnał kierowany jest do dyskryminatora/analizatora wysokości impulsów.

Jeżeli stosujemy dyskryminator impulsów następuje odrzucenie z ciągu impulsów napływających do radiometru tych, których amplituda jest mniejsza niż ustawiona pokrętkiem „próg dyskryminacji”, a wysokość wszystkich pozostałych jest zmieniona do poziomy napięcia odpowiadającemu logicznej „1” (stan H) układu zliczającego. Stosując dyskryminator amplitudy możemy obniżyć udział różnego pochodzenia „szumów” i zmniejszyć udział tła promieniowania w ogólnym wyniku pomiaru. Eliminujemy impulsy pochodzące z detektora i pozostałej części toru pomiarowego o amplitudzie podprogowej.

Jeżeli stosujemy analizator amplitudy impulsów (jednokanałowy analizator) z ciągu impulsów napływających z detektora zostaną odrzucone te, których wysokość jest mniejsza od dolnego i większa od górnego progu dyskryminacji. Wysokość impulsów mieszczących się między założonymi progami dyskryminacji zostanie zmieniona jak poprzednio do poziomy napięcia odpowiadającemu logicznej „1” (stan H) układu zliczającego.

Podstawowym celem stosowania jednokanałowego analizatora amplitudy impulsów jest elektroniczna separacja sygnału pochodzącego od cząstek lub kwantów o precyzyjnie wybranym zakresie energii. Zabieg ten pozwala np. mierzyć ilość interesującego nas radioizotopu w mieszaninie kilku izotopów promieniotwórczych emitujących promieniowanie o innym zakresie energetycznym.



Rys. 1. Schemat logiczny stanowiska pomiarowego do detekcji promieniowania jonizującego wykorzystującego radiometr URS-3.

Po wyjściu z układu dyskryminatora/analizatora amplitudy impulsów sygnał pomiarowy kierowany jest do pracujących równolegle okładów licznika i integratora impulsów. Wynik zliczania impulsów może być rejestrowany na drukarce, a wynik integracji (uśredniania w zadanym czasie) może być rejestrowany na rejestratorze X/t. Drukarka i rejestrator X/t stanowią odrębne urządzenia niewchodzące w skład radiometru.

Schemat logiczny stanowiska pomiarowego do detekcji promieniowania jonizującego z wykorzystaniem radiometru URS-3 przedstawia rysunek 1.

PRZYGOTOWANIE APARATURY DO PRACY

UWAGA !!!

Włączenie aparatury powinno odbyć się w obecności prowadzącego.

1. Ustawić przełącznik WN w pozycję wyl., ustawić potencjometr WN w pozycję 400 V.
2. Włączyć radiometr do sieci (wdusić czerwony przycisk SIEĆ).
3. Ustawić czas zliczania na 100 s.
4. Pokrętko dyskryminatora ustawić na 0,50 V.
5. Przełącznik WN₁ ustawić w pozycję x1.
6. Przyciskiem „start” uruchomić przelicznik.
7. Po zakończeniu pomiaru zapisać wynik.
8. Potencjometrem WN wybrać wymaganą wartość wysokiego napięcia.

WYKONANIE ĆWICZENIA

Charakterystyka napięciowa licznika scyntylicyjnego.

Charakterystyki licznika scyntylicyjnego można podzielić na charakterystykę anodową oraz charakterystyki dyskryminacji (całkową i różniczkową). Własności licznika w dużym stopniu zależą od wyboru właściwego punktu pracy. Punkt pracy wybiera się dla napięcia w którym (dobroć układu) stosunek kwadratu częstości zliczeń mierzonej próbki do częstości zliczeń tła licznika $\frac{N_p^2}{N_t}$ przyjmuje wartość maksymalną.

Umieścić preparat ^{60}Co w domku pomiarowym. Ustawić pokrętkiem WN napięcie 400V. Włączyć radiometr i uruchomić przelicznik, po 100 s zapisać wynik (N_p). Powtórzyć pomiar jeszcze dwa razy i zapisać wyniki. Postępując podobnie zwiększać wysokie napięcie co 50 V i mierzyć ilość impulsów przy napięciach zasilających detektor, aż do 1200 V. Jako wynik dla każdego napięcia przyjąć wartość średnią z trzech pomiarów.

Następnie wyjąć źródło uranowe z domku.

