

Synteza jąder atomowych jest reakcją, której badanie jest istotne zarówno w obszarze jąder lekkich (w astrofizyce, medycynie, czy w poszukiwaniu metod produkcji energii), jak i najcięższych (przy poszukiwaniu jąder superciężkich). Jest też używana w obszarze jąder o średnich masach, gdzie służy m.in. jako narzędzie do badania zarówno struktury jąder, jak i fundamentalnych problemów mechanizmów reakcji jądrowych. Reakcja syntezy bowiem, zwłaszcza przy niskich energiach, jest umożliwiona przez kwantowy efekt „tunelowania” przez barierę kulombowską, którego prawdopodobieństwo zależy od „otoczenia”. (W tym przypadku „otoczeniem” jest struktura oddziałujących jąder). W rezultacie oddziaływania „otoczenia” powstaje cały rozkład barier na syntezę.

Wiadomo od dawna, że kształt tego rozkładu barier zależy wzbudzeń kolektywnych (rotacji i wibracji) tych jąder, które z kolei zależą od ich struktury. Na podstawie naszych badań wysunęliśmy hipotezę, że kształt tego rozkładu zależy też od „dysypacji”, czyli zamiany części energii kinetycznej pocisku na „ogrzanie” jąder uczestniczących w procesie. Skutkuje ono wglądzeniem rozkładu barier.

Uwzględnienie dysypacji oznacza wejście w obszar „dynamiki dysypatywnej”, czyli obszar procesów nieodwracalnych, który w fizyce jądrowej jest słabo zbadany. W szczególności nie wystarcza w nim użycie równania Schrödingera, które jest stosowalne tylko dla „układów zamkniętych” i procesów odwracalnych, ponieważ jednym ze skutków dysypacji jest tzw. „dekoherencja kwantowa”. Znalezione w naszych poprzednich pracach efekty doświadczalne podawane są jako pierwsze przykłady tego zjawiska w fizyce jądrowej przy tak niskiej energii (w okolicy bariery kulombowskiej). Tym niemniej używany przez nas unikalny model CCRMT, oparty na metodzie Kanałów Sprzężonych (Couple Channels) ze stacjonarnym równaniem Schrödingera i Teorii Macierzy Losowych okazuje się być zdolny do przynajmniej częściowego opisu naszych danych doświadczalnych. Głównym celem projektu jest testowanie granic stosowalności tego modelu.

W tym projekcie chcemy to robić przy użyciu 2 metod, odpowiadając na następujące pytania:

- Czy obserwowane przez nas efekty zachodzą zgodnie z naszą hipotezą w syntezie  $^{16}\text{O}$ ,  $^{20}\text{Ne}$ ,  $^{24}\text{Mg}$ ,  $^{28}\text{Si}$  oddziałujących z  $^{136}\text{Ba}$  i  $^{138}\text{Ba}$ ?
- Czy potwierdzą się wynikające z naszych obliczeń przewidywania o spowodowanym dysypacją kilku/ kilkunastokrotnym wzmocnieniu przekroju czynnego na syntezę w okolicy bariery?

W tym celu proponujemy wykonanie 2 eksperymentów przy użyciu wiązki  $^{20}\text{Ne}$  z cyklotronu Laboratorium Ciężkich Jonów oraz 6 eksperymentów przy użyciu wiązek jąder  $^{16}\text{O}$ ,  $^{24}\text{Mg}$ ,  $^{28}\text{Si}$  akceleratora typu tandem w CIAE (Pekin). Ponadto, przy użyciu infrastruktury informatycznej PL-GRID i jej odpowiednika chińskiego, prowadzone będą obliczenia przy użyciu programu CCRMT, jedyne na świecie pozwalające na opis teoretyczny badanych przez nas zjawisk.

Strona polska oferuje kod CCRMT i 3-letnie doświadczenie w jego używaniu, jak również wiązkę  $^{20}\text{Ne}$  i aparaturę niezbędną do przeprowadzenia planowanych z nią pomiarów. Wiązka ta nie może być przyspieszana przez chiński akcelerator typu tandem.

Strona chińska oferuje wiązki  $^{16}\text{O}$ ,  $^{24}\text{Mg}$  and  $^{28}\text{Si}$  oraz aparaturę niezbędną dla badania procesu syntezy. Z powodu braku tzw. deflektora nie jest to możliwe do wykonania w Warszawie. Niezbędna aparatura jest dopiero w budowie i doświadczenie przekazane przez stronę chińską będzie bardzo pomocne w naszych przyszłych badaniach procesu syntezy.