PRACE NAUKOWE Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Częstochowie
Nr 3/1980 Seria Matematyczno-Przyrodnicza

Jacek DWORAKOWSKI, Teresa KUDERSKA, Anna SZMIDLA

Oddzielenie wpływu źródła pozytonowego w pomiarach czasowych w oparciu o pomiary dla monokrystalicznego Ag

STRESZCZENIE

W pracy zaproponowano prostą metodę oddzielania wpływu źródła pozytonowego w pomiarach czasowych.

Metodę pomiarową oparto na pomiarze długożyjącej składowej czasu życia dla układu źródło+niezdefektowana próbka monokrystalicznego srebra. Obliczenia przystosowano dla programowego kalkulatora HP-67. Wyniki sprawdzono dla benzenu i teflonu.

W pracy wykazano, że czasowa zdolność rozdzielcza aparatury wpływa nieznacznie na wyznaczone parametry.

Wstęp

Do pomiarów czasu życia pozytonów w materii używa się powszechnie źródeł Na^{22} zamkniętych folią mylarową. Źródło takie wysyła przy rozpadzie kwant 1,28 MeV, który jest znacznikiem czasu „narodzin" pozytonu. Kwant 0,51 MeV powstający przy anihilacji dwukwantowej przyjmuje się jako znacznik jego „śmierci" (Rys. 1). Kwanty te rejestrowane są poprzez liczniki a konwerter czas — amplituda pozwala zamieniać przedziały czasowe na odpowiednio wysokie impulsy, które są gromadzone w pamięci wielokanałowego analizatora amplitudy.

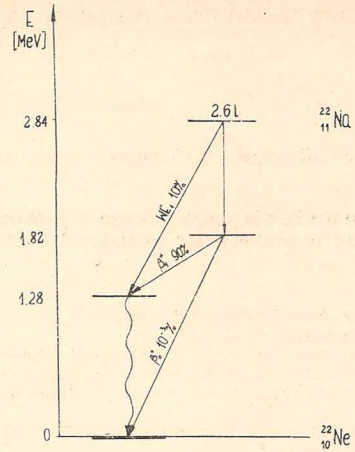
Matematyczna obróbka zarejestrowanego widma czasowego pozwala wyznaczyć natężenie i średni czas życia poszczególnych składowych [1, 2]. Obliczenia takie wymagają użycia maszyny matematycznej o pamięci operacyjnej rzędu 140K, przy czym oddzielenie wpływu źródła stanowi osobny problem matematyczny.

W niniejszej pracy zaproponowano metodę wyznaczania parametrów czasowych anihilacji w oparciu o pragram przystosowany do obliczeń przy pomocy kalkulatora programowego HP-67 [3].

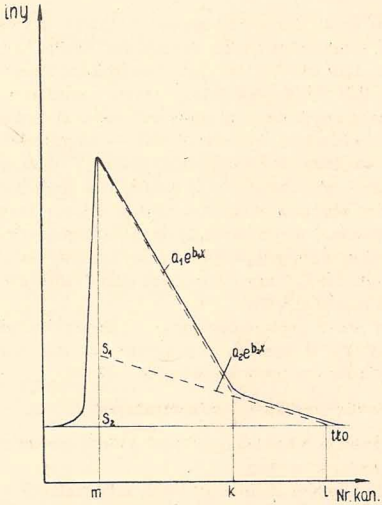
Metoda opracowania wyników doświadczalnych

Rys. 2 przedstawia schemat typowego widma czasowego otrzymanego dla monokrystalicznego srebra.

Składowa długożyjąca widma pochodzi od anihilacji w samym źródle oraz w folii mylarowej. Oczywiście wkład źródła zawiera również pe-



Rys. 1. Schemat rozpadu źródła pozytonowego.



Rys. 2. Analiza widma czasu życia pozytonu w srebrze.

wien procent składowej krótkożyjącej. Na rysunku parametry dotyczące składowej krótkożyjącej mają indeks „1", a parametry dotyczące składowej długożyjącej — indeks „2" i oznaczają odpowiednio: I — natężenie, S — suma pojemności kanałów, τ — czas życia, b — współczynnik kierunkowy, a — maksimum (punkt przegięcia) krzywej czasowej. Ponadto m jest punktem początkowym przedziału oraz k i l — punktami końcowymi, odpowiednio dla składowej długożyjącej i krótkożyjącej. Stanowią one jednocześnie granice całkowania.

Dla uproszczenia rachunków pomijamy funkcję zdolności rozdzielczej. aparatury.

Jeżeli widmo składa się z dwu funkcji składowych typu $y = ab^{-bx}$, wówczas na wykresie w skali półlogarytmicznej przyjmą one postać dwu prostych. Na rysunku zaznaczone są one liniami przerywanymi.

