

Streszczenie rozprawy doktorskiej pt.
Dynamics of spin-valley transitions in carbon nanotube quantum dots

Nanorurki węglowe stanowią niezwykle atrakcyjny materiał w aspekcie wykorzystania ich do przechowywania i przetwarzania informacji kwantowej. Brak pola nadsubtelnego, możliwość lokalizacji nośników za pomocą pól elektrostatycznych oraz naturalnie występujące w nanorurkach sprzężenie spin-orbita to powody, dla których nanorurki stały się przedmiotem wielu badań skupionych na elektrycznej manipulacji pojedynczymi spinami. W szczególności, przeprowadzono szereg eksperymentów z wykorzystaniem techniki EDSR – elektrycznego dipolowego rezonansu spinowego, w których badano dynamikę układów wieloelektronowych uwięzionych w nanorurkach węglowych i poddanych działaniu oscylującego pola elektrycznego.

Nośniki zlokalizowane w nanorurkach węglowych charakteryzują się dodatkowym, podobnym do spinu, stopniem swobody, zwanym doliną. Sprawia to, że struktura energetyczna nośników uwięzionych w nanorurkach jest bardziej złożona niż w przypadku większości półprzewodników. Podobnie dynamika nośników w polu elektrycznym musi uwzględniać manipulację zarówno ich spinowym, jak i dolinowym stopniem swobody.

Niniejsza rozprawa dostarcza teoretycznego opisu uwięzienia i dynamiki spinowo-dolinowej nośników (elektronów i dziur) w kropkach kwantowych zdefiniowanych elektrostatycznie w nanorurkach węglowych. Rozpatrywane są przypadki układów jedno- oraz wieloelektronowych zlokalizowanych w pojedynczych oraz podwójnych kropkach kwantowych - ze szczególnym uwzględnieniem konfiguracji ładunkowych badanych wcześniej eksperymentalnie. Symulacje rezonansu EDSR pozwalają na opis reguł wyboru dla przejść spinowo-dolinowych. Szczegółowej analizie poddany jest wpływ wygięcia nanorurki na widma niniejszych przejść. W silnym polu elektrycznym obserwowane są także efekty nieliniowe, takie jak rezonanse ułamkowe czy przesunięcia pików rezonansowych. Ponadto rozprawa omawia różnicę między uni- i ambipolarnymi kropkami kwantowymi, która przejawia się głównie w jakościowo różnej strukturze spinowo-dolinowej widm energetycznych tych układów. Prócz EDSR, opisane jest także zjawisko tunelowania w asyście fotonu w podwójnych kropkach kwantowych, w których występuje - bądź też nie - blokada Pauliego. Zaprezentowana jest interferencja Landaua-Zenera-Stueckelberga, która pojawia się w układzie w przypadku wysokich zaburzeń.