

Zakład Optyki

1. Fotoasocjacja ultrazimnych atomów i jej zastosowania

Opiekun – prof. dr hab. Paweł Kowalczyk lub dr Anna Grochola

adresy e-mail: Pawel.Kowalczyk@fuw.edu.pl

Anna.Grochola@fuw.edu.pl

Hoża, pokój 60 (parter).

Fotoasocjacja stała się w ostatnich latach potężnym narzędziem służącym do wytwarzania ultrazimnych cząsteczek dwuatomowych, homo- i heterojądrowych, w wybranych stanach energetycznych, w tym również w absolutnym stanie podstawowym. Tematem pracy będzie wyjaśnienie podstaw fizycznych metody fotoasocjacji i omówienie możliwości jej zastosowań, zarówno bezpośrednich (np. w spektroskopii wysokiej zdolności rozdzielczej), jak i pośrednich (jako przygotowanie do dalszych eksperymentów, np. z dziedziny tzw. zimnej chemii lub informatyki kwantowej). Celem pracy będzie zapoznanie się z najnowszymi eksperymentami z ultrazimnymi cząsteczkami tworzonymi metodą fotoasocjacji, jak również zaletami i ograniczeniami tej metody w porównaniu do metod komplementarnych (np. magnetoasocjacji).

Obecnie w naszym laboratorium planowane są liczne doświadczenia z "zimną materią". Student, który wykaże się zaangażowaniem i znajomością tematu, będzie miał możliwość włączenia się w aktualnie prowadzone i zakrojone na szeroką skalę prace, mające na celu zbudowanie układu pozwalającego w pierwszym etapie na pułapkowanie dwóch rodzajów atomów metali alkalicznych w nakrywających się pułapkach magnetoptycznych (MOT). Następnym krokiem będzie fotoasocjacja oraz przejście kontroli nad stanami energetycznymi wytwarzanych cząsteczek. Budowa tego układu, zaplanowana na najbliższe kilka lat, jest finansowana z funduszy Unii Europejskiej w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka "Fizyka u podstaw nowych technologii". Stwarza to doskonałą możliwość kontynuowania prac badawczych w czasie studiów magisterskich i doktoranckich.

2. Spektroskopia laserowa dwuatomowych cząsteczek metali alkalicznych

Opiekun – prof. dr hab. Paweł Kowalczyk lub dr Anna Grochola.

adresy e-mail: Pawel.Kowalczyk@fuw.edu.pl

Anna.Grochola@fuw.edu.pl

Hoża, pokój 60 (parter).

Przedmiotem pracy będzie wyznaczenie, na podstawie obserwowanych doświadczalnie widm wzbudzenia cząsteczek, tzw. stałych cząsteczkowych (energii wzbudzenia, częstości oscylacji i rotacji cząsteczki, odległości między jądrami) oraz zależności energii chmury elektronowej od odległości międzyjądrowej dla jednej z dwuatomowych cząsteczek metali alkalicznych badanych w Zakładzie Optyki. Wielkości takie mają podstawowe znaczenie dla przewidywania przebiegu szeregu procesów fizycznych, między innymi laserowego

chłodzenia i pułapkowania atomów oraz tworzenia z nich ultrazimnych molekuł. Są też istotne dla testowania wyników obliczeń teoretycznych struktury energetycznej cząsteczek, prowadzonych metodami chemii kwantowej. Przewidujemy możliwość włączenia się studenta w aktualnie prowadzone prace doświadczalne – obserwację widm wzbudzenia cząsteczek techniką laserowej spektroskopii polaryzacyjnej.

W Laboratorium Badań Molekularnych badamy cząsteczki dwuatomowe, obserwując ich widma optyczne nowoczesnymi metodami spektroskopii laserowej. Zajmujemy się przede wszystkim cząsteczkami metali alkalicznych (np. Na_2 , NaLi , KLi , NaRb , LiCs , NaCs), które są szczególnie ciekawe i dla eksperymentatorów, i dla teoretyków. Jako najprostsze cząsteczki dwuatomowe po cząsteczce wodoru są to doskonałe obiekty do rozwijania teoretycznych metod chemii kwantowej – nasze wyniki doświadczalne są więc nieodzowne do testowania poprawności modeli teoretycznych. Z drugiej strony, osiągnięta w ostatnich latach kondensacja Bosego-Einsteina w parach metali alkalicznych, oraz prace nad tworzeniem ultrazimnych cząsteczek i nad kondensatem molekularnym, stwarzają duże zapotrzebowanie na dokładne dane spektroskopowe dotyczące cząsteczek metali alkalicznych – takich danych dostarczają nasze doświadczenia. Na podstawie obserwowanych widm umiemy wyznaczyć odległość jąder w cząsteczce, częstość ich drgań, częstość obrotów cząsteczki, a przede wszystkim zależność siły oddziaływania atomów tworzących cząsteczkę od ich odległości. Wszystkie te wiadomości zawarte są w tzw. krzywej energii potencjalnej, charakteryzującej dany stan cząsteczki. Krzywa ta z jednej strony obrazuje zależność energii oddziaływania atomów tworzących cząsteczkę od odległości między nimi, z drugiej przedstawia jamę potencjału, w której drgają jądra składowych atomów. Wyznaczenie kształtu takich krzywych jest głównym celem naszych doświadczeń.

