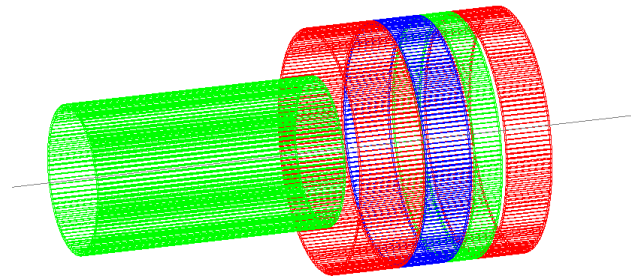


Strategicznym celem prowadzonych badań jest wyznaczenie zależności jądrowej energii symetrii od gęstości dla gęstości 2-3 razy większych od normalnej gęstości jądrowej, ρ_0 . Energia symetrii, E_{sym} , określa nadwyżkę energii wiązania nukleonu w materii czysto neutronowej w stosunku do energii wiązania w materii symetrycznej. Jest ona podstawową wielkością wchodzącą w skład równania stanu asymetrycznej materii jądrowej opisującego zależność energii nukleonu w materii jądrowej od temperatury, gęstości i asymetrii izospinowej. O ile parametry równania stanu symetrycznej materii są względnie dobrze poznane, to forma zależności energii symetrii od gęstości jest ciągle niepewna, zwłaszcza przy wysokich gęstościach (zob. krzywe na rysunku obok dla różnych przewidywań modelowych) i pozostaje obiektem intensywnych badań eksperymentalnych i teoretycznych.

Cel strategiczny może być osiągnięty poprzez jednoczesny pomiar funkcji wzbudzenia obserwabli związanych z emisją neutronów, protonów, lekkich cząstek naładowanych oraz pionów, w ramach programu eksperymentalnego zaproponowanego przez kolaborację ASY-EOS II. Będzie to pierwszy pomiar tego typu i jakości pozwalający na wyznaczenie energii symetrii przy gęstościach 2-3 ρ_0 z bezprecedensową precyzją.

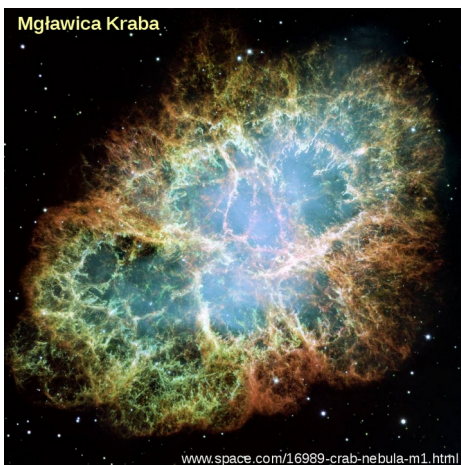
Bezpośrednim celem projektu jest konstrukcja kompaktowego, szybkiego detektora trygerującego Kraków Barrel (KRAB). Detektor stanowi niezbędny element przyszłego układu eksperymentalnego. Dzięki dużej segmentacji umożliwi on precyzyjny pomiar azymutalnych rozkładów kątowych, koniecznych do wyznaczania płaszczyzny reakcji oraz dokładny pomiar krotności potrzebnych do estymacji centralności zderzeń relatywistycznych ciężkich jonów. W zamierzeniu detektor KRAB ma się składać z pięciu pierścieni i 736 segmentów (zob. rysunek obok) wykonanych z odcinków szybkiego światłowodu scyntylacyjnego i pokrywać ponad 90% całkowitego kąta bryłowego.



Jedyną metodą badania własności asymetrycznej materii jądrowej przy dużych gęstościach w warunkach laboratoryjnych, jest badanie zderzeń relatywistycznych ciężkich jonów. Stopień kompresji i osiągnięte ciśnienia, uzależnione są od podatności materii jądrowej na ściskanie, a więc od jej równania stanu. W szczególności, mierzone rozkłady kątowe i energetyczne emitowanych z obszaru interakcji neutronów i protonów, lekkich izobarów oraz wyprodukowanych dodatnich i ujemnych pionów, zależne są od wartości energii symetrii i jej gradientów przy osiągniętych gęstościach.

Realizacja strategicznego celu badań będzie polegała na przeprowadzeniu pomiarów kątów emisji, energii, masy i ładunku wytworzonych produktów reakcji umożliwiających konstruowanie rozkładów specyficznych wielkości (obserwabli) czułych na parametry energii symetrii. Eksperymentalne rozkłady porównane zostaną z wynikami obliczeń modelowych przeprowadzonych dla różnych form energii symetrii.

Konstrukcja nowego detektora wymaga przeprowadzenia realistycznych symulacji, które pozwolą opracować optymalny projekt urządzenia i niezbędnej elektroniki oraz oprogramowania. Wymaga ona również przeprowadzenia testów prototypów i ostatecznej wersji systemu detekcyjnego.



Znajomość zależności energii symetrii od gęstości jest niezbędna w fizyce struktury jądra atomowego do określenia granic stabilności egzotycznych jąder atomowych, ich mas, rozmiarów, rozkładów gęstości czy opisu wzbudzeń kolektywnych. W fizyce reakcji ciężkojonowych jest ona niezbędna do opisu składu izotopowego i obserwowanych wzorców emisji (pływu) produktów reakcji oraz mechanizmu multifragmentacji. W astrofizyce energia symetrii odgrywa istotną rolę w modelowaniu wybuchu supernowych, procesu nukleosyntezy, a zwłaszcza struktury i własności gwiazd neutronowych, jak ta w centrum Mgławicy Krab na zdjęciu obok. W przypadku gwiazd neutronowych szczególnie istotna jest znajomość energii symetrii przy wysokich gęstościach, nawet trzykrotnie przewyższających gęstość normalną. Znajomość parametrów energii symetrii umożliwi przeprowadzanie realistycznych symulacji procesów i obiektów jądrowych w femto- i astro-skali.