

# 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. Thieleman, D. Wiat, 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](mailto: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](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](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 \(133.3 kB\)](#)