Z pomiarów przeprowadzonych dla srebra można wyznaczyć parametry a_2 i b_2 poprzez wyznaczenie współczynnika kierunkowego i punktu przecięcia prostej postaci $\ln y = \ln a_2 - b_2 x$. Parametry te wyznaczono metodą najmniejszych kwadratów, dla której ułożono program przeznaczony dla kalkulatora HP-67.

Znając wartość b, można wyznaczyć czas życia z równania:

$$\tau = \left| \frac{p}{b} \right| \tag{1}$$

gdzie p jest stałą aparaturową określającą przedział czasu przypadający na jeden kanał analizatora.

Niech

$$\alpha = \frac{I_1}{I_2} - \frac{S_1}{S_2} \text{ oraz } \beta = \frac{b_1}{b_2} - \frac{\tau_2}{\tau_1} \tag{2}$$

będą stałymi, które można wyznaczyć empirycznie.

Korzystając z Rys. 2 możemy zapisać:

$$\int_m^l a_1 e^{b_1 x}\, dx = \alpha \int_m^k a_2 e^{b_2 x}\, dx \tag{3}$$

Po podstawieniu i scałkowaniu mamy:

$$a_1^{b_1 \beta 1} - a_1 e^{b_2 \beta m} = \alpha\beta(a_2 e^{b_2 k} - a_2 e^{b_2 m}) \tag{4}$$

Wartości w punktach 1 oraz k są do pominięcia w stosunku do $10^4 - 10^5$ zliczeń w kanale m.

Zatem

$$a_1 = \alpha\beta a_2 e^{b_2 m(1-\beta)} \tag{5}$$

Stąd ostatecznie wzór do obliczenia rzędnych wpływu źródła w całym obszarze ma postać:

$$y_2 = \alpha\beta a_2 e^{b_2 m(1-\beta)} \cdot e^{b_2 \beta x} + a_2 e^{b_2 x} \tag{6}$$

Wartości te dają się łatwo wyznaczyć przy użyciu kalkulatora HP-67.

Wnioski

Wartości α i β wyznaczono z pomiarów teflonu i benzenu, dla których τ oraz I zostały dokładnie wyznaczone [4, 5]. Pomiar dla benzenu konieczny był w celu ustalenia dodatkowego pochłaniania pozytonów w mylarowych [6] ścianach naczynka zawierającego badaną ciecz.

Tabela 1.

	monokr. Ag	telfon	benzen (specj. nacz.)
a_2	—	727	13948
b_2	—	—0,0479	—0,0575
α	1,50	1,50	1,25
β	5,50	5,50	4,25
τ_{2w}	—	3,03±0,08	2,80±0,05
τ_{1w}	0,250±0,050	0,43±0,01	0,45±0,01
I_{2w}	—	28±2	38±4
τ_{2t}	—	3,20±0,20	2,50±0,20
τ_{1t}	0,336±0,100	0,45±0,10	0,51±0,10
I_{2t}	—	24±4	34±2

Zestawienie wyznaczonych (indeks „w") i tabelarycznych (indeks „t") wartości czasowych parametrów anihilacji.

W tabeli zestawiono wartości współczynników α i β, średnie czasy życia τ_1, τ_2 natężenia I_1, I_2 oraz wyznaczone w pracy wartości współczynników pomocniczych a_2, b_2.

Przeprowadzone pomiary wykazały, że do wyznaczenia stałych czasowych można stosować kalkulator programowy HP-67, po dokonaniu pomiaru dla srebra i wykorzystaniu podanych w niniejszej pracy stałych.

Autorzy dziękują T. Peciak i A. Raczyńskiemu za wykonanie bardzo pracochłonnych obliczeń dopasowujących stałe α i β.

LITERATURA

1. Instruments for Research and Industry Ortec, Incorporated 1976.
2. P. Kirkegaard, M. Eldrup, Comp, Phys. Commun. **7**, 401, (1974).
3. Hewlett-Packard HP-67 Standart Pac and Owner Handbook, HP Company, Singapore 1976.
4. M. N. Khan, D. J. Carswell, J. J. Bell, J. Phys. D., **1**, 1833, (1968).
5. A. M. Copper, G. J. Laidlaw, B. G. Hogg, J. Chem. Phys. **46**, 2441, (1968).
6. P. C. Jain, S. Bhatanger, A. J. Gupta, J. Phys. C., **5**, 2156, (1972).

J. Dworakowski, T. Kuderska, A. Szmidla

SEPARATION OF POSITRON SOURCE INFLUENCE IN TIME MEASUREMENTS BASED ON MEASUREMENTS FOR MONOCRYSTALLINE Ag

Summary

A simple method of separation of the influence of a positron source in time measurements is proposed in the paper.
The measurement method is based on measurement of long life-time component for the system source + undamaged monocrystalline silver sample.
Calculations were adapted for the programmed mini-computer HP-67.
Results were tested for benzene and teflon.
Slight influence of time resolution power of the instruments on the determined parameters is shown in the paper.