

Początek tego wieku przyniósł ważne odkrycie naukowe dotyczące nowej klasy materiałów: atomowocienkich (dwuwymiarowych) kryształów. Odkrycie techniki eksfoliacji mechanicznej umożliwiło wytwarzanie w prosty sposób wysokiej jakości warstw o grubości pojedynczych atomów. Pierwszym uzyskanym w ten sposób materiałem był grafen, a wkrótce dołączyły do niego inne klasy materiałów dwuwymiarowych. Jedną z najbardziej obiecujących rodzin tego typu materiałów są dichalkogenki metali przejściowych. W przeciwieństwie do grafenu, dichalkogenki metali przejściowych posiadają przerwę energetyczną, potencjalnie umożliwiając tworzenie elementów elektronicznych takich jak tranzystory lub urządzenia optoelektroniczne. Zastąpienie urządzeń opartych na krzemie ich odpowiednikami zbudowanymi z dichalkogenków metali przejściowych wciąż czeka na przezwycięzenie wielu trudności, jednak szczególne właściwości struktur opartych na atomowocienkich warstwach dichalkogenków metali przejściowych wykraczają poza możliwości dostępne w krzemie.

Jedną z takich struktur są źródła pojedynczych fotonów. Obiekty takie powstają przez pułapkowanie nośników w niewielkim obszarze atomowocienkiej warstwy materiału. Tego typu pułapkowanie polega uwięzieniu pojedynczego ekscytonu (pary składającej się z elektronu i dziury) w silnie naprężonych obszarach lub w pobliżu defektu w sieci krystalicznej. Silnie zlokalizowany ekscyton, rekombinując, emituje pojedynczy foton światła o dobrze określonej długości fali. Źródła pojedynczych fotonów są ważnym narzędziem w badaniu zjawisk kwantowych, rozwoju kryptografii kwantowej oraz innych dziedzin.

Celem proponowanego projektu jest dokładniejsze zbadanie rodzajów oraz właściwości źródeł jednofotonowych tworzonych w dichalkogenkach metali przejściowych. Głównym narzędziem będzie możliwość kontroli ładunku elektrycznego zgromadzonego w monowarstwie. Kontrola znaku ładunków wprowadzanych do próbki pozwoli na rozstrzygnięcie, na jakich typach defektów są oparte poszczególne źródła jednofotonowe oraz na zbadanie ich właściwości.

W tym celu zostaną przygotowane specjalne struktury mające postać kondensatora płaskiego o grubości około 100 nm, którego jedną z okładek będzie stanowić warstwa dichalkogenku metalu przejściowego. Przykładając napięcie do takiego kondensatora będzie można kontrolować znak i ilość ładunków elektrycznych w badanym materiale.

Spodziewamy się, że zrozumienie zjawisk odpowiadających za pułapkowanie nośników w źródłach jednofotonowych oraz zrozumienie różnic we właściwościach różnych typów takich obiektów istotny sposób przyczyni się do dalszego rozwoju tej dziedziny oraz przybliży perspektywę praktycznych zastosowań takich obiektów.