

Propozycje tematów prac licencjackich dla studentów studiów indywidualnych z ZFCS na rok 2016/17

Rentgenowskie badania interkalowanych wielowarstw grafenowych.

Opiekun: dr hab. Grzegorz Kowalski, tel. (22) 55 32 789, kowal@fuw.edu.pl lub dr Mateusz Tokarczyk tel. (22) 55 32 790, mateusz.tokarczyk@fuw.edu.pl

Grafen to pojedyncza warstwa atomowa węgla. Technologicznie uzyskuje się od 1 do kilkunastu warstw nałożonych na siebie. Ich własności silnie zależą od odległości międzypłaszczyznowych i obecności między warstwami innych atomów lub cząsteczek. Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych we współpracy z Wydziałem Fizyki UW pracuje nad nowymi układami grafenu na podłożach z węgla krzemu. Materiał ten kryje w sobie wiele zagadek i stanowi bardzo interesujący obiekt badań. Interkalacją to kontrolowane umieszczanie innych atomów lub cząsteczek w obszarach międzypłaszczyznowych w procesach wzrostu lub po jego zakończeniu.

W ramach pracy licencjackiej będzie możliwość wykorzystania różnych metod rentgenowskich do badania interkalowanych warstw grafenowych. Badania z wykorzystaniem rentgenowskiego dyfraktometru i ew. modelowania komputerowego wyników eksperymentalnych.

Wysokorozdzielcze rentgenowskie badania warstw otrzymywanych metodą MBE lub metodą MOVPE

Opiekun: dr hab. Grzegorz Kowalski, tel. (22) 55 32 789 , kowal@fuw.edu.pl lub dr Mateusz Tokarczyk tel. (22) 55 32 790 , mateusz.tokarczyk@fuw.edu.pl

Rentgenowskie badania dyfrakcyjne pozwalają m.in. na określenia jakości krystalicznej badanego materiału. Dzięki pomiarom wysokorozdzielczym można uzyskać informacje m.in. o składzie, naprężeniach i grubości warstw epitaksjalnych. Wykonanie na dyfraktometrze rentgenowskim wysokorozdzielczych pomiarów dyfrakcyjnych warstw otrzymanych metodą MBE lub MOVPE pozwala na wyznaczenie podstawowych parametrów sieciowych badanych struktur. Własności strukturalne wielowarstw otrzymywanych metodami MBE lub MOVPE silnie wpływają np. na ich parametry optyczne, magnetyczne. Kropki i studnie kwantowe otrzymywane w w/w procesach są zwykle częścią struktur wielowarstwowych. W ramach pracy licencjackiej będzie możliwość wykorzystania różnych metod rentgenowskich i ew. modelowania komputerowego wyników eksperymentalnych.

"Czasowo- i przestrzennie- rozdzielcze pomiary struktur azotkowych"

Opiekun: dr hab. Krzysztof Korona:

Problem transportu nierównowagowych nośników ładunków elektrycznych w półprzewodnikach jest kluczowy dla wielu zastosowań. W azotkach czas życia nośników jest stosunkowo krótki, często poniżej 1 ns. Aczkolwiek dzięki wbudowaniu pola elektrycznego lub wytworzeniu struktur sprzężonych rozdzielających elektrony i dziury można czasy życia wydłużyć do zakresu mikrosekund. Planujemy przy pomocy pomiarów optycznych prześledzić zmiany rozkładu nośników w funkcji czasu w strukturach azotkowych otrzymanych dzięki współpracy z IWC PAN (Unipress).

Tranzystory Si-MOSFET zintegrowane z antenami planarnymi jako detektory promieniowania THz.

Opiekun: dr hab. Jerzy Łusakowski, prof. nzw. UW

Celem pracy jest wykonanie i zinterpretowanie pomiarów odpowiedzi tranzystorów polowych Si-MOSFET na promieniowanie elektromagnetyczne w zakresie 110 - 160 GHz. Pomiary przeprowadzane będą w temperaturze pokojowej. Badane tranzystory wyposażone są w anteny planarne szerokopasmowe i rezonansowe. Wyniki będą interpretowane w oparciu o model wzbudzeń plazmonowych w tranzystorach polowych, z uwzględnieniem parametrów układu odczytowego.

