Laboratorium Radiospektroskopii stworzy nowe możliwości badań

Laboratoria naukowe kryją wiele tajemniczych dla laików urządzeń. Niektóre z nich pełnią wiele funkcji i umożliwiają prowadzenie różnorodnych badań umożliwiających transfer innowacyjnych technologii do małych i średnich przedsiębiorstw regionu.

prof. dr hab.
Mykola Serheiev

kierownik Zakładu Fizyki Ciała Stałego i Laboratorium Radiospektroskopii

dr inż.
Marcin Olszewski

adiunkt Zakładu Fizyki Ciała Stałego Wydział Matematyczno-Fizyczny US

Z całą pewnością nie ma człowieka, który nie wiedziałby, że kompas zawiera igłę z materiału magnetycznego, wskazującą w polu magnetycznym Ziemi, gdzie znajdują się bieguny północny i południowy. Nie każdy jednak wie, że prawie wszystkie jądra atomowe podobnie jak igły kompasu są małymi magnesami i analogicznie do niej – są czułe na pole magnetyczne, reagując na nie zmianą orientacji.

Z praw fizyki wynika, że w zewnętrznym polu magnetycznym „igły" magnetyczne jąder zaczynają wirować dookoła wektora pola magnetycznego. Częstotliwość tego wirowania jest wprost proporcjonalna do natężenia pola magnetycznego oraz do tak zwanego współczynnika żyromagnetycznego, który dla każdego jądra ma ściśle określoną, charakterystyczną wartość, będąc swego rodzaju jego „dowodem osobistym".

Jeżeli na takie wirujące jądrowe igły magnetyczne zacznie działać pole elektromagnetyczne o zmiennej częstości (czyli fale elektromagnetyczne, analogiczne do tych, które docierają do anten naszych odbiorników radiowych i telewizyjnych), to w przypadku gdy częstość tego pola pokrywa się z częstością wirowania igły magnetycznej jądra, nastąpi zjawisko gwałtownej absorpcji energii takiej fali. To właśnie zjawisko intensywnej (rezonansowej) absorpcji energii pola radiowego nosi nazwę magnetycznego rezonansu jądrowego.

NMR – jedna z najważniejszych metod doświadczalnych

Obecnie metoda magnetycznego rezonansu jądrowego (w skrócie NMR, z ang. *Nuclear Magnetic Resonance*) jest jedną z najważniejszych doświadczalnych metod nauk ścisłych. W chemii i fizyce praktyczne zastosowania NMR dają możliwość otrzymania ważnej informacji o strukturze, wewnętrznej dynamice oraz reakcjach chemicznych różnych związków organicznych i nieorganicznych, znajdujących się w stanie ciekłym lub stałym.

W fizyce za pomocą NMR udało się zaobserwować i zbadać wiele fundamentalnych problemów: zjawiska nadpłynności spinowej oraz uporządkowania momentów magnetycznych jąder (ferromagnetyzm jądrowy), efekty polaryzacji spinowej i odwrócenia strzałki czasu (zjawiska echa spinowego), zjawisko anomalnej rotacji i dyfuzji itd.

W chemii fizycznej zastosowanie spektroskopii NMR doprowadziło do rozwoju nowej dziedziny – chemii spinowej, której możliwości praktyczne już dzisiaj pozwalają sterować reakcjami chemicznymi za pomocą dość słabych pól magnetycznych.

NMR ma też różnorodne zastosowania w biofizyce, biologii i medycynie. Wszyscy bardzo dobrze wiemy o osiągnięciach i zastosowaniu w medycynie tomografii opartej na badaniu zjawiska NMR.

Tematy badań naukowych i współpraca

W Laboratorium Radiospektroskopii Zakładu Fizyki Ciała Stałego Instytutu Fizyki są prowadzone badania różnych aktualnych zagadnień fizyki ciała stałego metodami magnetycznego rezonansu jądrowego. Spośród badanych zagadnień wymienimy kilka podstawowych.

Są to badania wewnętrznej budowy i dynamiki organicznych nanostruktur: nanodiamentów; „nanocebulek", „nanodrutów" i innych egzotycznych sztucznych nanotworzyw, które są perspektywicznymi materiałami dla przyszłej elektroniki molekularnej. Badamy też właściwości fizyczne różnych szkieł od nano- do makrorozmiarów, a w szczególności szkieł zawierających atomy boru, które znajdują szerokie praktyczne zastosowania w nowoczesnych laserach, czujnikach promieniowania jądrowego, osłonach i sterownikach reaktorów jądrowych, urządzeniach elektro- i elastooptycznych itd.

W zakres naszych zainteresowań wchodzą również badania procesów dynamiki grup molekularnych w materiałach zawierających mikro- i nanoskopowe kanały albo dość wąskie „szczeliny". Okazuje się, że w takich materiałach ruchy molekularne wykazują zupełnie inne, anomalne właściwości, których mechanizmy fizyczne obecnie nie są do końca wyjaśnione.

