



Pomiary czasowo-rozdzielcze nanostruktur azotkowych.

Ćwiczenie będzie polegało na zmierzeniu czasowo-rozdzielonej fotoluminescencji przy użyciu kamery smugowej, a następnie na analizie otrzymanych danych. Badane mogą być nanostruktury typu GaN/AlGaN lub GaInN/GaN (studnie kwantowe, nanodrut, kropki kwantowe itp).

Opiekun dr hab. Krzysztof Korona

Spektroskopia optyczna niskowymiarowych struktur azotkowych.

Badanie azotków i struktur azotkowych (GaN, AlGaN i inne) jest prowadzone w Zakładzie Fizyki Ciała Stałego we współpracy z licznymi laboratoriami w Polsce i za granicą od wielu lat. Obecnie w ramach współpracy z firmą Ammono pojawiła się możliwość otrzymywania najwyższej jakości struktur azotkowych o obniżonej wymiarowości (studnie kwantowe, kropki kwantowe, mikrownęki itp.). Jest to możliwe dzięki rozpoczętej w ZFCSt, a rozwiniętej w tej firmie unikatowej technologii wzrostu objętościowego azotku galu (największe kryształy objętościowe GaN na świecie!). W ramach ćwiczenia przewiduje się pomiary mikroluminescencji oraz efektu Ramana wysokiej jakości niskowymiarowych struktur azotkowych hodowanych na podłożach objętościowych GaN.

Opiekun dr hab. Andrzej Wyszomolek, prof. UW lub prof. Roman Stępniewski

Pomiary magnetoluminescencji mikrownęk półprzewodnikowych.

Fizyka mikrownęk półprzewodnikowych jest szczególnie interesująca z powodu odkrycia kondensatu Bosego - Einsteina i stanu nadciekłego polarytonów. Polaryton jest kwazicząstką powstającą w półprzewodniku w wyniku silnego sprzężenia modu fotonowego mikrownęki i ekscytonu umieszczonego w studni kwantowej. Celem ćwiczenia jest zbadanie widma emisji polarytonów w przestrzeni rzeczywistej i w przestrzeni pędów. Pomiary będą przeprowadzone w niskich temperaturach i w polu magnetycznym. Pomiary będą zmierzały w kierunku otrzymania kondensatu Bosego - Einsteina i obserwacji efektów nieliniowych.

Opiekun dr Barbara Piętka

Badania EPR grafenu.

Ćwiczenie będzie polegało na zbadaniu własności magnetycznych warstw grafenu otrzymanego z rozpadu SiC oraz grafenu epitaksjalnego wyhodowanego w ITME. Badania będą prowadzone przy użyciu techniki spektroskopowej Elektronowego Rezonansu Paramagnetycznego.

Opiekun dr Aneta Drabińska

Wzbudzenia plazmy elektronowej w studniach kwantowych CdTe/CdMgTe

Celem ćwiczenia jest wykonanie pomiarów i analiza wyników fotonapięcia i/lub fotoprądu pojawiającego się w próbkach wykonanych na studniach kwantowych CdTe/CdMgTe pod wpływem promieniowania dalekiej podczerwieni (częstości THz). Pomiary prowadzone są w temperaturze ciekłego helu i silnym polu magnetycznym (do 16 T). Źródłem promieniowania THz jest laser molekularny pompowany laserem CO₂. Badane próbki będą także scharakteryzowane za pomocą pomiarów magnetooporu i analizy oscylacji Shubnikova-deHaasa. Podstawowym wzbudzeniem plazmy w częstościach THz, które będzie analizowane jest rezonans cyklotronowy.

Opiekun dr hab. Jerzy Łusakowski

Spektroskopia ramanowska struktur grafenowych na SiC.

Grafen (pojedyncza, płaska warstwa węglowa o strukturze plastra miodu) jest bardzo obiecującym kandydatem do zastosowań w nowoczesnej elektronice. Materiał ten kryje w sobie wiele zagadek i stanowi bardzo interesujący obiekt badań. W Zakładzie Fizyki Ciała Stałego badamy głównie grafen hodowany na podłożach z węgla krzemu, przy wykorzystaniu sublimacji oraz metody epitaksji z fazy gazowej (CVD) z użyciem poropanu. Mimo tego, że w prace nad grafenem zaangażowanych jest wiele laboratoriów na świecie, materiał ten kryje ciągle wiele tajemnic. Jednym z otwartych pytań jest np. mechanizm wzrostu warstw grafenowych oraz wpływ podłoża na własności grafenu. Ma to ogromne znaczenie dla zastosowań grafenu w elektronice, takich jak np. biosensory, które stanowią jeden z obiektów badań prowadzonych w ZFCSt. W ramach ćwiczenia oprócz wykorzystania spektroskopii ramanowskiej mogą być zastosowane takie techniki jak transmisja optyczna czy też techniki mikroskopowe, w tym mikroskopia sił atomowych.

Opiekun dr hab. Andrzej Wysmolek, prof. UW lub prof. Roman Stępniewski

Epitaksja i badanie właściwości optycznych struktur niskowymiarowych zbudowanych z półprzewodników II-VI.