Fotoluminescencja podwójnych studni kwantowych CdTe/CdMgTe.

Opiekun: dr hab. Jerzy Łusakowski, prof. nzw. UW

badane będą podwójne studnie kwantowe CdTe/CdMgTe domieszkowane w taki sposób, aby każda z nich zawierała gaz elektronowy o dużej ruchliwości. Pomiary będą prowadzone w temperaturze pompowanego helu (ok. 1.6 K) i polu magnetycznym do 7 T. Celem pomiarów jest określenie, czy za pomocą pomiarów fotoluminescencji można scharakteryzować oddziaływanie między gazem dwuwymiarowym w sąsiednich studniach kwantowych.

Fotoluminescencja heterostruktur GaAs/AlGaAs zawierających dwuwymiarową plazmę elektronową.

Opiekun: dr hab. Jerzy Łusakowski, prof. nzw. UW

Badania obejmą heterostruktury GaAs/AlGaAs zawierające gaz elektronowy o ekstremalnie wysokiej ruchliwości. Pomiary będą prowadzone w temperaturze pompowanego helu (ok. 1.6 K) i polu magnetycznym do 7 T. Celem badań jest obserwacja kwantyzacji Landaua w badanej heterostrukturze oraz wpływu domieszkowania na zależność położenia poziomów Landaua od pola magnetycznego.

Magnetospektroskopia THz dwuwymiarowej plazmy w heterostrukturze GaAs/AlGaAs.

Opiekun: dr hab. Jerzy Łusakowski, prof. nzw. UW

Badania dotyczą reakcji dwuwymiarowej plazmy elektronowej w heterostrukturze GaAs/AlGaAs na promieniowanie dalekiej podczerwieni (THz). Pomiary będą prowadzone w temperaturze pompowanego helu (ok. 1.6 K) i polu magnetycznym do 12 T, przy użyciu źródeł monochromatycznych promieniowania THz. Badany będzie fotoprąd lub fotonapięcie generowane pod wpływem promieniowania THz. Celem badań jest określenie dyspersji plazmonów w heterostrukturze GaAs/AlGaAs.

Badanie mechanizmów rozpraszania w grafenie funkcjonalizowanym.

Opiekun: dr hab. Aneta Drabińska

Tematem badań będą własności rozproszeniowe grafenu funkcjonalizowanego roztworami soli. Metody badawcze obejmować będą bezkontaktowe pomiary przewodnictwa w spektroskopii mikrofalowej oraz badania efektu Ramana. Celem pracy będzie zbadanie wpływu funkcjonalizacji na rozpraszania elektronów między oraz wewnątrz stożków Diraca.

„Badania fotomagnetyczne ciekłokrystalicznych rodników”)

Opiekun: dr hab. Jacek Szczytko

Pomiar własności magnetycznych ciekłokrystalicznych rodników na magnetometrze SQUID. Materiały będące przedmiotem badań są oparte o stabilny rodnik werdazyłowy i charakteryzują się dużą różnorodnością strukturalną i supramolekularną (tworzą różne fazy ciekłokrystaliczne). Własności magnetyczne tych materiałów zmieniają się z podświetleniem. Zadaniem badawczym będą pomiary w magnetometrze SQUID w funkcji temperatury, pola magnetycznego oraz mocy pobudzającego próbkę światła.

„Modelowanie metodą Monte Carlo własności magnetycznych nanocząstek Co”

Opiekunowie: dr hab. Jacek Szczytko, prof. dr hab. Andrzej Majhofer

Praca związana z modelowaniem metodą Monte Carlo układu nanocząstek ferromagnetycznego kobaltu i wyznaczeniem parametrów anizotropii, które opisują wyniki doświadczalne. Opiekunowie:

„Modelowanie mikrownęki dla silnego sprzężenia nanocząstek up-konwertujących ze światłem”

Opiekunowie: dr hab. Jacek Szczytko, dr Barbara Piętka

(praca licencjacka, obliczenia numeryczne)

Praca związana z projektowaniem mikrownęki złożonej z lusterek dielektrycznych do badań up-konwersji nanocząstek zawierających jony ziem rzadkich. Wyniki obliczeń (preferowane programy obliczeniowe to Mathematica lub Matlab) zostaną przetestowane na rzeczywistych strukturach otrzymanych w Zakładzie Fizyki Ciała Stałego. Nanocząstki up-konwertujące mogą być stosowane w

terapii medycznej do niszczenia nowotworów. Pobudzone światłem podczerwonym, przechodzącym przez ciało ludzkie, mogą emitować promieniowanie widzialne wykorzystywane w fototerapii.

