

Julia Kucharek

Tytuł: „Hybrydowe heterostrukтуры Van der Waalsa uzyskiwane za pomocą epitaksji z wiązek molekularnych”

Jednostka naukowa: Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego

Streszczenie

Heterostrukturami Van der Waalsa (VdW) nazywa się stosy połączonych warstw atomowych. Pojedyncze warstwy są stabilne w płaszczyźnie dzięki silnym wiązaniom kowalencyjnym, natomiast warstwy między sobą połączone są stosunkowo słabymi oddziaływaniami VdW. Dlatego też, można łatwo wydzielać cienkie warstwy z materiału objętościowego i układać je na sobie z dużą dowolnością, tworząc tym samym nowatorskie urządzenia spintroniczne, elektroniczne, optoelektroniczne, fotoniczne, fotowoltaiczne i wiele innych. Dzięki zredukowanej wymiarowości i sprzężeniu w heterostrukturze warstw o komplementarnych właściwościach można komponować zupełnie nowe materiały dwuwymiarowe (2D) i manipulować ich właściwościami, takimi jak: **przerwa energetyczna** (ang. bandgap engineering) czy **oddziaływaniami wymiany** (ang. exchange interactions), co daje możliwość wytworzenia wysoce wyspecjalizowanych urządzeń o rozmiarach erytrocytów.

Heterostrukтуры VdW złożone z dichalkogenków metali przejściowych (ang. transition metal dichalcogenides – TMD) są wyjątkowe ze względu na występowanie w nich **międzywarstwowych ekscytonów**, gdzie elektrony i dziury zlokalizowane są w różnych warstwach (różnych materiałach) i w tym właśnie miejscu otwiera się nieprzebrana ilość możliwości tworzenia heterostruktur o unikatowych właściwościach. Możemy sterować właściwościami heterostrukтуры w zależności od tego jakie warstwy ze sobą połączymy. Jednym z najciekawszych konceptów jest wytworzenie **hybrydowej magnetyczno - półprzewodnikowej heterostrukтуры VdW**. Może ona być zrealizowana za pomocą półprzewodzącej monowarstwy TMD oraz warstwy ferro-/antyferromagnetycznej. W niniejszym projekcie chcę jednak pójść o krok dalej i zaproponować całkowicie nowatorską hybrydową heterostrukturę składającą się z warstwy TMD oraz warstwy **domieszkowanej jonami magnetycznymi**. To podejście zostawia dodatkowy stopień swobody na manipulację ilością zawartych w strukturze jonów magnetycznych, a co za tym idzie sterowanie właściwościami magnetycznymi i elektrycznymi materiału. Głównym celem niniejszego projektu jest zbadanie wpływu dodatku jonów magnetycznych na energię międzywarstwowego ekscytanu w heterostrukturze VdW.

Pierwszym, zasadniczym rezultatem badań będzie uzyskanie **wysokiej jakości**, wielkopowierzchniowej heterostrukтуры VdW za pomocą epitaksji z wiązek molekularnych. Wytworzenie ich będzie sukcesem na **skale światową**, ponieważ otwiera wiele zamkniętych do tej pory drzwi. Wykorzystanie takich materiałów jak VSe_2 czy MnSe_2 zamiast np. CrI_3 daje ogromną przewagę jeżeli chodzi o **trwałość urządzeń**. Selenki są odporne na atmosferę tlenową i szeroki zakres temperatur dlatego stanowią ogromny potencjał w zastosowaniach elektronicznych. Ponadto, badania pokazują, że monowarstwy MoSe_2 domieszkowanego manganem wykazują **niski opór** elektryczny, będąc jednocześnie **stabilnym**, wysokotemperaturowym **ferromagnetykiem**, co również stwarza ogromne pole do zastosowań zarówno elektronicznych jak i spintronicznych.

Poza wkładem technologicznym, spodziewane są efekty związane ze **sprężeniem warstwy TMD i warstwy magnetycznej** w strukturze VdW. Chciałabym poszerzyć obecną wiedzę o to jak wielkość pola wymiany zależy od koncentracji jonów magnetycznych? A także, jak namagnesowanie warstwy magnetycznej wpływa na natężenie przeskoków elektronów między materiałami? Jednym z przewidywanych wyników badań może być też obserwacja efektu Zeemana, a nawet gigantycznego efektu Zeemana (co przy użyciu TMD domieszkowanego jonami magnetycznymi stanowi absolutną **nowość**). Oczekuję, że wyniki niniejszej pracy będą bezprecedensowym krokiem w tworzeniu dwuwymiarowych materiałów/urządzeń funkcyjnych.