

Nowe stany kwantowe w polarytonowych płynach światła **Popularnonaukowe streszczenie projektu**

Projekt dotyczy badań polarytonów ekscytonowych, niezwykle interesujących cząstek kwantowych, które mogą znaleźć zastosowania w różnorodnych dziedzinach, takich jak niezwykle dokładne pomiary interferometryczne, lasery o ultraniskiej mocy, czy też przetwarzanie informacji z bardzo małymi stratami energii.

Polarytony ekscytonowe powstają w materiałach półprzewodnikowych o specjalnie zaprojektowanej strukturze, na skutek silnego sprzężenia fotonów z ekscytonami, czyli cząstkami materialnymi złożonymi z elektronu i "dziury". Polarytony są cząstkami mającymi strukturę "kota Schrodingera". Stan kwantowy zawiera dwie alternatywy: kot żywy, gdy ekscyton istnieje, lub martwy, gdy zamiast ekscytonu w układzie znajduje się foton.

Projekt zawiera trzy zadania badawcze. Pierwsze zadanie obejmuje zaproponowanie sposobu uzyskiwania tzw. topologicznych stanów kwantowych wykorzystując nową metodę, która polega na wykorzystaniu właściwości polarytonów. Stany topologiczne są obecnie na froncie teoretycznych i eksperymentalnych badań fizyki materii skondensowanej. W przeciwieństwie do tradycyjnej technologii transport stanów topologicznych jest odporny na niedoskonałości strukturalne i defekty. Dzięki temu nie musimy martwić się o rozpraszanie na defektach czy w miejscach gdzie tor światła biegnącego w światłowodzie ulega ugięciu. Realizacja tego typu stanów w zakresie światła widzialnego i w temperaturze pokojowej nie została jak dotąd osiągnięta, a mogłaby stanowić istotny przełom technologiczny.

Drugie zadanie ma na celu opracowanie metod opisu tak zwanych kondensatów polarytonowych o długim czasie życia. Kondensat Bosego-Einsteina to stan materii, w którym cząstki charakteryzują się wysokim stopniem koherencji. Można go porównać do doskonale zgranej, kroczącej w rytmie armii, w przeciwieństwie do bezładnego tłumu odpowiadającego pospolitemu gazowi czy cieczy. Kondensaty polarytonów mają ograniczony czas życia, rzędu pikosekund, lecz wraz z postępem technologicznym stale się on wydłuża. Wymaga to opracowania nowych metod modelowania teoretycznego.

Trzecie zadanie dotyczy kondensatów w tzw. reżimie niestabilnym, który został zaobserwowany eksperymentalnie w ostatnich latach m.in. w kondensatach organicznych, z którymi wiązane są duże nadzieje na stworzenie praktycznych zastosowań. Właściwości niestabilnego kondensatu nie są dobrze zbadane. Istnienie niestabilności może utrudniać praktyczne ich zastosowanie, dlatego planujemy opracować metodę stabilizacji kondensatu w reżimie niestabilnym m.in. poprzez odpowiednie zaprojektowanie próbki półprzewodnikowej.