

Na przestrzeni ostatnich kilku dekad został poczyniony ogromny postęp dotyczący badań nad egzotycznymi jądrami atomowymi, znacząco zwiększający naszą wiedzę na temat ich właściwości. Spośród najbardziej fundamentalnych można wyróżnić czas życia oraz sposób rozpadu jądra atomowego. Najczęściej spotykanymi formami są rozpady alfa, beta i gamma. Niemniej jednak, inne bardziej żądkie sposoby rozpadu, takie jak emisja protonu lub neutronu, mogą występować w przypadku bardziej egzotycznych jąder atomowych. Niezaprzeczalnie odkrycie promieniotwórczości przez Becquerela i niedługo później pierwszych radioaktywnych pierwiastków – polonu i radu przez Skłodowską-Curie było fundamentem nowej dyscypliny naukowej jak i szerzej badań nad światem w skali atomowej. Kolejnymi krokami milowymi były prace Rutherforda i Villarda dotyczące promieniowania α , β i γ . Razem z nowymi odkryciami następował znaczący rozwój modeli teoretycznych mogących wyjaśnić obserwowane zjawiska. Przyczyniły się one do powstania nowej dziedziny – mechaniki kwantowej. Rzeczywiście, opis procesu rozpadu α zaproponowany przez Gamow wymagał wprowadzenia tzw. „efektu tunelowania” natomiast mechanizm rozpadu β podany przez Fermiego bazuje na teorii pola kwantowego.

Nieprzerwany postęp nowych metod eksperymentalnych pozwala na produkcję bardzo egzotycznych jąder atomowych leżących w neutrononadmiarowych oraz protonpodmiarowych regionach mapy nuklidów a przez to otwiera nowe perspektywy do badań nad radioaktywnością. W 1969 roku po raz pierwszy zaobserwowano emisję protonu z długożyciowego stanu o wysokim spinie w protononadmiarowym jądrze ^{53}Co potwierdzając istnienie promieniotwórczości protonowej jako nowego sposobu rozpadu, co przewidział 10 lat wcześniej Goldansky na podstawie badań teoretycznych. Brakującym elementem pozostaje promieniotwórczość neutronowa, która nigdy nie została doświadczalnie zaobserwowana. Ten rodzaj promieniotwórczość również jest przewidziany przez model teoretyczny i opisany przez Pekera i jego współpracowników w pracy z 1971 roku. Dogodne warunki do szukania radioaktywności neutronowej zapewniają jądra atomowe leżące w słabo poznanej do tej pory okolicy podwójnie magicznego ^{78}Ni . Ponieważ interesujące nas jądra są położone a bardzo neutrononadmiarowym rejonie mapy nuklidów ich populacja stwarza trudności eksperymentalne. Obecnie stosowane metody doświadczalne pozwalają jedynie na identyfikację jednego lub dwóch niskoleżących stanów, położonych znacznie poniżej energii wiązania neutronu. W wielu przypadkach żadne poziomy energetyczne nie są znane. W celu poszukiwań radioaktywności neutronowej proponujemy produkcję jąder atomowych w okolicy ^{78}Ni w reakcji rozszczepienia ciężkich tarcz indukowanego przez neutrony.

Instytut Laue-Langevin (ILL) w Grenoble (Francja) jest idealnym laboratorium do przeprowadzenia takiego doświadczenia. Najintensywniejsza wiązka neutronów na świecie jest dostarczana przez reaktor badawczy, następnie kolimowana zapewniając aż 10^8 neutronów na sekundę na cm^2 . Neutrony uderzają w tarczę prowadząc do jej rozczepienia. Podczas tych „mini wybuchów” produkowane są jądra atomowe z egzotycznych regionów mapy nuklidów. Z wytworzonych jąder emitowane są porcje energii zwane kwantami gamma, które dają nam informację na temat struktury jądra atomowego. Produkcja interesujących nas nuklidów będzie możliwa dzięki ustawieniu unikalnych warunków eksperymentalnych i wykorzystaniu najnowocześniejszych urządzeń dostępnych w ILL. Jeśli nowy proces jądrowy, jakim jest radioaktywność neutronowa zostanie zaobserwowany, przyczyni się to w znacznym stopniu do naszego zrozumienia właściwości jądra atomowego. Cel ten wymaga zastosowania nowatorskich metod eksperymentalnych jak i opracowania nowych rozwiązań. Dane będą analizowane wykorzystując złożone techniki koincydencji promieni gamma. Jeśli założone cele zostaną osiągnięte, przeprowadzone badania dadzą ważne naukowe i techniczne rezultaty zapewniając mocny impuls do dalszego rozwoju fizyki jądrowej.