

Dariusz Żebrowski

Streszczenie rozprawy doktorskiej pt *Elektrostatyczne kropki kwantowe w strukturach grafenowych*

Elektrostatyczne uwięzienie nośników w grafenie jest zadaniem trudnym. Ruch nośników przy energii Fermiego z pobliża punktu neutralności ładunkowej idealnego grafenu może być opisany przez równanie Diraca. W związku z tym relacja dyspersji w zakresie niskich energii jest liniowa i nie posiada przerwy energetycznej. Efekt Kleina pozwala elektronom przejść przez barierę potencjału wyższą od energii Fermiego wykorzystując wolne stany z pasma walencyjnego, co wyklucza możliwość uwięzienia przez potencjał zewnętrzny.

Celem rozprawy jest opis stanów zlokalizowanych w kropkach kwantowych wytworzonych w strukturach na bazie grafenu. Kropki kwantowe udaje się wytworzyć w grafenie wykorzystując między innymi (i) małe płatki grafenu, gdzie uwięzienie ma charakter strukturalny, (ii) nanowstęgi, w których przerwa energetyczna wprowadzana jest przez uwięzienie boczne, (iii) dwuwarstwowy grafen w odpowiednio przygotowanym potencjale uwięzienia elektrostatycznego. Przedmiotem rozprawy jest grafen dwuwarstwowy (iii) oraz kropki w nanowstęgach (ii), przy czym małe płatki grafenu (i) używane są jako punkt odniesienia dla dyskusji. Jako metodę rachunkową przyjęto atomistyczną metodą ciasnego wiązania, która pozwala na naturalny opis efektów mieszania międzypolinowego przez typ krawędzi oraz oddziaływania elektron-elektron. Ponadto metoda umożliwia rozważanie elektrostatycznych potencjałów poza obszarem liniowej relacji dyspersji w przybliżeniu ciągłym. W ramach rozprawy opisano:

(i) stany uwięzione w dwuwarstwowym grafenie z dokładnym uwzględnieniem sprzężenia międzypolinowego,

(ii) efekty sprzężenia spinowo-dolinowo-orbitalne wprowadzone do grafenu jedno i dwuwarstwowego przez atomy fluory adsorbowane na powierzchni, ze szczególnym uwzględnieniem stanów uwięzionych oraz dynamiki spinowo-dolinowej układu w zmiennym polu elektrycznym,

(iii) sztuczne stany molekularne w podwójnych kropkach kwantowych, w tym symetrię spinowo-dolinową stanów jednoelektronowych i dwuelektronowych,

oraz

(iv) ładowanie

kropek kwantowych utworzonych na bazie nanowstęg. W tym ostatnim przypadku uzyskano dobrą zgodność jakościową z doświadczalnymi diagramami stabilności kropek kwantowych ładowanych elektronami i dziurami, przy obydwu typach przewodnictwa na zewnątrz kropek kwantowych.