

Głównym celem projektu jest badanie wpływu procesu konwersji orto-positronium w para-positronium na prawdopodobieństwa formowania się stanów para i orto-pozytonium, w różnych strukturach molekularnych i przy różnych otoczeniach chemicznych. Proces konwersji zostanie zbadany w funkcji ciśnienia tlenu w materiałach takich jak porowaty polimer (XAD4), aerożel (IC3100) czy krzemionka (SBA-15). Pozytonium to atom, składający się z elektronu i jego antycząstki – pozytonu. Ma on wiele zastosowań w diagnostyce medycznej, badaniach materiałów jak i badaniach podstawowych. Może on istnieć w dwóch stanach – para-pozytonium (p-Ps) i orto-pozytonium (o-Ps). Przy braku procesu konwersji orto-para, który to obniża szansę uformowania się o-Ps, stan o-Ps tworzy się trzy razy częściej niż stan p-Ps. Cząsteczka tlenu może wzmocnić proces konwersji orto-para, co niesie za sobą zmniejszenie liczby utworzonych stanów orto-. Pozytonowa Anihilacyjna Spektroskopia Czasów Życia (z ang. PALS) lub też Rozszerzenie Dopplerowskie Pozytonowej Spektroskopii Anihilacji to techniki, które pozwalają na scharakteryzowanie struktury badanej próbki w nanoskali, czy to przez mierzenie czasu anihilacji pozytonium, czy też przez pomiar energii fotonów pochodzących z tej anihilacji. Dodatkowo, pozytonium jest także rozważane w kontekście badań podstawowych. Większa wiedza na temat interakcji pomiędzy pozytonium, a szeregiem cząsteczek pozwoli na rozwinięcie nowych wniosków w polu badań podstawowych, jak na przykład badania rzadkich rozpadów pozytonium.

Seria pomiarów z różnymi porowatymi materiałami takimi jak krzemionki, aerożele i polimery zostanie wykonana na detektorze J-PET, aby zbadać proces konwersji orto-para w różnych strukturach i otoczeniach chemicznych. Detektor J-PET charakteryzuje się bardzo dobrymi właściwościami czasowymi i wieloma modułami detekcyjnymi (192), które pozwalają na obszerne badania różnych rozpadów pozytonium. Oprócz pomiaru średniego czasu życia, detektor J-PET umożliwia również badanie frakcji rozpadów pozytonium trójfotonowych na dwufotonowe. Wpływ procesu konwersji orto-para, będzie kontrolowany przez zmieniające się ciśnienie tlenu w układzie. Kompleksowa analiza dedykowanym oprogramowaniem, oparta na czasie życia pozytonium i jego korelacji z geometrią anihilacji i zmierzonej energii, pozwolą na dokładne oszacowanie frakcji procesu konwersji orto-para. Symulacje Monte Carlo mierzonych konfiguracji zostaną przeprowadzone, aby uzyskać niepewność końcowych wyników.

Końcowe wyniki projektu, pozwolą na bardziej precyzyjne oszacowania frakcji procesu orto-para jako funkcję różnego otoczenia chemicznego i nanostruktury. Lepsze zrozumienie procesu konwersji może rozwinąć możliwości detekcyjne układów PALS. Dodatkowo, może to szczególnie pomóc w badaniach rzadkich rozpadów pozytonium, dla których jest to kluczowe aby znać liczbę uformowanych pozytoniów podczas pomiaru.