

[Akceptuję](#)

W ramach naszej witryny stosujemy pliki cookies w celu świadczenia państwu usług na najwyższym poziomie, w tym w sposób dostosowany do indywidualnych potrzeb. Korzystanie z witryny bez zmiany ustawień dotyczących cookies oznacza, że będą one zamieszczone w Państwa urządzeniu końcowym. Możecie Państwo dokonać w każdym czasie zmiany ustawień dotyczących cookies. Więcej szczegółów w naszej [Polityce Prywatności](#)

[Portal](#) [Informacje](#) [Katalog firm](#) [Praca](#) [Szkolenia](#) [Wydarzenia](#) [Porównania międzylaboratoryjne](#)
[Kontakt](#)



[Laboratoria](#)
[.net](#)
[Innowacje](#)
[Nauka](#)
[Technologie](#)

[Logowanie](#) [Rejestracja](#) [pl](#)

Newsletter

zapisz się



- [Nowe technologie](#)
- [Felieton](#)
- [Tygodnik "Nature"](#)
- [Edukacja](#)
- [Artykuły](#)
- [Przemysł](#)

[Strona główna](#) > [Edukacja](#)

Sterowanie punktami wyjątkowymi ulepszy urządzenia optyczne

Po raz pierwszy na świecie polscy naukowcy zaobserwowali anihilację punktów wyjątkowych pochodzących z różnych punktów degeneracji. Odkrycie może przyczynić się do powstania nowoczesnych urządzeń optycznych, których właściwościami będzie można sterować za pomocą napięcia.

Badania wykonane przez fizyków z Uniwersytetu Warszawskiego i Wojskowej Akademii Technicznej we współpracy z naukowcami z francuskiego CNRS i brytyjskiego University of Southampton

opisano w najnowszym numerze „Nature Communications”.

Fizycy z UW w międzynarodowym zespole badawczym zaobserwowali anihilację punktów wyjątkowych pochodzących z różnych punktów degeneracji. Obserwacji dokonano we wnękach optycznych wykonanych w WAT. We wnęce optycznej warunki propagacji światła są modulowane poprzez sterowanie zamkniętym wewnątrz materiałem ciekłokrystalicznym. W takim rezonatorze optycznym możliwe jest sterowanie tzw. punktami wyjątkowymi.

ABSTRAKCYJNE POJĘCIA POTRZEBNE DO WYJAŚNIENIA ZJAWISK

Jak przypominają naukowcy cytowani w informacji prasowej z UW i WAT, świat zbudowany jest z cząstek elementarnych. Większość z nich ma swoje antycząstki (tak jak to mam miejsce w przypadku elektronu - jego antycząstką jest pozyton). Gdy cząstka i antycząstka spotkają się ze sobą, dochodzi do zaniku obu (anihilacji). Tak się dzieje, gdy spotka się materia z antymaterią. Znane są także kwazicząstki i kwaziantycząstki, mające one swe źródło we wzburzeniach np. ładunku, drgań drobin materii, np. w kryształach.

"Kwazicząstkami mogą być nawet abstrakcyjne matematyczne pojęcia, o ile uda się je zrealizować w układach fizycznych. Pojęcie kwazicząstek upraszcza opis zjawisk kwantowych" - wyjaśnia dr hab. Jacek Szczytko z Wydziału Fizyki UW, jeden z autorów publikacji.

Zaznacza, że bez uogólnienia pojęciem kwazicząstek trudno by było zrozumieć działanie tranzystora, diody świecącej, nadprzewodnika i niektórych komputerów kwantowych.

Wśród takich abstrakcyjnych pojęć są punkty wyjątkowe. "Są to szczególne parametry układu prowadzące do uwspólniania dwóch różnych rozwiązań, które mogą istnieć tylko w układach tłumionych, to jest takich, w których oscylacje powoli zanikają w czasie. Punkty wyjątkowe można wykorzystać do tworzenia ultraczułych sensorów, laserowania jednomodowego czy transportu jednokierunkowego" - wyjaśnia prof. Guillaume Malpuech z francuskiego Institute Pascal, CNRS we francuskim Aubiere.

"Każdy punkt wyjątkowy charakteryzuje się także niezerowym ładunkiem topologicznym. Ładunek topologiczny to matematyczną cechą, która opisuje fundamentalne właściwości geometryczne i pozwala określić który punkt wyjątkowy będzie antycząstką dla innego punktu wyjątkowego" - dodaje prof. Dmitry Solnyshkov z tego samego instytutu.

REZONATOR WYPEŁNIONY CIEKŁYM KRYSZTAŁEM

Naukowcy badali zjawiska w rezonatorze optycznym wypełnionym ciekłym kryształem. Ciekłe kryształy są fazą łączącą cechy dwóch stanów skupienia materii - ciekłego i stałego.

Jak wyjaśnił dr hab. Wiktor Piecek z Wydziału Nowych Technologii i Chemii WAT, w cienkich, mikrometrowych warstwach ciekłych kryształów można wyróżnić kierunki o szczególnych właściwościach optycznych, tzw. osie optyczne. Ta właściwość decyduje o prędkości propagacji światła o zadanym kierunku i polaryzacji. Połączenie tej cechy z faktem, że ciekłe kryształy wykazują zróżnicowaną w przestrzeni przenikalność elektryczną, umożliwi sterowanie polem elektrycznym warunków propagacji światła przez warstwę ciekłego kryształu - jest to m.in. podstawa działania wyświetlaczy ciekłokrystalicznych - LCD.

