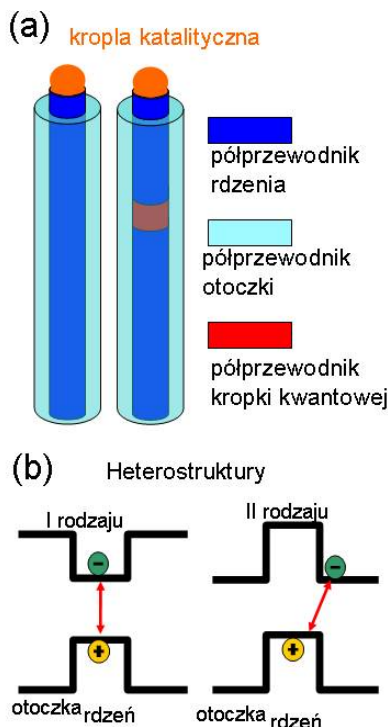


Heterostruktury drugiego rodzaju w nanodrutach wykonanych z półprzewodników II-VI: wytwarzanie i badanie emisji optycznej skośniej przestrzennie

Nanodrut półprzewodnikowe należą do jednych z najczęściej badanych obecnie struktur o rozmiarach nanometrycznych. Są to pojedyncze kryształy posiadające typowo średnicę wynoszącą od kilku do kilkudziesięciu nanometrów przy długości kilku mikrometrów. W pojedynczym nanodrucie można łączyć kilka półprzewodników tworząc tak zwane heterostruktury w nanodrutach. Dwa przykłady takich nanostruktur przedstawione są na rysunku 1a. Pierwszy z nich to nanodrut koaksjalny, w którym półprzewodniki zamieniają się w kierunku radialnym tworząc strukturę typu rdzeń-otoczka. W drugiej strukturze wbudowana jest natomiast dodatkowo osiowa wstawka z trzeciego półprzewodnika tylko do rdzenia nanodrutu. W przypadku gdy długość tej osiowej wstawki jest rozmiarów rzędu kilku lub kilkunastu nanometrów można o niej powiedzieć, że jest to kropka kwantowa w nanodrucie. W ramach naszego projektu wykonywać będziemy obydwa rodzaje nanostruktur pokazanych na rysunku 1a. Co więcej, posiadać one będą szczególne własności optyczne ściśle związane ze strukturą elektronową użytych półprzewodników.



Rys. 1 (a) schemat koaksjalnego nanodrutu oraz koaksjalnego nanodrutu zawierającego osiową kropkę kwantową. (b) układ pasm w koaksjalnym nanodrucie ze złączem I i II rodzaju. Czerwoną strzałką zaznaczone są przejścia optyczne

drugiego rodzaju oraz zbadać efekty optyczne związane z separacją elektronów i dziur na tych złączach. Badania nasze będą dotyczyły wpływu szeregu parametrów nanodrutów na proces separacji nośników, takich jak średnica rdzenia, grubość otoczki, oraz ich skład chemiczny, a także rozmiar osiowych kropek kwantowych. Nowatorski charakter powyższych badań związany jest z faktem, że przejścia skośnie przestrzennie nie były do tej pory badane w sposób systematyczny w heterostrukturach znajdujących się w nanodrutach.

Jednym z najbardziej interesujących efektów, który będziemy chcieli zaobserwować na przejściach optycznych drugiego rodzaju jest optyczny efekt Aharomova Bohma, który wynika bezpośrednio z kwantowej natury elektronów i dziur. Efekt ten opisuje zmiany fazy funkcji falowej cząstek naładowanych poruszających się po zamkniętej trajektorii w obecności pola magnetycznego. W naszym przypadku efekt ten jest możliwy do obserwacji na ekscytonach (neutralnych parach elektron-dziura) tylko ze względu na separację nośników na złączu drugiego rodzaju odpowiadającą za różne promienie trajektorii elektronów i dziur.

Własności elektronów znajdujących się w półprzewodniku zależą w znacznej mierze od pierwiastków, z których jest on zbudowany oraz ich struktury krystalicznej. Elektrony znajdujące się w półprzewodnikach mogą przyjmować energie z pewnych dobrze określonych przedziałów czyli tak zwanych pasm energetycznych. Co się zatem może stać po złączeniu ze sobą dwóch półprzewodników, czyli wytworzeniu heterostruktury półprzewodnikowej? Heterostruktury można generalnie podzielić na heterostruktury pierwszego i drugiego rodzaju. Różnią się one względnym ułożeniem krawędzi pasm energetycznych na złączu, rysunek 1b. W heterostrukturach pierwszego rodzaju nośniki pasmowe: elektrony z najwyższego pasma energetycznego – pasma przewodnictwa i dziury z kolejnego pasma - pasma walencyjnego, mają tendencję do znalezienia się w tym samym półprzewodniku. W heterostrukturach drugiego rodzaju natomiast następuje separacja nośników. Dla elektronów korzystniej energetycznie jest znaleźć się w innym półprzewodniku niż dla dziur. Zostało to schematycznie pokazane na rysunku 1b.

Weźmy zatem koaksjalny nanodrut, (rysunek 1a po prawej stronie) gdzie występuje złącze drugiego rodzaju między półprzewodnikiem rdzenia i półprzewodnikiem otoczki. W takiej strukturze spodziewamy się, że jeden rodzaj nośników pasmowych (elektrony lub dziury) zlokalizowany zostanie w obszarze rdzenia nanodrutu podczas gdy drugi będzie miał tendencję, żeby znajdować się w otoczce. Elektrony i dziury będą zatem rozdzielone przestrzennie.

W ramach niniejszego projektu planujemy wytworzyć heterostruktury w nanodrutach charakteryzujące się złączami