

Konrad Wysogład

Lublin, dnia 22.09.2022 r.

Nr albumu 984239

Studia Doktoranckie Fizyki

Streszczenie rozprawy doktorskiej mgr inż. Konrada Wysogłada
pt. „Implementacja próbnika pozytonowego do badań tkanek
biologicznych”

Nowotwory w starzejącym się społeczeństwie stanowią poważne wyzwanie jako problem zarówno zdrowotny, jak i społeczny. Stosunkowo niedawno nauczyliśmy się diagnozować choroby nowotworowe, rozpoznawać typy nowotworów oraz minimalizować ich destrukcyjne działanie na ludzki organizm w procesie leczenia lub ich operacyjnego usunięcia. Rozwój technologiczny współczesnego społeczeństwa sprzyja ciągłemu ulepszaniu procesu diagnostycznego i terapeutycznego oraz poprawie jakości życia osób chorych. Na przestrzeni dziesięcioleci fizycy wraz z radiologami udoskonalali metody diagnostyki, zwiększając ich dokładność. Do technik, które dominują w obecnych czasach, obok użycia promieniowania X w diagnostyce wykorzystuje się również pozytony (PET – Pozytonowa Tomografia Emisyjna). Technika PET zapoczątkowana w roku 1950 pozwala na określenie, w którym miejscu w organizmie znajduje się nowotwór. Technika wykorzystująca pozytony oraz dodatkowo pozytony do badań materiałowych (metali, półprzewodników, materiałów organicznych, porowatych i in.) jest spektroskopia czasów życia pozytonów (ang. Positron Annihilation Lifetime Spectroscopy, PALS). Technika ta pozwala na badanie struktury materiałów na poziomie nanoskali oraz wnioskowanie o właściwościach.

Praca podejmuje tematykę nowego podejścia do badań tkanek biologicznych przy użyciu spektrometrii anihilacyjnych czasów życia pozytonów. Wykonano, począwszy od pomysłu, poprzez projekt układu prototypowego, a skończywszy na działających układach elektrooptycznych, dwie głowice pomiarowe do systemu mPALS.

W niniejszej pracy wysunięto następującą hipotezę badawczą:

Pozyton oraz pozyton, wykorzystane jako próbki materii biologicznej mogą dostarczać informacji o różnicowaniu (na poziomie nanoskali) układów biologicznych (komórek, tkanek) wynikającym z występowania zmian chorobowych w organizmie człowieka. Rozwinięto zatem problem na dwa cele:



1. Usprawnienia procesu detekcji poprzez miniaturyzację układów detekcyjnych, w tym projekt oraz konstrukcję układu detekcyjnego spektrometru PALS dedykowanego badaniom materiału biologicznego.
2. Przeprowadzenie systematycznych badań z wykorzystaniem próbników Ps i e^+ na wyselekcjonowanym materiale pochodzenia biologicznego, wskazujących na występowanie relacji między diagnozą medyczną, a odpowiedzią uzyskaną techniką PALS.

Niniejsza rozprawa ma zatem charakter konstrukcyjno-badawczy, jej struktura obejmuje 17 rozdziałów. Rozdział pierwszy to wstęp. W drugim rozdziale przybliżono pojęcie i podstawy fizyczne pozytonu, poczynając od jego zapostulowania przez P. A. M. Diraca, poprzez odkrycie, zakończywszy na jego anihilacji. Rozdział trzeci to szeroki opis pozytu, czyli wodoropodobnego stanu związanego elektronu i pozytonu. Opisano również modele anihilacji pozytu w materii skondensowanej, a także modele jego tworzenia. W tym model Øre, model reakcji gniazdowych, przechodząc do rozdziału 4 – model Teo-Eldrupa i model pęcherzykowy.

Obszerny rozdział piąty otwiera teoria detekcji promieniowania jądrowego, która niejako jest wstępem do części konstrukcyjnej rozprawy. Opisano szeroko typy detektorów stosowane przy pomiarach pozytonów, z głównym naciskiem na detektory scyntylacyjne, a także detektorów światła scyntylacyjnego: PMT (PhotoMultiplier Tube) i SiPM (Silicon PhotoMultiplier).

Rozdział szósty opisuje techniki pomiarowe badań porozymetrycznych, z podkreśleniem techniki PALS, a także preparatykę źródeł pozytonów do pomiarów materiałów biologicznych. Podrozdziały rozwijają tematykę aparatury do badań PALS, w tym spektrometrów analogowych i cyfrowych.

Siódmy rozdział porusza temat budowy i funkcjonowania komórek ludzkich. Opisane zostały podstawy budowy komórki, a także jej metabolizm. Nakreślono różnice między metabolizmem komórek zdrowych i zmienionych nowotworowo. Rozdział ósmy kontynuuje aspekt biologiczny i łączy się z badaniami materiałów biologicznych metodą PALS. Przedstawiony został przegląd wiedzy z powyższego tematu, a także przytoczone najważniejsze publikacje. Rozdział dziewiąty opisuje hipotezę i cel badań.

Najobszerniejszy rozdział dziesiąty opisuje ideę, zasadę pracy i podstawy fizyczne i elektroniczne pracy układu spektrometrycznego mPALS. W kolejnych podrozdziałach opisany jest szczegółowo każdy blok wykonawczy wraz z zawartym schematem ideowym i oscylogramami przebiegów. Kolejny podrozdział opisuje testy funkcjonalne traktu spektrometrycznego i analizę widm PALS z użyciem programu LT 9.2 dla próbek wzorcowych.



Rozdział jedenasty opisuje wątek reżimu pomiarowego materiału biologicznego spektrometrem mPALS i jego wzorcowym odpowiednikiem. W końcu rozdział dwunasty prezentuje wyniki pilotażowych pomiarów spektrometrem mPALS i PALS. Rezultaty zostały zaprezentowane w formie porównania i wykresów. Rozprawę kończy rozdział wniosków w którym zaproponowano rekomendacje i dalsze kierunki badań.

Sprawdzono wiarygodność i dokładność pomiaru wykonanego spektrometru. Przedstawione wyniki wskazują, że detektor mPALS znajduje zastosowanie do badania próbek, przy czym należy zwrócić uwagę, że składowa p-Ps może w analizie zostać uśredniona wraz ze składową pochodzącą od swobodnej anihilacji e^+ .

