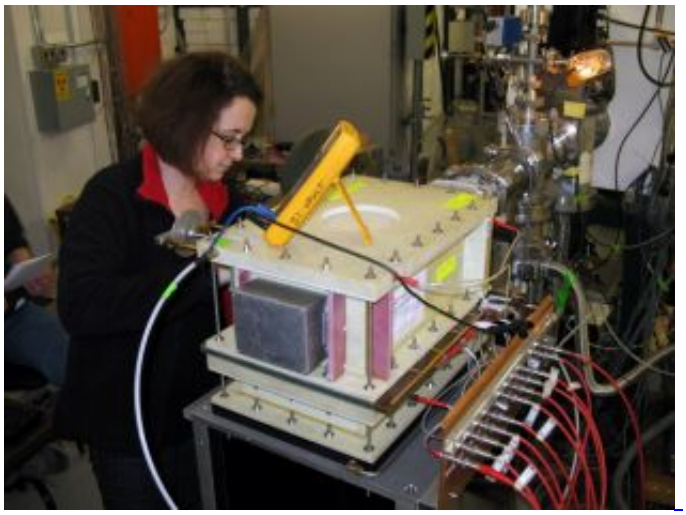
Polski unikatowy detektor pozwolił zaobserwować rzadkie rozpady jąder niklu

2011-06-07



Dr Chiara Mazzocchi (adiunkt w ZSJ IFD FUW) przy montażu detektora gazowego, który obserwował rozpady niklu. Z tyłu po prawej widać jonowód, w którym poruszały się wyselekcjonowane jony zanim trafiły do detektora. Zródło: Marek Pfützner, FUW

Izotopy to odmiany pierwiastków chemicznych, które łączy ta sama liczba protonów w jądrze, a różni liczba neutronów. Obydwie wartości zsumowane stanowią liczbę masową. Nikiel ma 28 protonów w jądrze i tworzy co najmniej 30 różnych izotopów, w tym pięć stabilnych, np. nikiel-58. Odmiany niklu o najbardziej zaburzonej równowadze między ilością protonów i neutronów ciężko otrzymać, a jeszcze trudniej badać – są niestabilne i szybko się rozpadają przechodząc w jądra innych pierwiastków. Warszawscy uczeni z Zakładu Spektroskopii Jądrowej w Instytucie Fizyki Doświadczalnej (IFD) na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego (FUW) podjęli badania niklu-48, będącego bardzo szczególnym izotopem. W jego jądrze jest 28 protonów i tylko 20 neutronów. To jądro o największym niedoborze neutronów, jakie kiedykolwiek badano. Taki izotop ”żyje” zaledwie 2 tysięczne sekundy, po czym się rozpada. Badania polskich naukowców z FUW ujawniły, że najczęstszym sposobem takiego rozpadu dla niklu-48 jest emisja dwóch protonów.

Uwolnione z jądra protony niosą informację o jego budowie wewnętrznej. Aby ją poznać bada się zależności między wyemitowanymi cząstkami poprzez obserwację torów, po których się poruszają. Dlatego potrzebne jest odpowiednie urządzenie. „Używane wcześniej detektory rejestrowały sygnały elektroniczne, w których cała informacja o wzajemnej korelacji dwóch protonów była tracona” – komentuje główny koordynator badań prof. Marek Pfützner z Zakładu Spektroskopii Jądrowej IFD FUW.

Opracowana przez polskich uczonych metoda detekcji opiera się na rejestracji obrazu przy użyciu kamery. Dzięki temu otrzymane wyniki są łatwe do interpretacji - po prostu widać, co się wydarzyło. Nowatorski detektor zbudowano w Warszawie według projektu prof. Wojciecha Dominika z Zakładu Cząstek i Oddziaływań Fundamentalnych IFD FUW. To nigdzie nie stosowane dotąd urządzenie pozwala nie tylko zbierać informacje o torach naładowanych cząstek poruszających się wewnątrz komory, ale także efektownie je wizualizuje. Eksperyment z użyciem polskiego detektora został przeprowadzony w Stanach Zjednoczonych w National Superconducting Cyclotron Laboratory w stanie Michigan przy współpracy University of Tennessee oraz Oak Ridge National Laboratory.

Proces produkcji niestabilnego niklu przebiega w kilku etapach. Atomy stabilnego izotopu niklu-58 są rozpędzane w cyklotronie, a następnie kierowane na obracająca się niklową tarczę zawierającą naturalną mieszankę stabilnych izotopów tego pierwiastka. W wyniku zderzeń zachodzą reakcje jądrowe i powstaje wiązka różnych izotopów rozmaitych pierwiastków. Wpada ona do separatora magnetycznego, który dokonuje selekcji ze względu na liczbę masową. Wyselekcjonowana w ten sposób wiązka wpada do detektora wypełnionego mieszanką gazów - helu, argonu i azotu. Tam, na skutek hamowania w ośrodku gazowym, wytracana jest energia i atomy się zatrzymują. Wtedy następuje rozpad promieniotwórczy ich jąder. Całe zdarzenie jest rejestrowane przez kamerę. Prawdopodobieństwo powstania jądra niklu-48 jest bardzo małe. Dlatego podczas 156 godzin pomiarów, kiedy na niklową tarczę padło ok. 1017 (dziesięć z siedemnastoma zerami!) pocisków, zaobserwowano zaledwie sześć atomów tego rzadkiego izotopu. Jądra czterech z nich rozpadły się przez emisję dwóch protonów, pozostałe uległy innej przemianie.

