

W ostatnich latach możemy stale obserwować rosnące zainteresowanie nieklasycznymi kwantowymi źródłami światła, tj. takimi emiterami, które mogą emitować tylko jeden foton na cykl wzbudzenia lub są w stanie emitować tak zwaną parę splątanych fotonów. Zainteresowanie to wynika z potrzeb bezpiecznych protokołów komunikacyjnych i metrologii. Jak dotąd udało się wytworzyć wiele źródeł pojedynczych fotonów, w których najbardziej interesujące do zastosowania w rzeczywistości są te bazujące na ciałach stałych. Wynika to z faktu, że rozwiązania oparte na kryształach mogą być stosunkowo łatwe do zintegrowania z istniejącą elektroniką i mogą być wytwarzane przy pomocy dobrze rozwiniętej technologii. Niemniej jednak nadal istnieje kilka problemów, które należy rozwiązać. W większości zaproponowanych rozwiązań emiterzy, w tym fluorescencyjne defekty atomowe lub kropki kwantowe, są zakopane w matrycy półprzewodnika/izolatora, która znacznie utrudnia wydajną ekstrakcję fotonów. Zwykle pojedynczy emiter fotonów emituje foton w losowym kierunku. Ze względu na zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia na styku matryca-powietrze tylko mała część fotonów opuszcza matrycę. Kolejne wyzwanie dotyczy losowego rozmieszczenia pojedynczych emiterów fotonów w matrycy, co utrudnia skalowalność produkcji końcowego urządzenia.

W tym projekcie chcemy rozwiązać te dwa problemy za pomocą dwuwymiarowych półprzewodników a mianowicie monowarstw dichalkogenów metali przejściowych. Te kryształy van der Waalsa, które są stabilne nawet w formie pojedynczej warstwy w ciągu ostatnich kilku lat, cieszą się dużym zainteresowaniem naukowców wynikającym z ich unikalnych właściwości, które wydają się niezwykle atrakcyjne dla praktycznej realizacji koncepcji, valleytroniki i spintroniki.

Oprócz wszystkich fascynujących właściwości dichalkogenków metali przejściowych, mogą one być też wykorzystane jako nieklasyczne źródło fotonów. Odkryto, że określone defekty w tych materiałach zachowują się jak emiterzy pojedynczych fotonów. Ponieważ materiały te są dwu wymiarowe problem ekstrakcji fotonów jest nieobecny. Co więcej, ten rodzaj defektu może być deterministycznie stworzony w danej części płatka poprzez lokalną kontrolę naprężenia. Można to zrealizować przez osadzanie płatków dichalkogenów metali przejściowych na odpowiednio ukształtowanym podłożu.

W tym projekcie zbadamy ten fascynujący sposób tworzenia emiterów pojedynczych fotonów. Chcemy połączyć dobrze ugruntowaną technologię nanostruktur półprzewodnikowych III-V z monowarstwami dichalkogenów metali przejściowych w celu kontroli położenia i właściwości emiterów pojedynczych fotonów. Oczekujemy, że poprzez zmianę kształtu lub materiału nanostruktur będziemy mogli kontrolować właściwości optyczne emiterów pojedynczych fotonów. Stworzenie takich hybrydowych struktur może otworzyć nową drogę do skalowalnej produkcji wydajnych emiterów pojedynczych fotonów. Jednak aby osiągnąć to głębokie zrozumienie zjawisk fizycznych zachodzących w heterostrukturach dichalkogenków metali przejściowych z półprzewodnikami III-V jest potrzebne, co jest ogólnym celem tego projektu.