

# Rozpędzone protony a tajemnice jądra atomowego

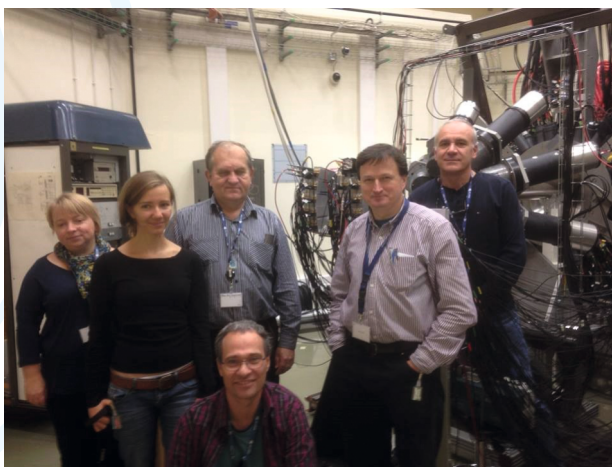
Oprócz zastosowań medycznych cyklotron Proteus jest cennym źródłem rozpędzonych do dużych prędkości protonów dla prowadzenia badań fundamentalnych dotyczących jąder atomowych.

Jądro atomowe jest obiektem o niewyobrażalnych własnościach: pomimo że skupia w sobie aż 99.99% masy atomu, posiada objętość prawie biliard (milion miliardów) razy mniejszą od objętości całego atomu. Jest to zatem obiekt o gigantycznej gęstości.

Pomyśleć by można, że ze względu na niesamowicie małe rozmiary i niewyobrażalną gęstość jądro jest niewzruszalne, że nie można w żaden sposób je zmienić lub pobudzić do jakiegoś ruchu. Okazuje się jednak, że tak nie jest. Jądro jest układem złożonym – tworzą je dodatnio naładowane protony (równoważące ładunek elektronów w atomie) i neutralne neutrony, o wspólnej nazwie „nukleony”.

Z jednej strony jądro atomowe podlega prawom mikroświata, które są odmienne od reguł znanych z naszego codziennego życia. Stwierdzamy np., że nukleony w jądrze, pomimo że są w ciągłym ruchu, mają ściśle określone energie - można sobie to wyobrazić tak, że znajdują się one na półkach o określonych energiach – półki te nazywamy orbitalami. Z drugiej strony jądro widziane jako całość wykazuje ogromne podobieństwo do obiektów, które znamy z własnego otoczenia – można z dobrym przybliżeniem traktować je np. jako kroplę cieczy. Zrozumienie tej dwoistej natury jąder atomowych stanowi podstawowe wyzwanie współczesnej fizyki jądrowej. Eksperymenty fizyczne prowadzone za pomocą wiązki protonów w Centrum Cyklotronowym Bronowice mają za zadanie rzucać coraz więcej światła na to zagadnienie.

Jednym z głównych narzędzi badawczych, które zostanie użyte we wspomnianych eksperymentach w CCB, jest układ detektorów do rejestracji kwantów gamma o wysokich energiach o nazwie HECTOR połączony z układem detekcyjnym o akronimie KRATTA, pozwalającym na identyfikację i pomiar energii lekkich cząstek naładowanych.