Jednoczesna emisja dwóch protonów jest zjawiskiem bardzo rzadkim - dotychczas zaobserwowano ją tylko w przypadku trzech innych jąder atomowych: magnezu-19, cynku-54 i żelaza-45" – mówi dr hab. Zenon Janas, współautor eksperymentu. Obserwacja dwuprotonowego rozpadu żelaza była także dziełem warszawskich fizyków. „Możliwość badania tak rzadkich rozpadów, które ujawniają bogate informacje o budowie wewnętrznej jąder ma bardzo duże znaczenie poznawcze" – dodaje prof. Pfützner. „Może pozwolić na zweryfikowanie hipotez i modeli opisujących ten nadal bardzo trudny do poznania obszar materii, z której zbudowany jest otaczający nas świat i my sami."

Badania fizyki jąder atomowych mają wieloletnią tradycję na Uniwersytecie Warszawskim - pierwsze prace z tej dziedziny powstawały już w latach trzydziestych ubiegłego wieku" – mówi Dziekan FUW, prof. dr hab. Teresa Rząca-Urban, która także zajmuje się fizyką jądrową. Przed wojną fizykę jądrowa tworzyli na UW tacy uczeni jak Leonard Sosnowski i Andrzej Sołtan, który już w 1934 roku uruchomił pierwszy polski akcelerator. Po wojnie Jerzy Pniewski i Marian Danysz wsławili się odkryciem hiperjąder – jąder atomowych, w których skład wchodzą nietrwałe cząstki materii odmiennej niż występująca powszechnie w naszym otoczeniu. Obecnie warszawscy fizycy jądrowi uczestniczą w budowie wielkich międzynarodowych eksperymentów, a przykład sukcesów grupy prof. Pfützner pokazuje, że potrafią również proponować i realizować swoje autorskie ciekawe projekty i tworzyć potrzebną do ich realizacji aparaturę. Uniwersytet Warszawski dysponuje także własnym dużym urządzeniem badawczym – cyklotronem ciężkich jonów wykorzystywanym do badań fizyki jądrowej i atomowej, a także na potrzeby medycyny.

Fizycy jądrowi nie ograniczają się jedynie do badań podstawowych, ale starają się wychodzić naprzeciw bieżącym potrzebom gospodarki. Już od października Uniwersytet Warszawski wspólnymi siłami wydziałów Fizyki i Chemii uruchamia nowy makrokierunek studiów „Energetyka i Chemia Jądrowa". Uruchomienie nowego kierunku, skupionego na energetyce jądrowej wiąże się z przewidywaną budową pierwszej elektrowni atomowej w Polsce i potrzebą wykształcenia odpowiedniej liczby specjalistów przygotowanych merytorycznie do radzenia sobie z rozmaitymi aspektami jej funkcjonowania. Program studiów skupia się m.in. na kwestiach związanych z wytwarzaniem, składowaniem i utylizacją paliwa reaktorowego. „Studenci zyskają też wiedzę na temat zjawisk fizycznych, procesów chemicznych oraz aspektów prawno-administracyjnych związanych z funkcjonowaniem elektrowni jądrowej" – wyjaśnia koordynator nowego makrokierunku, dr Przemysław Olbratowski.

W tym roku obchodzimy też stulecie przyznania Marii Skłodowskiej-Curie Nagrody Nobla w dziedzinie chemii oraz stulecie odkrycia jądra atomowego. By uczcić te rocznice prof. Marek Pfützner organizuje konferencję „Dziedzictwo Marii Skłodowskiej Curie - 100 lat po odkryciu jądra atomu”. Odbędzie się ona w dniach 11-18 września 2011 r. w miejscowości Piaski na Mazurach. Swoje przybycie na imprezę potwierdził prawnuk naszej noblistki - francuski astrofizyk Yves Langevin, zaś wykład otwierający wygłosi prof. Andrzej Kajetan Wróblewski – znakomity fizyk, popularyzator i badacz historii nauki.

INFORMACJE UZUPEŁNIAJĄCE

Fizyka i astronomia na Uniwersytecie Warszawskim pojawiły się w 1816 roku w ramach ówczesnego Wydziału Filozofii. W roku 1825 powstało Obserwatorium Astronomiczne. Obecnie w skład Wydziału Fizyki UW wchodzą Instytuty: Fizyki Doświadczalnej, Fizyki Teoretycznej, Geofizyki, Katedra Metod Matematycznych oraz Obserwatorium Astronomiczne. Badania pokrywają niemal wszystkie dziedziny współczesnej fizyki, w skalach od kwantowej do kosmologicznej. Kadra naukowo-dydaktyczna Wydziału składa się z ponad 200 nauczycieli akademickich, wśród których jest 70 pracowników z tytułem profesora. Na Wydziale Fizyki UW studiuje prawie 700 studentów i ok. 150 doktorantów.

MATERIAŁY GRAFICZNE

Akt emisji dwuprotonowej przez atom izotopu niklu-48. Widać długi tor atomu niklu, który wpadł do detektora od dołu i zatrzymał się w jego wnętrzu. Dwa krótkie tory przedstawiają protony wyrzucone przez po czasie dwóch tysięcznych sekundy od zatrzymania. Źródło: FUW

HR: Dr Chiara Mazzocchi (adiunkt w ZSJ IFD FUW) przy montażu detektora gazowego, który obserwował rozpady niklu. Z tyłu po prawej widać jonowód, w którym poruszały się wyselekcjonowane jony zanim trafiły do detektora. Zródło: Marek Pfützner, FUW

POWIĄZANE STRONY WWW:

Strona konferencji „Dziedzictwo Marii Skłodowskiej Curie - 100 lat po odkryciu jądra atomu”

Strona makrokierunku Energetyka i Chemia Jądrowa

WYSYŁAJĄCY INFORMACJĘ

dr Marek Pawłowski
Pełnomocnik Dziekana Wydziału Fizyki UW d/s upowszechniania wyników badań