Ćwiczenie jest związane z laboratorium MBE (Molecular Beam Epitaxy – epitaksja z wiązek molekularnych). Celem ćwiczenia jest wytworzenie i zbadanie właściwości optycznych próbek półprzewodnikowych. Przedmiotem badań będą studnie kwantowe, kropki kwantowe lub mikrowęki optyczne zbudowane z półprzewodników z grupy II-VI (np. ZnTe, ZnSe, CdTe, CdSe). Student weźmie udział w pracach przy MBE, we wstępnych pomiarach odbicia i transmisji nowych struktur, oraz w niskotemperaturowych pomiarach fotoluminescencji struktur kwantowych. Wnioski będą przydatne przy planowaniu nowych procesów wzrostu. Wybrane, najciekawsze próbki zostaną użyte do dalszych badań w laboratorium ultraszybkiej magnetospektroskopii.

Opiekun dr Wojciech Pacuski

Badanie anomalii magnetoporu cienkiej warstwy GaMnAs.

Arsenek galu z manganem jest modelowym półprzewodnikiem dla spintroniki. Atomy Mn wbudowane w sieć GaAs dostarczają nie tylko swobodnych nośników, ale są również źródłem momentów magnetycznych. Dla zawartości Mn powyżej 1% materiał ten w odpowiednio niskiej temperaturze staje się ferromagnetykiem. Dla wysokich temperatur zachowuje się on jak paramagnetyk. Badając zależność oporu od pola magnetycznego $R(B)$ w temperaturze pokojowej (znacznie powyżej T_c) zauważono, że poza parabolicznym ujemnym magnetoporem, związanym z porządkowaniem spinów polem magnetycznym, w niskich polach widać dodatni magnetoopór, o nieznanym pochodzeniu. Celem ćwiczenia będzie zbadanie zależności tego magnetooporu od kąta, pod którym przykładamy pole magnetyczne, od temperatury i prądu płynącego przed próbkę.

Opiekun dr M. Borysiewicz

Badanie emisji ciemnego ekscytonu w płaszczyźnie w kropce kwantowej CdTe/ZnTe

Najnowsze badania magnetospektroskopowe samoorganizowanych kropek kwantowych CdTe/ZnTe wskazują, że ciemny ekscyton może pełnić bardzo istotną rolę w tworzeniu się wysokich kompleksów ekscytonowych. Jego czas życia w zerowym polu magnetycznym jest bardzo długi w porównaniu z czasami rekombinacji jasnych kompleksów ekscytonowych. Rozważania teoretyczne wskazują, że jego emisja powinna być silnie ukierunkowana w płaszczyźnie kropki. W trakcie eksperymentu zbadana zostanie taka emisja dla kilku kropek kwantowych pobudzanych nierezonansowo przy pomocy lasera impulsowego o niskiej częstotliwości repetycji impulsów (4 MHz).

Opiekun dr hab Piotr Kossacki

Rentgenowskie badania dyfrakcyjne wielowarstw grafenowych na podłożu SiC - stała sieci struktury grafenowej

Wykonanie na dyfraktometrze rentgenowskim pomiaru dyfrakcyjnego wielowarstwy grafenowej na podłożu SiC.

Orientacja podłoża metodą Lauego.

Oszacowanie stałej sieci wielowarstwy grafenowej w kierunku osi heksagonalnej "c" na podstawie prawa Bragga

Literatura :

1. Podstawy dyfrakcji promieni rentgenowskich - B.D.Cullity
2. X-ray diffraction procedures - H.P.Klug L.E.Alexander

Opiekun dr hab Grzegorz Kowalski, Pracownia Rentgenowska ZFCS

Własności spintronicznych diód Esakiego.

Arsenek galu z manganem jest modelowym półprzewodnikiem dla spintroniki. Atomy Mn wbudowane w sieć GaAs dostarczają nie tylko swobodnych nośników, ale są również źródłem momentów magnetycznych. Dla zawartości Mn powyżej 1% materiał ten w odpowiednich warunkach staje się ferromagnetykiem wykazuje uporządkowanie magnetyczne dalekiego zasięgu. Uporządkowaniu ulegają zarówno jony magnetyczne (Mn), jak i spiny swobodnych nośników. Stąd GaMnAs może stanowić dobre źródło spinowo spolaryzowanych elektronów(dziur), co potrzebne jest w urządzeniach spintronicznych. Taki proces wstrzykiwania spinów do półprzewodnika można efektywnie zrealizować w złączach p-n (GaMnAs-GaAs). Celem ćwiczenia są pomiary charakterystyk I(V) diód Esakiego (p-n). W szczególności interesujące jest, jak na kształt obserwowanych zależności wpływa temperatura i zewnętrzne pole magnetyczne.

Opiekun dr M. Borysiewicz

Spektroskopia impedancyjna struktur półprzewodnikowych.