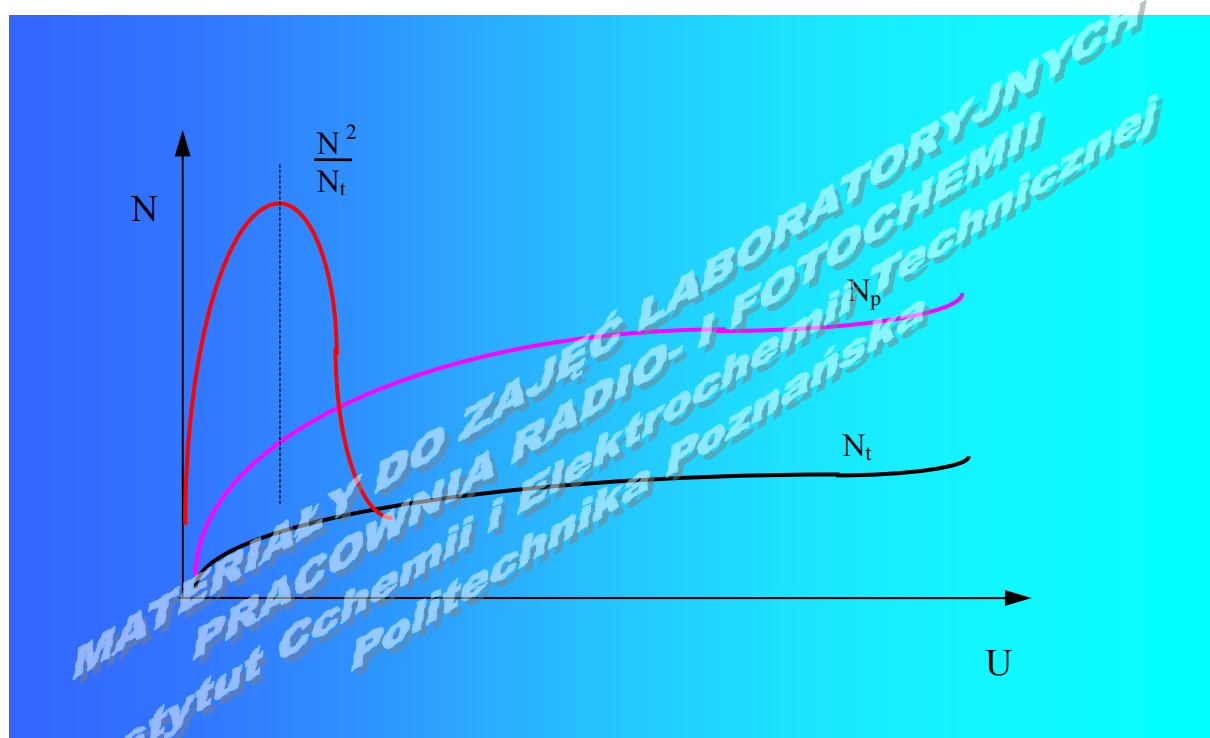
Ustawić pokrętko zasilacza wysokiego napięcia WN w pozycję 400 V i postępując jak w przypadku źródła kobaltowego wykonać serię pomiarów dla tła (N_t) Pomiary przeprowadzić dla napięć 400 do 1200 V z krokiem 50 V.

Wyniki pomiarów i obliczeń zestawić w tabeli.

Tab.1. Zestawienie wyników pomiarów.

Napięcie [V]	Tło [imp/100s]	Średnia tła N_t [imp/100s]	Próbka [imp/100s]	Średnia próbki N_p [imp/100s]	$\frac{N_p^2}{N_t}$
400	1. 2. 3.		1. 2. 3.		
450					
...					
1200					

Sporządzić wykres szybkości liczenia N_t , N_p , oraz $\frac{N_p^2}{N_t}$ [imp/100s] w zależności od przyłożonego napięcia U (Rys.2).



Rys. 2. Optymalizacja napięcia anodowego ze względu na wydajność licznika.

Wyznaczyć napięcie pracy licznika scyntylacyjnego w punkcie maksimum ilorazu $\frac{N_p^2}{N_t}$.

LITERATURA

1. A. B. Niesmiejanow (i inni): Ćwiczenia z radiochemii, PWN 1959.
2. W. Boczkariow (i inni): Pomiary aktywności źródeł promieniowania beta i gamma, PWN 1956.
3. R. T. Overman, H. M. Clark: Izotopy promieniotwórcze, metodyka stosowania, WNT 1963.
4. J. Sobkowski: Chemia Jądrowa, PWN 1981.
5. A. Lewandowski, S. Magas: Wiadomości do Ćwiczeń laboratoryjnych z chemii fizycznej, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 1994.
6. S. Magas: Technika izotopowa. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 1997.
7. A. Z. Hrynkiewicz: Człowiek i promieniowanie jonizujące, PWN 2001.
8. W. Gorączko: Radiochemia i ochrona radiologiczna, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 2003.