



Warszawa, 29 sierpnia 2025

Czyniąc niewidzialne widzialnym: nowy sposób wytwarzania światła w nanoskali

Światło potrafi zaskakiwać. Udowodnili to naukowcy z Laboratorium Procesów Ultraszybkich Wydziału Fizyki UW oraz Instytutu Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN. Zespół odkrył nowy efekt wzmocnienia emisji nanocząstek konwertujących energię w górę. Badacze wykazali, że jednoczesne pobudzanie tych struktur dwiema wiązkami promieniowania w zakresie bliskiej podczerwieni prowadzi do znacznego zwiększenia intensywności emisji. W szczególnych przypadkach wywołuje emisję światła widzialnego nawet wówczas, gdy żadna z wiązek wzbudzających nie wywołuje tego efektu samodzielnie. Odkrycie to otwiera drogę do wizualizacji promieniowania podczerwonego, wykraczającego poza zakres czułości standardowych detektorów. Wyniki badań, które mogą znaleźć zastosowanie m.in. w mikroskopii i technologiach fotonicznych, zostały opublikowane w renomowanym czasopiśmie „ACS Nano”.

Wśród materiałów fotoaktywnych wykorzystywanych w technologiach fotonicznych szczególnie wyróżniają się te, które pochłaniają fotony o niższej energii i emitują fotony o wyższej energii. Takie zjawisko jest możliwe dzięki akumulacji energii kilku sekwencyjnie zaabsorbowanych fotonów w materiale, a następnie emisji pojedynczego fotonu – o wyższej już energii. Choć konwersja energii fotonów należy do najczęściej wykorzystywanych właściwości tych materiałów, inne ich zastosowania wynikają z nieliniowości emisji, czyli faktu, iż natężenie emitowanego światła nie jest liniową funkcją natężenia światła wzbudzającego. Dzięki tej właściwości materiały konwertujące energię w górę – pod postacią nanocząstek domieszkowanych jonami lantanowców – mogą być wykorzystywane do zwiększania rozdzielczości obrazów mikroskopowych.

Mgr Paulina Rajchel-Mieldzić, przygotowująca rozprawę doktorską w Laboratorium Procesów Ultraszybkich Zakładu Optyki Instytutu Fizyki Doświadczalnej Wydziału Fizyki UW zainicjowała nowy kierunek badań nad potencjalnymi zastosowaniami tych materiałów. Wykorzystała ona fakt, że jony metali ziem rzadkich, stanowiące materiał fotoaktywny w nanocząstkach konwertujących energię, mają złożoną strukturę poziomów energetycznych, co umożliwia im oddziaływanie ze światłem o wielu różnych długościach fali. Doktorantka odkryła, iż gdy nanocząstki są oświetlane nie tylko wiązką o długości fali typowo stosowanej do wzbudzania ich emisji, lecz również dodatkowymi wiązkami z zakresu bliskiej podczerwieni, natężenie emitowanego światła może wzrosnąć nawet wielokrotnie. – Co więcej, w szczególnych warunkach możliwa jest emisja światła widzialnego, wywoływana jedynie przez współdziałanie dwóch wiązek z zakresu bliskiej podczerwieni, gdy żadna z nich nie prowadzi do tego efektu samodzielnie – zauważa mgr Paulina Rajchel-Mieldzić.

Odkryty efekt może znaleźć zastosowanie w detekcji światła podczerwonego i jego konwersji na zakres widzialny, a także w opracowywaniu nowych technik mikroskopowych

oraz metod obliczeniowych opartych wyłącznie na przetwarzaniu światła, otwierając tym samym nowe perspektywy dla rozwoju nowoczesnych technologii optycznych.

Wyniki badań, przeprowadzonych we współpracy z zespołem prof. Artura Bednarkiewicza z Instytutu Badań Strukturalnych i Niskich Temperatur PAN, zostały opublikowane w prestiżowym czasopiśmie ACS Nano i są promowane na okładce numeru 19 z 29 lipca 2025..

Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego:

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 Instytuty: Fizyki Doświadczalnej, Fizyki Teoretycznej, Geofizyki, Katedra Metod Matematycznych Fizyki oraz Obserwatorium Astronomiczne. Badania pokrywają niemal wszystkie dziedziny współczesnej fizyki, w skalach od kwantowej do kosmologicznej. Kadra naukowo-dydaktyczna Wydziału składa się z ponad 250 nauczycieli akademickich. Na Wydziale Fizyki UW studiuje ponad 1100 studentów i ok. 170 doktorantów. Uniwersytet Warszawski w rankingu szanghajskim dla poszczególnych dziedzin (Shanghai's Global Ranking of Academic Subjects) znajduje się wśród 300 najlepszych na świecie jednostek, kształcących w dziedzinie fizyki.

PUBLIKACJA NAUKOWA:

P. Rajchel-Mieldzioc, A. Bednarkiewicz, K. Prorok, P. Fita, *Strong Emission Enhancement via Dual-Wavelength Coexcitation in YbTm-Doped Upconverting Nanoparticles for Near-Infrared and Subdiffraction Imaging*, ACS Nano 2025, 19, 29, 26932–26941
<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsnano.5c08510>

KONTAKTY:

Paulina Rajchel-Mieldzioc,
Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego
email: paulina.rajchel-mieldzioc@fuw.edu.pl

Piotr Fita
Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego
email: Piotr.fita@fuw.edu.pl

POWIĄZANE STRONY WWW:

<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:

FUW250829b_fot01
https://www.fuw.edu.pl/tl_files/press/images/2025/FUW250829b_fot01.png

Wyniki badań, przeprowadzonych przez naukowców z Laboratorium Procesów Ultraszybkich Wydziału Fizyki UW oraz Instytutu Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN zostały opublikowane w prestiżowym czasopiśmie „ACS Nano” i są promowane na okładce numeru 19 z 29 lipca 2025. (Źródło: ACS Nano, July 29, 2025, Volume 19, Issue 29, 26932–26941, Copyright © 2025 The Authors, Published by American Chemical Society).