



Pojedyncze fotony z dwuwymiarowego ZnPS_3 – ważny krok dla technologii kwantowych

Naukowcy z Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, we współpracy z zespołami z National University of Singapore oraz Radboud University w Holandii, zaobserwowali emisję pojedynczych fotonów z warstwowego materiału dwuwymiarowego ZnPS_3 . Odkrycie to stanowi kluczowy krok w kierunku ugruntowania pozycji materiałów niskowymiarowych jako wszechstronnej platformy dla informatyki kwantowej. Wyniki tych badań zostały opublikowane w prestiżowym czasopiśmie „ACS Nano”.

Emiterów pojedynczych fotonów, czyli punktowych źródeł zdolnych do generowania na żądanie dokładnie jednej cząstki światła, intensywnie poszukuje się na potrzeby optycznych technologii kwantowych, takich jak kryptografia kwantowa czy kwantowe przetwarzanie informacji. Tradycyjne układy tego typu, oparte na kropkach kwantowych lub centrach barwnych w diamencie, ustępują pod wieloma względami nowej klasie materiałów – dwuwymiarowym kryształom warstwowym van der Waalsa. W przeciwieństwie do materiałów objętościowych, kryształy 2D można z łatwością przenosić i precyzyjnie umieszczać na niemal dowolnym podłożu bez konieczności dopasowywania stałej sieci krystalicznej. Cecha ta pozwala na ich bezproblemową integrację z istniejącymi miniaturowymi układami fonicznymi, chipami krzemowymi oraz światłowodami. W praktyce oznacza to możliwość tworzenia złożonych, wieloczęściowych obwodów optycznych na jednym chipie. Dzięki temu materiały te stanowią niezwykle obiecującą platformę dla przyszłej, skalowalnej architektury kwantowej, umożliwiając masową produkcję zintegrowanych procesorów kwantowych.

W ramach pionierskich badań naukowcy z Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, we współpracy z zespołami z National University of Singapore oraz Radboud Universiteit w Holandii testowali cienkie płatki trójsiarkofoosorku cynku (ZnPS_3) należące do rodziny warstwowych trichalkogenków metal-fosfor (MPX_3). Materiał ten jest półprzewodnikiem o szerokiej przerwie energetycznej wynoszącej około 3.63 eV. W pracy, opublikowanej w czasopiśmie „ACS Nano”, przedstawiono wyniki badań płatków ZnPS_3 o grubości rzędu kilkudziesięciu nanometrów i o średnicy kilkudziesięciu mikrometrów. Kluczowym elementem pracy jest identyfikacja mikroskopowego mechanizmu odpowiedzialnego za emisję pojedynczych fotonów, a także zbadanie ich parametrów fizycznych. Źródłem kwantowej emisji mogą być defekty strukturalne sieci krystalicznej w postaci braków pojedynczych atomów fosforu. Przemawiają za tym obliczenia teoretyczne zaprezentowane w artykule. Po pobudzeniu materiału światłem lasera, defekt punktowy w sieci krystalicznej generuje uporządkowany strumień fotonów. Emitowane fotony wykazują wysoki stopień polaryzacji, co oznacza, że mają ściśle określoną i stabilną orientację przestrzenną fali elektromagnetycznej. Ta własność może być wykorzystana w kryptografii kwantowej, gdzie informacja może być kodowana poprzez kierunek polaryzacji pojedynczych cząstek światła.

Badania zostały sfinansowane ze środków Narodowego Centrum Nauki w ramach projektu

SONATA BIS „Hybrydowe struktury materiałów warstwowych dla nowoczesnej optoelektroniki” (kierownik: dr hab. Maciej Molas, prof. UW; grant nr 2022/46/E/ST3/00166), realizowanego na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego.

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 oraz Katedra Metod Matematycznych Fizyki. Badania pokrywają niemal wszystkie dziedziny współczesnej fizyki, w skalach od kwantowej do kosmologicznej. Kadra naukowo-dydaktyczna Wydziału składa się z ponad 260 nauczycieli akademickich. Na Wydziale Fizyki UW studiuje ponad 1300 studentów i ok. 150 doktorantów. Uniwersytet Warszawski w rankingu szanghajskim dla poszczególnych dziedzin (Shanghai's Global Ranking of Academic Subjects) znajduje się wśród 200 najlepszych na świecie jednostek, kształcących w dziedzinie fizyki.

PUBLIKACJA NAUKOWA:

Natalia Zawadzka, Dmitrii Litvinov, Stan Kwast, Denis Baranov, Malte Rösner, Maciej R. Molas, Maciej Koperski, Magdalena Grzeszczyk, Defect-Induced Single-Photon Emission in ZnPS₃, ACS Nano, Vol 20/Issue 25 <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsnano.5c19936>

KONTAKT:

Mgr Natalia Zawadzka
Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski
email: Natalia.Zawadzka@fuw.edu.pl,

dr hab. Maciej Molas, prof. UW
Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski
tel. +48 22 55 32 721
email: maciej.molas@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:

FUW260630b_fot01
https://www.fuw.edu.pl/tl_files/press/images/2026/FUW260630b_fot01.png
Warstwowy kryształ ZnPS₃ pobudzany wiązką laserową emituje strumień pojedynczych fotonów.
(Wizualizacja: Natalia Zawadzka, z pomocą sztucznej inteligencji, Wydział Fizyki UW).