W strukturach wykonanych w WAT zastosowano unikalny, opracowany i również wykonany w WAT ciekły kryształ, generujący wyjątkowo dużą różnicę prędkości światła biegnącego wzdłuż różnych osi optycznych (dwójłomność).

"Całość tworzy tzw. wnękę optyczną - rezonator, przez którą przechodzi światło o długości fali takiej, że odległość pomiędzy zwierciadłami stanowi dokładnie wielokrotność połowy długości fali" - tłumaczy współautor badania, prof. Piecek.

Warunek ten jest spełniony dla tak zwanych modów rezonansowych wnęki, czyli światła o określonej długości fali (energii), polaryzacji i kierunku propagacji. Obecność ciekłego kryształu, którego orientację można zmieniać przez przyłożenie napięcia, pozwala na strojenie warunków wystąpienia modów wnękowych. Dodatkowo warunek rezonansu zmienia się, gdy światło pada na wnękę pod kątem, co może prowadzić w szczególności do sytuacji, w której różne mody wnękowe mogą się ze sobą przecinać, czyli mieć tę samą energię pomimo różnej polaryzacji światła.

W rozpatrywanej w artykule konkretnej orientacji ciekłego kryształu, dwa różne mody wnękowe powinny przecinać się jedynie dla czterech konkretnych kątów padania światła na wnękę. Takie założenie pozwoliłoby na uzyskanie idealnej struktury bez żadnych strat światła. W rzeczywistości światło uwięzione we wnękę może wydostać się przez nieidealne zwierciadła lub ulec rozproszeniu. Średni czas przebywania fotonu wewnątrz mikrownęki można wyznaczyć na podstawie pomiarów spektroskopowych.

Co więcej, ze względu na wyróżnianie kierunków przez warstwę ciekłokrystaliczną zaobserwowano różnicę w rozpraszaniu światła spolaryzowanego wzdłuż i prostopadle do osi optycznej warstwy ciekłego kryształu. Na skutek tego, w miejscu każdego punktu degeneracji zaobserwowano parę tak zwanych punktów wyjątkowych, dla których zarówno energia, jak i czas życia fotonu we wnękę jest taki sam.

WYJĄTKOWE PUNKTY - WYJĄTKOWE ODKRYCIE

"W badanym układzie zaobserwowano, że położeniem punktów wyjątkowych można sterować przez zmianę napięcia przykładanego do wnęki. Wraz ze zmniejszaniem napięcia punkty wyjątkowe powstałe z różnych punktów degeneracji zbliżają się do siebie, a dla odpowiednio niskiego napięcia nachodzą na siebie. Jako że przybliżające się punkty charakteryzują się przeciwnym do siebie ładunkiem topologicznym to w momencie spotkania anihilują" - wyjaśnia Mateusz Król z Wydziału Fizyki UW, pierwszy autor publikacji.

Ismael Spetembre, doktorant w CNRS podkreśla, że takie zachowanie topologicznych kwazicząstek, czyli anihilacja punktów wyjątkowych pochodzących z różnych punktów degeneracji, zostało zaobserwowane po raz pierwszy na świecie. Wcześniejsze prace pokazywały anihilację punktów wyjątkowych, ale były to kwazicząstki, które pojawiały się i znikwały dokładnie w tych samych punktach degeneracji.

Punkty wyjątkowe są w ostatnich latach szczególnie intensywnie badane w różnych dziedzinach fizyki. "Omawiane odkrycie może pozwolić na powstanie urządzeń optycznych, których właściwościami topologicznymi będzie można sterować za pomocą napięcia" - podsumowuje komunikat dr hab. Barbara Piętka z Wydziału Fizyki UW.

Źródło: pap.pl

<https://laboratoria.net/edukacja/31526.html>

Informacje dnia: [Gwałtowne przerwanie gry komputerowej w złości to ważny sygnał Uniwersytet Wrocławski, PAP i Fundacja PAP podpisały umowę 10 polskich zespołów w zawodach Shell Eco-marathon Poland 2026 Prawie 1,2 mld ludzi na świecie cierpi na zaburzenia psychiczne AGH uruchomiła laboratorium UE Katowice i Śląski Uniwersytet Medyczny uruchamiają nowe kierunki Gwałtowne przerwanie gry komputerowej w złości to ważny sygnał Uniwersytet Wrocławski, PAP i](#)

[Fundacja PAP podpisały umowę 10 polskich zespołów w zawodach Shell Eco-marathon Poland 2026](#)
[Prawie 1,2 mld ludzi na świecie cierpi na zaburzenia psychiczne AGH uruchomiła laboratorium UE](#)
[Katowice i Śląski Uniwersytet Medyczny uruchamiają nowe kierunki](#)
[Gwałtowne przerwanie gry komputerowej w złości to ważny sygnał Uniwersytet Wrocławski, PAP i Fundacja PAP podpisały](#)
[umowę 10 polskich zespołów w zawodach Shell Eco-marathon Poland 2026](#)
[Prawie 1,2 mld ludzi na świecie cierpi na zaburzenia psychiczne AGH uruchomiła laboratorium UE Katowice i Śląski](#)
[Uniwersytet Medyczny uruchamiają nowe kierunki](#)

Partnerzy