3. Przygotowanie wiązek kontrolujących hologramy kwantowe w parach Atomowych

Opiekun – dr hab. Wojciech Wasilewski: www.fuw.edu.pl/~wwasil

kontakt: wwasil@fuw.edu.pl

Hoża69, pokój 342, I piętro

Przechowywanie i przetwarzanie informacji kwantowej niesionej w atomach wielopoziomowych jest obecnie jednym z podstawowych kierunków rozwoju inżynierii kwantowej. W dodatku do wewnętrznej struktury atomów można wykorzystywać przestrzenne stopnie swobody rozciągniętego zespołu atomów i zapisywać w nim fale spinowe tworząc hologramy kwantowe. Powinno to umożliwić maksymalne wyzyskanie pojemności zespołów atomowych w protokołach deterministycznego generowania i manipulowania stanami kwantowymi. W ramach proponowanej pracy licencjackiej przewiduje się konstrukcje i oprogramowanie układu optyczno-mechaniczno-elektronicznego służącego do wytwarzania kontrolnych impulsów laserowych o zadanym przestrzennym rozkładzie amplitudy i fazy pola elektrycznego. Do kształtowania wiązki laserowej zostanie użyty

modulator ciekłokrystaliczny wysokiej rozdzielczości, a do wytworzenia impulsów modulator akustooptyczny. Obydwa te urządzenia będziemy kontrolować za pomocą LabVIEW. Pracę zwięzły studium możliwego rozwiązania układu do wybierania profilu wiązki w skali czasu rzędu mikrosekundy, w trakcie trwania protokołu kwantowego.

4. Femtosekundowy, światłowodowy laser iterbowy

Opiekun – dr. Piotr Wasylczyk
kontakt: Piotr.Wasylczyk@fuw.edu.pl
Hoża69, pokój 94, I piętro
Piotr.Wasylczyk@fuw.edu.pl

W 2010 roku w Laboratorium Procesów Ultraszybkich IFD powstał pierwszy prototypowy laser światłowodowy oparty na włóknach domieszkowanych iterbem. Celem pracy będzie zbadanie parametrów lasera w reżymie pracy z dodatnią i ujemną dyspersją wnąki oraz ewentualne ulepszenie jego konstrukcji.

5. Spektroskopia laserowa w zastosowaniu do wykrywania markerów nowotworowych w powietrzu wydychanym z płuc.

Opiekun – prof. dr hab. Tadeusz Stacewicz.
tadstac@fuw.edu.pl
Hoza 69, pok. 109

Powietrze wydychane z płuc zawiera różne związki powstałe w żywym organizmie wskutek metabolizmu. Metabolizm komórek nowotworowych różni się od metabolizmu komórek zdrowych, stąd w wydychanym powietrzu, w przypadku choroby nowotworowej, mogą pojawiać się specyficzne związki. Ich wykrycie jest możliwe na drodze chemicznej, lecz jest to procedura droga i wymaga użycia odpowiedniej aparatury laboratoryjnej. Spektroskopia laserowa pozwala wykrywać związki z dużą czułością, przy czym współczesna optoelektronika umożliwia budowę aparatury względnie taniej, o niewielkich rozmiarach.

Praca ma charakter studialny. Do zadań licencjata (przy współdziałaniu z opiekunem) należy będzie analiza widm absorpcji wskazanych markerów rakowych określenie koniecznej czułości aparatury, wskazanie koniecznych do zastosowania środków i urządzeń.

Lidar polaryzacyjny

Opiekun – prof. dr hab. Tadeusz Stacewicz.
tadstac@fuw.edu.pl

Niedawno ruch lotniczy w Europie został sparalizowany przez chmurę pyłu wulkanicznego. Lidary, które służą do zdalnego badania własności atmosfery, z dużą czułością mogą wykrywać niewidzialne obłoki dzięki analizie rozproszonego w atmosferze światła laserowego. Stwierdzenie, czy dany obłok składa się z cząstek stałych, możliwe jest dzięki badaniu depolaryzacji tego światła w atmosferze. Praca licencjacka polegać będzie na analizie konstrukcji lidarów depolaryzacyjnych, omówieniu fizyki zjawisk towarzyszących jego działaniu i przedstawieniu sposobów analizy sygnałów lidarowych.
