

POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

Polarytony ekscytonowe w mikrownękach półprzewodnikowych to układy szeroko badane w ostatnich latach. Wynika to z obserwacji ciekawych efektów, takich jak kondensacja Bosego-Einsteina, laserowanie polarytonowe, czy nadciekłość. Polarytony ekscytonowe są kwazicząstkami powstającymi w wyniku sprzężenia fotonów wnękowych (światło) i ekscytonów (materia), które dziedziczą szczególne właściwości z obu swych komponentów. W szczególności posiadają małą masę efektywną, dzięki czemu można lokalizować je w pułapkach potencjału o wielkości rzędu mikrometrów. Uwięzienie polarytonów w niskowymiarowych układach (zero- i jednowymiarowych) prowadzi do zwiększenia efektów nieliniowych i zmniejszenia progu kondensacji co jest istotne z perspektywy proponowanych w projekcie badań.

Wyjątkową klasę wśród polarytonów stanowią badane w naszej grupie polarytony półmagnetyczne. Są to układy, które wykazują szczególne właściwości magnetyczne jak np. gigantyczne rozszczepienie Zeemana, wynikające z oddziaływania wymiennego między komponentem ekscytonowym polarytonu, a momentami magnetycznymi atomów umieszczonych w studniach kwantowych. Wyjątkowość projektu opiera się na opracowaniu na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego technologii wzrostu tych unikatowych półmagnetycznych próbek półprzewodnikowych

W ramach projektu planujemy wykorzystać niejednorodny rozkład potencjału w próbce do wytworzenia sieci półmagnetycznych kondensatów polarytonowych i wykorzystać wzajemne oddziaływania między nimi. W tym celu będziemy optycznie pobudzać układy o różnych rozkładach potencjału, aby otrzymać zlokalizowane przestrzennie kondensaty o zadanej geometrii: podwójne, sieć liniową, trójkątną, czy sieć o przypadkowym ułożeniu węzłów, wykazujące istnienie oddziaływania dalekiego zasięgu między nimi. Dostosowanie rozkładu intensywności wiązki pobudzającej do niejednorodności potencjału fotonicznego za pomocą modulatora optycznego pozwoli na precyzyjną kontrolę geometrii kondensatów. Otwiera to drogę do badania złożonych sieci o konkretnej geometrii. Stan spinowy poszczególnych kondensatów w sieci będzie określany metodami spektroskopowymi na podstawie polaryzacji światła emitowanego z każdego węzła. Całe sieci będą następnie kontrolowane przy pomocy zewnętrznego pola magnetycznego, lub odpowiednio spolaryzowanej wiązki lasera, co pozwoli wpływać na stan spinowy/polaryzację spinową wytworzonych kondensatów.

W opisywanych układach możliwe jest zainicjowanie różnego rodzaju uporządkowania magnetycznego zarówno ferromagnetycznego jak i antyferromagnetycznego. Możliwa jest również obserwacja geometrycznej frustracji, gdzie przestrzenne rozmieszczenie kondensatów prowadzi do sytuacji, w której orientacja spinów lub fazy zależec będzie silnie od lokalnego pola.

Opisane badania pozwolą na wykorzystanie układów sieci kondensatów do budowy symulatorów kwantowych. Symulatory kwantowe to układy bezpośrednio reprezentujące dane problemy fizyczne, bądź matematyczne. Obserwacja stanu końcowego takiego układu daje bezpośrednią informację o rozwiązaniu zadanego problemu. Tym samym są niezwykle ciekawą dziedziną, która w niedalekiej przyszłości może znacznie ułatwić rozwiązywanie bardzo skomplikowanych zagadnień. Dla zastosowań w symulatorach kwantowych najlepsze są układy, w których istnieje wiele parametrów pozwalających na strojenie oddziaływań pomiędzy węzłami w sieci. Proponowane w projekcie badania nad sieciami polarytonowymi są pod tym względem idealnymi układami.