Znaczna część współczesnych elektronicznych przyrządów półprzewodnikowych bazuje na heterostrukturach, złożonych z warstw różnych materiałów półprzewodnikowych. Jeśli na górze takiej kanapki zrobione zostaną kontakty elektryczne, a górna warstwa nie przewodzi prądu elektrycznego, lub kontakty są wysokooporowe, to prąd elektryczny pomiędzy takimi kontaktami nie popłynie, pomimo tego, że we wnętrzu może znajdować się materiał wysokoprzewodzący. Pomiary elektryczne wykonane dla prądu przemiennego umożliwiają dotarcie do takich przewodzących warstw i wyznaczenie ich własności elektrycznych. Głównym celem pracy będzie zbadanie własności galwanomagnetycznych warstw azotków galu i indu (oporność i efekt Halla) w zakresie częstości do około 200 kHz.

Opiekun prof. Michał Baj

Równowagowa granica domieszkowania w podwójnie domieszkowanym GaAs:Te,Si oraz GaAs:Te,Ge – eksperyment z fizyki statystycznej ciała stałego

Ćwiczenie będzie polegało na pomiarach efektu Halla w funkcji temperatury pomiaru (25-400K) oraz w funkcji temperatury wygrzewania (600-1200 oC) kilku próbek modelowego bardzo silnie domieszkowanego półprzewodnika GaAs typu n. Pod pojęciem równowagowej granicy domieszkowania w danej temperaturze w bardzo silnie domieszkowanym n-GaAs rozumiana jest koncentracja elektronów ustalana przy wygrzewaniu kryształu przez dostatecznie długi czas w tej temperaturze. Wysokotemperaturowe wygrzewanie umożliwi dyfuzję domieszek i stwarza warunki dla chemicznego oddziaływania atomów domieszek ulokowanych w bliskich węzłach sieci krystalicznej (np. Phys. Rev B87, 115210 (2013)). W kryształach n-GaAs z jednym chemicznym rodzajem donora przypuszcza się, że oddziaływanie takie występuje między atomami domieszek w sąsiednich węzłach jednej podsieci fcc. Natomiast np. w GaAs:Te,Ge, gdzie donory występują w obu podsieciach fcc, efekt wygrzewania jest istotnie inny niż w GaAs:Te. Sprawdzimy co się dzieje dla GaAs:Te,Si, czyli dla innego przypadku, w którym donory lokują się w obu podsieciach. (Sporo pracy doświadczalnej – wygrzewania, testowanie układu pomiarowego i pomiary transportu elektrycznego, niekonwencjonalna interpretacja).

Opiekun dr Tomasz Szupięcki

Własności optyczne dwusiarczku molibdenu (MoS_2)

Dwusiarek molibdenu jest materiałem półprzewodnikowym podobnym do grafenu. Posiada heksagonalną strukturę z silnymi wiązaniami kowalencyjnymi wewnątrz warstw S-Mo-S i słabymi wiązaniami van der Waalsa pomiędzy tymi warstwami. Taka budowa tego materiału umożliwia stosunkowo łatwe rozdzielanie warstw poprzez mechaniczną eksfoliację oraz uzyskiwanie pojedynczych warstw, których własności różnią się od własności materiałów objętościowych. Pojedyncza warstwa MoS_2 mogłaby skutecznie uzupełniać grafen w zastosowaniach wymagających cienkich i transparentnych półprzewodników, dlatego też badania podstawowych własności pojedynczych warstw MoS_2 niosą ogromny potencjał z punktu widzenia własności materiałów półprzewodnikowych.

Celem proponowanej pracy jest charakteryzacja optyczna cienkich warstw MoS_2 w szerokim zakresie temperatur.

Opiekun dr hab. Adam Babiński, prof. UW i mgr Katarzyna Gołasa

Mono-warstwy WSe₂ w mikrownękach dielektrycznych

Dwu-wymiarowe mono-warstwy stanowią obecnie przyszłość optoelektroniki. Grafen ze względu na swoje własności elektryczne i mechaniczne jest jednym z najintensywniej badanych obecnie materiałów. Materiałów mono-warstwowych jest jednak więcej. Dwusiarczek molibdenu, czy chalcogenki metali przejściowych (siarczki, selenki i tellurki) również posiadają strukturę warstwową i poddają się eksfoliacji. Ponadto posiadają przerwę energetyczną i są podatne na oddziaływanie z światłem z zakresu spektrum widzialnego. Celem pracy jest otrzymanie układu mono-warstwy WSe₂ w mikrownęce złożonej z lusterek dielektrycznych. W takim układzie chcielibyśmy zaobserwować silne sprzężenie wzbudzeń dwu-wymiarowych ekscytonów zlokalizowanych w mono-warstwie WSe₂ z fotonami uwięzionymi w mikrownęce. Praca będzie przebiegać w następujących etapach: zaprojektowanie numeryczne pojedynczych lusterek i mikrownęk oraz charakteryzacja optyczna lusterek, pół-mikrownęk z nałożonymi płatkami oraz pełnych mikrownęk (pustych i zawierających płatki) w wysokich i niskich temperaturach.

Opiekun dr Barbara Piętka

Zaliczenie i ocena ćwiczenia nie są zależne od sukcesu naukowego w/w przedsięwzięcia, ale od zaangażowania studenta w podjęte zadanie. Formalnym kryterium zaliczeniowym jest raport z przeprowadzonego ćwiczenia.

dr B. Piętka