

Obserwacja rezonansów Feshbacha pomiędzy pojedynczym jonem i ultrazimnymi atomami

2021-12-15



Grupowe zdjęcie członków Quantum Molecular Systems (fot. Piotr Kulik)

Dr hab. Michał Tomza z doktorantem Dariuszem Wiaterem, magistrantką Agatą Wojciechowską oraz dr. Krzysztofem Jachymskim z Instytutu Fizyki Teoretycznej Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego wspólnie z grupą doświadczalną prof. Tobiasza Schaetza z Uniwersytetu we Fryburgu w Niemczech opublikowali artykuł pt. „Obserwacja rezonansów Feshbacha pomiędzy pojedynczym jonem i ultrazimnymi atomami” na łamach czasopisma „Nature”. Publikacja została dodatkowo wyróżniona na okładce jako najważniejsza w wydaniu.

Świat u swoich fundamentów ma naturę kwantową; na co dzień jednak nie możemy tego zaobserwować. Do ujawnienia się jej nieklasyczności pomocne jest znaczne obniżenie temperatury – to właśnie ono pozwala na pojawienie się zjawisk takich jak nadciekłość czy nadprzewodnictwo. Przykładem kwantowej materii mogą być ultrazimne gazy atomów schłodzone do ułamka stopnia powyżej zera bezwzględnego. W takich warunkach oddziaływania pomiędzy atomami można kontrolować przy użyciu pól elektromagnetycznych, wykorzystując zjawisko rezonansów Feshbacha. Naukowcom z Uniwersytetu we Fryburgu oraz Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego udało się po raz pierwszy zaobserwować i wyjaśnić takie rezonanse pomiędzy pojedynczym jonem i ultrazimnymi atomami. Wyniki ich wieloletniej pracy zostały opublikowane w „Nature”, jednym z najbardziej uznanych czasopism naukowych na świecie. Artykuł został dodatkowo wyróżniony na okładce jako najważniejszy w wydaniu. W skład polskiego zespołu teoretyków weszli dr hab. Michał Tomza wraz z członkami prowadzonej przez niego grupy Kwantowych Układów Molekularnych: doktorantem Dariuszem Wiaterem i magistrantką Agatą Wojciechowską oraz dr Krzysztof Jachymski, lider grupy Ultrazimnych Układów Atomowych.

Kontrola w mikroskali

Magnetyczne rezonanse Feshbacha znacząco zwiększają częstość zderzeń w momencie, w którym energia stanów molekularnych dostrojona jest do energii zderzających się atomów – dla konkretnych wartości pola magnetycznego obserwowano je jako wzrost prawdopodobieństwa utraty jonu na skutek jego reakcji z parami atomów. Naukowcom udało się także zademonstrować wzrost częstości zderzeń dwuciałowych w pobliżu rezonansu, co umożliwia efektywne schłodzenie jonu. Analiza teoretyczna polskich naukowców pozwoliła na określenie nieznanych dotąd parametrów oddziaływań oraz na przewidzenie pozycji rezonansów, których początkowo eksperyment nie wykrył.

Otwarta droga dla nowych eksperymentów

Ultrazimne układy jon-atom mają wiele potencjalnych zastosowań w obliczeniach i symulacjach kwantowych. Wyniki uzyskane przez fizyków otwierają drogę do kolejnej generacji eksperymentów, w których stan kwantowy jonu będzie można znacznie łatwiej kontrolować. Niższa energia i dłuższy czas życia jonu pozwolą na zbadanie nowych zjawisk i wytworzenie interesujących stanów kwantowej materii, które z jednej strony pomogą lepiej zrozumieć kwantową naturę świata, zaś z drugiej będą kolejnym fundamentalnym elementem rodzących się technologii kwantowych. Można spodziewać się, że rezonanse Feshbacha pomiędzy jonem i atomami zostaną w krótkim czasie zaobserwowane również dla innych kombinacji pierwiastków.

Badania przedstawione w publikacji były współfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki w ramach projektu OPUS „[Ultrazimne kwantowe mieszanie jonów z atomami, cząsteczkami i atomami rydbergowskimi: nowe hybrydowe układy i zastosowania](#)”

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 wchodzi Instytut: 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 81 pracowników z tytułem profesora. Na Wydziale Fizyki UW studiuje ok. 1000 studentów i ponad 170 doktorantów.

PUBLIKACJE NAUKOWE:

P. Weckesser, F. Thielemann, D. Wiater, A. Wojciechowska, L. Karpa, K. Jachymski, M. Tomza, T. Walker, T. Schaetz, **Observation of Feshbach resonances between a single ion and ultracold atoms**
<https://www.nature.com/articles/s41586-021-04112-y>
doi: 10.1038/s41586-021-04112-y

KONTAKTY:

Michał Tomza
Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego
email: Michal.Tomza@fuw.edu.pl

POWIĄZANE STRONY WWW:

<http://quantmol.uw.edu.pl>
Strona domowa grupy Quantum Molecular Systems

<https://www.fuw.edu.pl>

Strona Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego

<https://www.fuw.edu.pl/informacje-prasowe.html>

Serwis prasowy Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego

MATERIAŁY GRAFICZNE:

FUW211215b_fot01

https://www.fuw.edu.pl/tl_files/press/images/2021/FUW211215b_fot01.jpg

Artystyczna wizja pojedynczego jonu otoczonego ultrazimnymi atomami (*autorka: Ella Marushchenko*)

FUW211215b_fot02

https://www.fuw.edu.pl/tl_files/press/images/2021/FUW211215b_fot02.png

Grupowe zdjęcie członków Quantum Molecular Systems (*fot. Piotr Kulik*)



[FUW211215a - rezonanse_Feshbacha.pdf \(133.3 kB\)](#)