Badania prowadzone są we współpracy z różnymi ośrodkami badawczym w Polsce i na świecie (USA, Izrael, Ukraina, Rosja). W ostatnich pięciu latach pracownicy laboratorium opublikowali 13 prac naukowych w czasopismach z tak zwanej listy filadelfijskiej: Phys.Rev., J.Phys.Condens.Matter; Solid State NMR; Z.Naturforsch.; Physica B. Oprócz tego wygłoszono około piętnastu referatów na międzynarodowych konferencjach naukowych w kraju i za granicą.

Wyposażenie laboratorium

Baza doświadczalna laboratorium składa się z dwóch spektrometrów magnetycznego rezonansu jądrowego: spektrometru NMR firmy Tell Atomic Corporation (USA-Poland) oraz nowoczesnego spektrometru Avance III 400 firmy Bruker (Niemcy), który został zakupiony w ramach projektu „Laboratoria Badawczo-Rozwojowe Uniwersytetu Szczecińskiego (eLBRUS)" współfinansowanego przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Zachodniopomorskiego na lata 2007-2013.

Konfiguracje naszych spektrometrów umożliwiają badania rezonansu magnetycznego w roztworach oraz w ciałach stałych. Wyposażenie oraz parametry techniczne spektrometrów pozwalają na wykonanie prostych, jak również zaawansowanych wielowymiarowych i wielokwantowych eksperymentów w bardzo szerokim zakresie temperatur i częstotliwości jąder magnetycznych.

Nowe techniki spektroskopowe, w które wyposażone są nasze spektrometry, oferują proste i skuteczne metody interpretacji widm NMR, nawet dla bardzo złożonych związków chemicznych z nakładającymi się pasmami rezonansowymi. Przy pomocy tych technik, często w krótkim czasie, można uzyskać szereg informacji o strukturze chemicznej i dynamice molekuł, dotychczas niedostępnych metodą konwencjonalnej spektroskopii NMR.

Najpopularniejsze obecnie są korelacyjne eksperymenty dwuwymiarowe 2D oraz trójwymiarowe 3D. Obecnie te wielowymiarowe techniki mają szerokie zastosowanie do rejestracji widm NMR nie tylko substancji nieorganicznych, ale również próbek biologicznych i substancji pochodzenia naturalnego, takich jak proteiny, oligo- i polisacharydy itd.

Spektrometr

Fot. archiwum

Możliwości współpracy z biznesem i innymi podmiotami regionu

Głównym zadaniem zespołu Laboratorium Radiospektroskopii jest i będzie kontynuacja badań naukowych na najwyższym światowym poziomie. Wysoka jakość prowadzonych w laboratorium badań podstawowych stwarza sprzyjające warunki do ich praktycznego wykorzystania. Fundamentalne znaczenie będzie zatem miało nawiązanie i pogłębienie kontaktów między laboratorium a małymi i średnimi przedsiębiorstwami działającymi w naszym regionie.

Po zakończeniu projektu eLBRUS Laboratorium Radiospektroskopii wspólnie z innymi laboratoriami Instytutu Fizyki będą tworzyć mocne nowoczesne zaplecze naukowo-dydaktyczne dla przyszłych kadr w dziedzinie priorytetowej dla regionu energetyki jądrowej, fizyki medycznej, nanotechnologii, fizyki polimerów i ochrony środowiska, co przyczyni się do trwałego rozwoju całego regionu zachodniopomorskiego.

Szczególnie ważna będzie planowana współpraca laboratorium z innymi wydziałami uniwersytetu oraz z innymi uczelniami Szczecina. Pozwoli to wykorzystać wysoki potencjał badawczy kadry naukowej miasta na rzecz transferu innowacyjnych metod badania i technologii do małych i średnich przedsiębiorstw regionu.

W sferze dostępnych technologii pomiarowych magnetyczny rezonans jądrowy zajmuje wyjątkową pozycję ze względu na szeroki zakres zastosowań. Laboratorium Radiospektroskopii oferuje następujące formy współpracy z biznesem, przedsiębiorstwami i innymi podmiotami regionu w zakresie usług i współpracy:

- analiza zawartości związków chemicznych w różnych materiałach ciekłych i stałych,
- pomiary rozmiarów i koncentracji tzw. wolnych objętości (porów) w zakresie od l nm do kilkudziesięciu nanometrów, występujących powszechnie w materiałach krzemionkowych, polimerach, elastomerach, szkłach, zeolitach, różnego typu sorbentach itp.,
- badania rodzaju, koncentracji i kinetyki defektów ciał stałych wytworzonych m.in. poprzez różnego rodzaju odkształcenia, deformacje oraz napromieniowanie,
- badania leków oraz surowców kosmetycznych pochodzenia roślinnego i zwierzęcego,
- badania parametrów fizykochemicznych wody, zanieczyszczeń wodnych akwenów, monitorowanie środowiska,
- badania zawartości śladowych ilości metali ciężkich w wodach, wodach opadowych, nanosach, osadach, glebach itd.,
- badanie jakości produktów przemysłowych i roślinnych oraz artykułów spożywczych,
- wykonywanie badań i analiz na zlecenie,
- szkolenia w zakresie praktycznego zastosowania metod jądrowego magnetycznego rezonansu.