

Odkrycie nowego stanu materii jakim jest kondensat Bosego-Einsteina i jego nadciekłość, rozpoczęły jedną z najbardziej dynamicznych dziedzin w fizyce, badania nad zjawiskami kwantowymi w słabo oddziałujących gazach bozonów. Przez długi okres czasu ta bogata fizyka była zarezerwowana tylko dla ultra-zimnych atomów. **W ostatnim czasie polarytony ekscytonowe pojawiły się jako nowa klasa kwaziczstek bozonowych w fizyce materii skondensowanej, które pokazały się możliwość osiągnięcia stanu kondensatu Bosego-Einsteina i nadciekłości nawet w temperaturze pokojowej, w małym kawałku materiału półprzewodnikowego.**

Polarytony ekscytonowe są to wzbudzenia powstałe ze sprzężenia kwaziczstek materialnych i fotonów. Część materialna pochodzi ze wzbudzenia półprzewodnika w postaci ekscytonu zlokalizowanego w studni kwantowej, część fotonowa – z modu mikrowalencyjnego półprzewodnikowej. W warunkach silnego sprzężenia te dwa byty mieszają się ze sobą tak, że powstają kwaziczstki, polarytony ekscytonowe, o podwójnych własnościach światła-materia. Polarytony od fotonu zyskują małą masę, od ekscytonu – możliwość oddziaływania. Ich bozonowy charakter przejawia się dla dużych koncentracji, gdzie obserwowane są degeneracje kwantowe i przejścia fazowe do stanu nierównowagowego kondensatu. Zaobserwowanie stanu nadciekłego polarytonów o zerowej lepkości oraz możliwość zbudowania optoelektroniki opartej na urządzeniach polarytonowych nadają w ostatnich latach tej dziedzinie fizyki półprzewodników wyjątkowe znaczenie.

W ramach projektu proponujemy rozszerzenie bogatej fizyki nierównowagowych kondensatów polarytonowych o oddziaływania magnetyczne. Panujemy wytworzyć **półmagnetyczne polarytony ekscytonowe**, polarytony, które będą ubrane w oddziaływania z momentami magnetycznymi atomów sieci krystalicznej. Wprowadzenie dodatkowego oddziaływania pozwoli na modyfikowanie oddziaływań pomiędzy polarytonami poprzez zewnętrzne pole magnetyczne i zaobserwowanie nowej klasy zjawisk kwantowych. Dotychczas oddziaływania polaryton-polaryton, które są odpowiedzialne za obserwowane kwantowe przejścia fazowe, można było modyfikować jedynie w niewielkim zakresie. Spodziewamy się, że wprowadzenie jonów magnetycznych pozwoli na zmianę własności nierównowagowych kondensatów polarytonowych z paramagnetycznych, przez diamagnetyczne do ferromagnetycznych.

Koncepcja półmagnetycznych polarytonów ekscytonowych jest nowa. Opiera się na wyjątkowej jakości półmagnetycznych materiałów półprzewodnikowych, których technologia wzrostu została opracowana na Uniwersytecie Warszawskim. Wyniki naszych badań wstępnych pokazują, że możliwe jest wykreowanie polarytonów półmagnetycznych pokazujących gigantyczne rozszczepienie Zeemana i charakterystyki oddziaływań nieliniowych. **W ramach projektu proponujemy badania nad kwantowymi naturami tych bytów, pokazanie spinowego efektu Meissnera, wytworzenie nierównowagowego kondensatu magnetycznych polarytonów o jednej składowej spinowej oraz kondensatu mieszanego, o dwóch składowych spinowych.**

Magnetyzm polarytonów ekscytonowych nie był dotychczas eksplorowany. W odniesieniu do magnetyzmu półprzewodników i spintronice opartej na materiałach półmagnetycznych, fizyka polarytonów otwiera nowe możliwości optoelektroniczne. Przez domieszkowanie fotonu w półmagnetycznych ekscytonach, polarytony ekscytonowe mają znacznie bardziej rozciągnięte funkcje falowe i mogą propagować się na znaczne odległości otwierając drogi do nowych urządzeń magneto-optycznych (polarytonowe tranzystory spinowe, polarytonowe bramki logiczne, przełączniki spinowe).