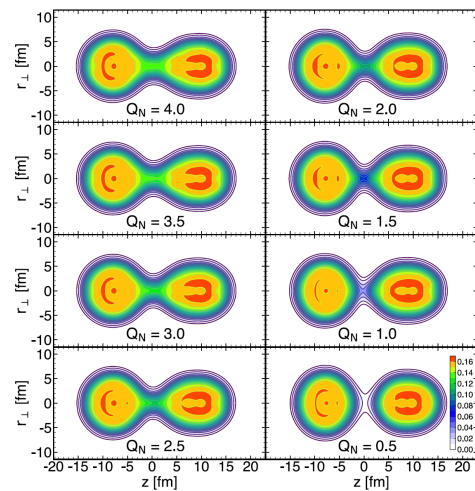


# Rozkład materii jądrowej podczas rozszczepienia

## Streszczenie popularnonaukowe

Rozszczepienie jąder atomowych to przemiana jądrowa, w której ciężkie jądro atomowe rozpada się na dwa mniejsze. W tym procesie uwalnia jest z jądra duża ilość energii, dlatego wykorzystywany on jest między innymi w elektrowniach atomowych. Rozszczepiać się mogą jądra pierwiastków o dużej liczbie protonów i neutronów, na przykład uranu i neptunu. Badając ten rozpad w eksperymentach fizycznych możemy uzyskać wiele informacji o strukturze jąder i naturze oddziaływań jądrowych. Jego rola jest istotna przy określeniu stabilności izotopów. Możemy dowiedzieć się, jak długi czas połowicznego zaniku będą miały nuklidy tworzące najcięższe pierwiastki znane ludzkości. Jest to konieczne, aby określić, ile pierwiastków znajduje się w układzie okresowym. Do tej pory odkryliśmy, że można wytworzyć w laboratorium jądra o liczbie atomowej aż do 118. Zsyntetyzowany niedawno najcięższy pierwiastek nazwano oganessonem.

Wiele laboratoriów na świecie wykonuje eksperymenty badając proces rozszczepienia. Mierzone są między innymi czasy połowicznego zaniku, masy powstałych fragmentów i ich energie kinetyczne. Natomiast rolą modeli teoretycznych jest opisanie tego procesu oraz wyjaśnienie i przewidzenie wyników doświadczeń. Nie jest to proste, gdyż ciężkie jądro atomowe jest układem kilkuset nukleonów podlegających prawom mechaniki kwantowej. Proces rozszczepienia tłumaczymy jako kwantowo-mechaniczny proces tunelowania bariery potencjału. Bariera tworzy się w trakcie stopniowego wydłużania jądra, począwszy od kształtu zbliżonego do sfery w stanie podstawowym. Procesowi temu początkowo towarzyszy wzrost energii. Następnie jądro zaczyna się miejscowo przewężać, tym samym zmniejszając swoją energię. W końcu jądro pęka tworząc dwa fragmenty odpychające się od siebie oddziaływaniem kulombowskim. W zależności od wewnętrznej struktury, w trakcie tej ewolucji jądro każdego izotopu może przybierać różne kształty dzieląc się na fragmenty o tej samej lub różnej masie. Energia deformacji obliczona dla każdego izotopu wskazuje na unikalne cechy rozpadów takiego jądra.



Rysunek 1 Rozkład materii jądrowej podczas rozrywania jądra  $^{258}\text{No}$  na fragmenty.

W tym projekcie pragniemy przeanalizować, jakie kształty przybierze materia jądrowa w trakcie procesu rozszczepienia. Nasze badania powinny dać odpowiedzi na szereg pytań dotyczących rozkładu nukleonów w rozszczepiających się jądrach. Czy fragmenty przed podziałem jądra macierzystego wolą być sferyczne, wydłużone, czy gruszkowate? Jak cienka może być szyjka je łącząca, zanim jądro zostanie rozerwane? Czy protony i neutrony rozkładają się równomiernie w obu fragmentach i dlaczego obserwujemy różne izotopy wśród produktów rozszczepienia? Jak wygląda powierzchnia jądra: czy spadek gęstości materii jądrowej począwszy od gęstości nasycenia we wnętrzu do zera w pewnej odległości od jądra jest równomierny we wszystkich kierunkach?

Na te pytania chcemy odpowiedzieć używając zaawansowanej teorii Hattiego-Focka-Bogolubowa, która w opisuje jądro jako kwantowo-mechaniczny układ nukleonów poruszających się w średnim polu wytworzonym przez nie same. Ta teoria należy do modeli samozgodnych, tzn. takich w których oblicza się rozkład materii jądrowej minimalizujący całkowitą energię układu cząstek. Daje nam to gwarancję, że każdorazowo kształt jądra będzie w optymalny sposób do zadanych więzów, czyli warunków jakie chcemy analizować podczas rozszczepiania (np. wydłużenia lub asymetrii odbiciowej jądra). Jest to więc bardzo dobre narzędzie do badania rozkładu materii jądrowej w trakcie rozszczepienia, gdyż jest ona obliczana bez wstępnych założeń.