

Rozprawa doktorska

**„Kontrola własności ekscytonowych w strukturach opartych na dichalkogenkach metali przejściowych”**

*Jakub Jasiński*

W ostatnich latach dichalkogenki metali przejściowych (TMDs) o atomowej grubości wyłoniły się jako obiecujące materiały półprzewodnikowe. Ich unikalne właściwości wynikają z połączenia złamania symetrii inwersji i silnego sprzężenia spin-orbita, które kształtują ich strukturę pasmową, a także z obecności silnie związanych ekscytonów. Zapewnia im to dodatkowe stopnie swobody dla nośników ładunku i ekscytonów, co stanowi obiecujący kierunek zarówno dla badań fundamentalnych zjawisk fizycznych, jak i dla zastosowań w urządzeniach optoelektronicznych. Międzywarstwowe wiązania van der Waalsa w TMDs i innych materiałach warstwowych pozwalają na wytwarzanie złożonych struktur wielowarstwowych, co dodaje dodatkowej złożoności i możliwości osiągnięcia pożądanych właściwości optoelektronicznych. Pomimo intensywnych badań, wiele tajemnic dotyczących podstawowych zjawisk fizycznych decydujących o właściwościach takich struktur wciąż wymaga wyjaśnienia.

Potrzeba badania intrygujących cech TMDs była motywacją do realizacji niniejszej rozprawy doktorskiej. Zaprezentowane zostały w niej badania nad kilkoma strukturami opartymi na TMDs, których celem było zgłębianie możliwości kontrolowania właściwości ekscytonowych za pomocą czynników zarówno wewnętrznych, jak i zewnętrznych.

W przypadku monowarstwy  $\text{MoS}_2$  osadzonej na strukturyzowanym podłożu zademonstrowano nieoczekiwany wpływ naprężenia anizotropowego na strukturę subtelną i właściwości polaryzacyjne stanu ekscytonu naładowanego.

W monowarstwie  $\text{WSe}_2$  pokazano znaczenie mechanizmu sprzężenia typu Dextera dla polaryzacji dolinowej oraz fakt, że można go wykorzystać do szerokiej regulacji stopnia polaryzacji dolinowej poprzez dobór energii wzbudzenia.

W heterostrukturze  $\text{WSe}_2/2\text{D-perowskit}$  pokazano udaną iniekcję spinu z TMD do 2D-perowskitu oraz tworzenie się międzywarstwowego stanu ekscytonowego, którego właściwości są ściśle powiązane z właściwościami składowej monowarstwy  $\text{WSe}_2$ .

Zbadano również krajobraz ekscytonowy naturalnej dwuwarstwy  $\text{MoSe}_2$  i pokazano możliwość kontroli stanów ekscytonowych poprzez zastosowanie pola elektrycznego, co ujawniło tworzenie się nowych stanów ekscytonowych i ich złożone interakcje.

Ogólnie rzecz biorąc, wyniki przedstawione w niniejszej pracy stanowią ważny krok w kierunku zrozumienia podstawowych właściwości TMDs i struktur opartych na TMDs.