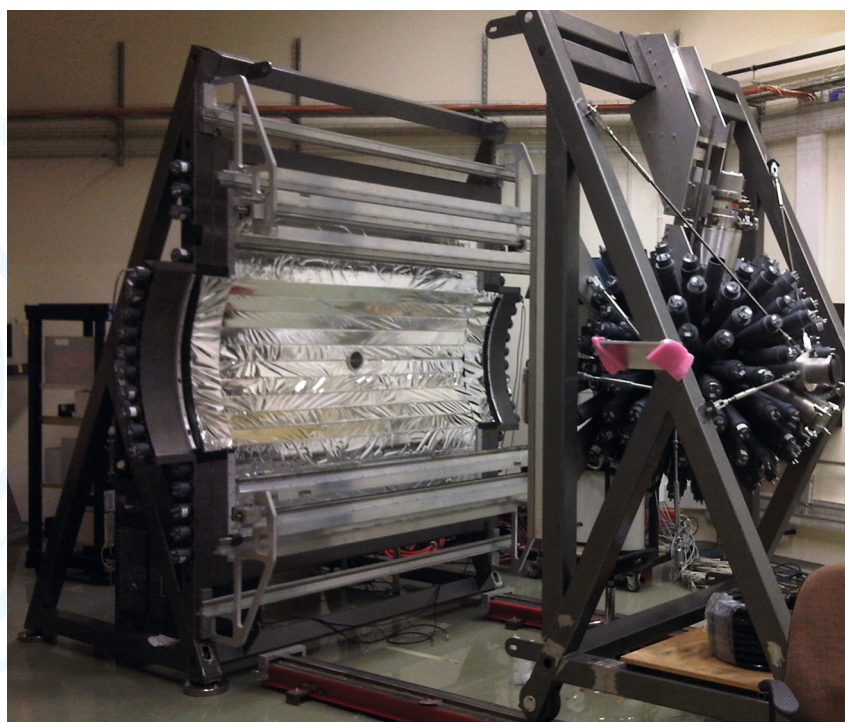


*Zespół fizyków z Krakowa i z Mediolanu ustawia układy detekcyjne HECTOR i KRATTA na CCB*

Jądro atomowe może zmieniać swój stan na różne sposoby: za pomocą przenoszenia nukleonów na wyższe „półki” energetyczne, obracając się lub wykonując drgania. Jednym z rodzajów drgań jest drganie wszystkich protonów względem wszystkich neutronów – mówimy, że mamy do czynienia z rezonansami gigantycznymi. Mogą też zachodzić drgania skóry neutronowej – zwane rezonansami pigmejskimi – do wibracji takich dochodzi w jądrach, które posiadają dużo więcej neutronów niż protonów i w których tworzy się skóra neutronowa. W przypadku pomiarów w CCB to właśnie rozpędzone protony będą wprawiały ustawione na ich drodze jądra w drgania odpowiadające rezonansom gigantycznym lub rezonansom pigmejskim. Za pomocą układu detektorów HECTOR+KRATTA mierzyć będzie można w sposób detaliczny kwanty gamma emitowane z tak drgających jąder, a tym samym wnioskować o takich własnościach jak kształt jądra, rozłożenie neutronów względem protonów lub nawet wytłumaczyć różnicę obecności różnych pierwiastków we Wszechświecie.

Wspomniane własności jądra atomowego opisuje się na drodze teoretycznej. Dąży się do tego, aby mieć możliwość przewidywania charakterystyk jąder do tej pory niezbadanych. Aby jednak tego dokonać, wymagana jest dokładna znajomość sił, które działają między nukleonami. Już od dłuższego czasu potrafimy obliczyć z jaką siłą (zależną m. in. od odległości) działają na siebie dwa nukleony. Okazuje się jednak, że to nie wystarcza. Gdy mamy do czynienia z trzema lub z większą liczbą nukleonów (czyli z sytuacją, która występuje prawie w każdym jądrze atomowym), pojawiają się nowe siły. Są to siły trójciałowe, które działają tylko przy jednoczesnej obecności trzech nukleonów. Siły trójciałowe można badać, zderzając np. proton z układem dwóch nukleonów jakim jest jądro wodoru z jednym neutronem, czyli deuteron. Także i takie badania są i będą prowadzone na wiązce protonów z cyklotronu w CCB. Układem detekcyjnym jest tutaj detektor BINA służący do rejestracji kierunku lotu i energii dwóch protonów, które emitowane są po zderzeniu protonu z jądrem deuteru.

Program badawczy z użyciem wiązki protonów w CCB jest komplementarny do badań prowadzonych w dużych europejskich i światowych ośrodkach badawczych. O najwyższą naukową jakość tych badań dba Międzynarodowy Komitet Doradczy, składający się z uznanych światowych i polskich naukowców.



Układ detekcyjny BINA