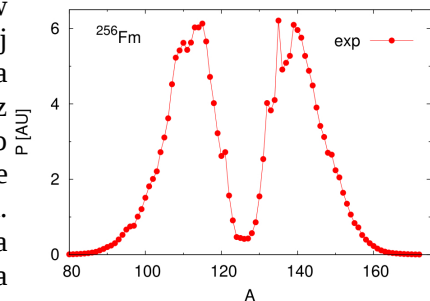


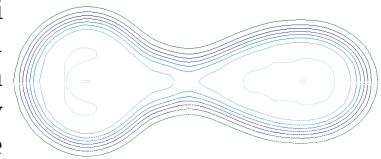
Popularnonaukowy opis badań

Zjawisko rozszczepienia jądra atomu jest procesem, w wyniku którego nukleony tworzące jądro dzielą się (samoistnie lub za sprawą wymuszenia), kreując dwa inne, lżejsze jądra. Ta niestabilność ciężkich jąder atomowych, manifestująca się między innymi w procesie rozszczepienia, jest konsekwencją jednego z podstawowych praw przyrody - pozwala przeprowadzić układ nukleonów w stan o minimalnej energii. Badania (doświadczalne i teoretyczne) nad zjawiskiem rozszczepienia prowadzone są nieprzerwanie od chwili pierwszej obserwacji wymuszonego rozerwania jądra na dwa fragmenty (rok 1938). Wciąż wiele aspektów procesu stanowi wyzwanie poznawcze.

Pierwsze próby wyjaśnienia tego fenomenu opierały się na wyobrażeniach jądra atomu w analogii do kropli cieczy. Niebawem jednak okazało się, że o ile podstawowe własności jądrowe w pierwszym przybliżeniu podlegają prawom hydrostatyki i hydrodynamiki, to jedna z podstawowych charakterystyk rozszczepienia - podział nukleonów pomiędzy powstałe fragmenty - wykracza poza ramy tak prostego opisu. Deformująca się kropla cieczy ostatecznie - zgodnie z zasadą minimalizacji energii - podzieli się na dwie, mniejsze krople o równych masach. Tymczasem obserwowano, że taki podział nukleonów pomiędzy produkty rozszczepienia należy raczej do rzadkości, zaś zdecydowanie preferowana jest asymetria masowa fragmentów. Kolejnym zaskoczeniem był fakt, że rozszczepienie konkretnego izotopu (jądra o określonej liczbie tworzących je protonów i neutronów) nie zawsze prowadzi do takiej samej asymetrii masowej fragmentów. Seria pomiarów mas produktów, pochodzących z próbki określonego izotopu rozszczepialnego, pozwala zarejestrować, ile razy dany podział nukleonów miał miejsce. Odłożenie wyników takiego eksperymentu na wykresie tworzy rozkład mas fragmentów rozszczepienia, będący graficznym przedstawieniem statystycznej natury zjawiska (rys. obok). Rozkład mas fragmentów rozszczepienia jest więc czymś w rodzaju "linii papilarnych" izotopu, jedną z podstawowych charakterystyk jądra, a jego kształt pozwala pośrednio wnioskować o strukturze izotopu macierzystego. Obserwowane rozkłady mas świadczą o złożoności procesu rozszczepienia. Opracowanie pełnego opisu teoretycznego, pozwalającego na odtworzenie danych eksperymentalnych, byłoby istotnym krokiem na drodze do zrozumienia mechanizmów rządzących podziałem nukleonów pomiędzy fragmenty.



Niniejszy projekt nastawiony jest na badania teoretyczne zjawiska rozszczepienia. Prace koncentrują się na konstruowaniu modelu, który pozwoliłby odtworzyć eksperymentalne rozkłady mas fragmentów, tym samym wzbogacił nasz obecny stan wiedzy dotyczący fizyki procesu rozszczepienia. Badania prowadzone są przy wykorzystaniu narzędzi właściwych dla opisu mikroświata - mechaniki kwantowej. Stan jądra jest jednoznacznie opisany przez funkcję falową, będącą sumą funkcji nukleonów, tworzących jądro. Odpowiednio zdefiniowana funkcja falowa zawiera w sobie pełną informację o badanym izotopie, zarówno w jego stanie podstawowym, jak też na każdym etapie jego postępującej w czasie deformacji, prowadzącej do rozszczepienia. Korzystając z podstawowych narzędzi, których dostarcza mechanika kwantowa, można śledzić, jak ewoluuje w czasie kształt jądra, a także określić prawdopodobieństwo, z jakim jądro przyjmie konkretny, bliski rozszczepieniu kształt (np. rys. obok). Dysponując zaś pełnym zestawem kształtów, bezpośrednio poprzedzających sam akt rozerwania, można otrzymać odpowiadający im rozkład mas. Dla każdego kształtu należy określić prawdopodobieństwo, z jakim jądro rozerwie się w danym punkcie wzdłuż osi jego wydłużenia. Powinno się przy tym uwzględnić kilka czynników, np. „grubość” jądra (gęstość liniową nukleonów) dla każdego analizowanego przekroju poprzecznego. Dzieląc jądro w ten sposób, każdorazowo można obliczyć liczbę nukleonów, która przypadnie na każdy z fragmentów. Pełen rozkład mas otrzymuje się po złożeniu obu efektów: prawdopodobieństwa osiągnięcia przez jądro każdego z kształtów i cząstkowych prawdopodobieństw rozerwania jądra o konkretnym kształcie.



W dotychczasowych badaniach analizowane były kształty, osiągnięte poprzez wydłużenie jądra oraz rosnącą asymetrię (kształty „gruszkowate”). Otrzymane rozkłady mas fragmentów są nieco węższe w porównaniu z danymi eksperymentalnymi. Te rozbieżności wynikać mogą m. in. z ograniczenia wziętych pod uwagę, dopuszczalnych stopni swobody deformacji jądra. W ramach projektu planowane jest rozszerzenie modelu o dopuszczenie możliwości deformacji, polegającej na pojawieniu się przewężenia lub zgrubienia elipsoidalnego jądra w jego obszarze równikowym.