

Streszczenie

W ostatniej dekadzie dwuwymiarowe kryształy z rodziny dichalkogenków metali przejściowych zrewolucjonizowały fizykę półprzewodników o grubości rzędu kilku atomów. Zrozumienie ich właściwości elektronowych i optycznych jest podstawą dalszego rozwoju w dziedzinie zarówno praktycznych urządzeń, jak i odkrywania nowych efektów fizycznych.

W pierwszej części niniejszej rozprawy przedstawiony zostanie minimalny, grafeno - podobny model ciasnego wiązania półprzewodnika MoS_2 , będącego przedstawicielem szerszej rodziny związków MX_2 ($\text{M}=\text{Mo}, \text{W}, \text{X} = \text{S}, \text{Se}, \text{Te}$). Następnie opisana zostanie parametryzacja modelu oddająca jak najlepiej nisko-energetyczną strukturę elektronową obliczoną metodami *ab initio*. W następnym kroku przedyskutowane zostaną efekty związane z równoległością pasm walencyjnego i przewodnictwa, powiązane z tym istnienie dolin w różnych częściach strefy Brillouina oraz odpowiedź elektronów na zewnętrzne pole magnetyczne.

W drugiej części pracy przedstawiona zostanie odpowiedź optyczna skorelowanych par elektron-dziura, wyprowadzona za pomocą metody oddziaływania konfiguracji, prowadząca do równania analogicznego do równania Bethe-Salpetera znanego z teorii pola. Równanie to zostanie następnie rozwiązane przy użyciu stworzonego w pierwszej części modelu ciasnego wiązania. Następnie przedyskutowane zostaną szczegóły struktury subtelnej ekscytonu w MoS_2 oraz jej wpływ na możliwe stany naładowanych ekscytonów.

W trzeciej części pracy opisane zostaną badania kropek kwantowych, definiowanych za pomocą metalicznych bramek nakładanych na dwuwymiarowe półprzewodniki. Główny nacisk położony zostanie na identyfikację wielodolinowej natury stanów zlokalizowanych w kropce. Następnie przedyskutowane zostaną efekty topologiczne modyfikujące drabinkę stanów dwuwymiarowego oscylatora harmonicznego. W dalszym kroku przeanalizowane zostanie istnienie tzw. stanów kwarkowych spełniających symetrię $\text{SU}(3)$, wynikających z istnienia dodatkowych dolin w pasmie przewodnictwa. Rozdział zakończony zostanie dyskusją możliwych hierarchii spinowo- i dolinowo- rozszczepionych stanów w kropkach o różnym promieniu.