Struktury fotoniczne dla solotroniki

Opiekun: dr Wojciech Pacuski

Solotronika to optoelektronika oparta na pojedynczych domieszkach.

Tematem pracy jest wytworzenie struktur fotonicznych z kropkami kwantowymi i zastosowanie ich do badania pojedynczych jonów magnetycznych oraz do manipulacji pojedynczym spinem. Praca składa się z części technologicznej w laboratorium epitaksji z wiązek molekularnych i z części optycznej w laboratorium ultra-szybkiej magnetospektroskopii.

Własności magnetotransportowe kryształu PbSnSe poddanego napromienianiu wiązką elektronów.

Opiekunowie: **dr Adam Kwiatkowski**, e-mail: Adam.Kwiatkowski@fuw.edu.pl, **prof. dr hab. Dariusz Wasik**, e-mail: daw@fuw.edu.pl

Proponowana praca licencjacka wiąże zagadnienia fizyki półprzewodników z elementami fizyki jądrowej tj. badania izolatorów topologicznych napromienianych wiązką elektronów o energii 2.5 MeV. Tematyka izolatorów topologicznych jest aktualnie tzw. gorącym tematem fizyki ciała stałego. Będąc przedmiotem badań kryształy PbSnSe należy do nowej klasy materiałów nazywanych topologicznymi izolatorami krystalicznymi. Są to materiały, które w objętości mogą być dobrymi izolatorami elektrycznymi, natomiast na ich powierzchni w pewnych warunkach tworzą się powierzchniowe stany metaliczne. W ramach pracy licencjackiej należy wykonać pomiary oporu podłużnego i oporu poprzecznego w niskiej temperaturze (ciekłego helu) w funkcji pola magnetycznego próbek napromienianych elektronami. Badania te będą prowadzone we współpracy z Instytutem Fizyki PAN oraz Ecole Polytechnique w Palaiseau we Francji.

Wpływ otoczenia atmosferycznego na własności fizyczne warstw grafenowych.

Opiekun: **dr Marta Borysiewicz**, Marta.Borysiewicz@fuw.edu.pl

Od pewnego czasu w Zakładzie Fizyki Ciała Stałego prowadzone są badania grafenu, otrzymywanego epitaksjalnie na węglu krzemu (SiC). Właściwości tego materiału można w szerokim zakresie zmieniać już podczas wzrostu: od struktury z liniową, dirakowską zależnością dyspersyjną (monowarstwa) do struktur z zależnością paraboliczną (dwuwarstwa), od typu n do p, od materiału jedno- do wielonośnikowego. Dysponując szerokim spektrum próbek, chcemy ustalić, jak zewnętrzne czynniki, takie jak wilgotność, rodzaj gazu, wpływają na ich własności, czy zmiany są odwracalne, czy nie. Jest to szczególnie ważne w kontekście zastosowań grafenu do czujników, zarówno gazowych, jak i np. pola magnetycznego, gdzie stabilność parametrów próbki jest kluczowa.

W ramach pracy licencjackiej wykonane zostaną systematyczne badania polegające na ciągłym monitorowaniu in situ jednocześnie przewodnictwa i koncentracji halowskiej próbek w funkcji dokonywanych w kontrolowany sposób zmian składu atmosfery, w której przetrzymywane będą próbki. Pomiary wykonywane będą z zastosowaniem przemiennego pola magnetycznego i przemiennego prądu próbki za pomocą woltomierzy typu lock-in pracujących w modzie „tandem demodulation” Zdobytą wiedzę pozwoli wnioskować na temat mikroskopowych procesów oddziaływania atomów gazu z powierzchnią grafenu (np. ustalenie, czy mamy do czynienia z adhezją, czy interkalacją).

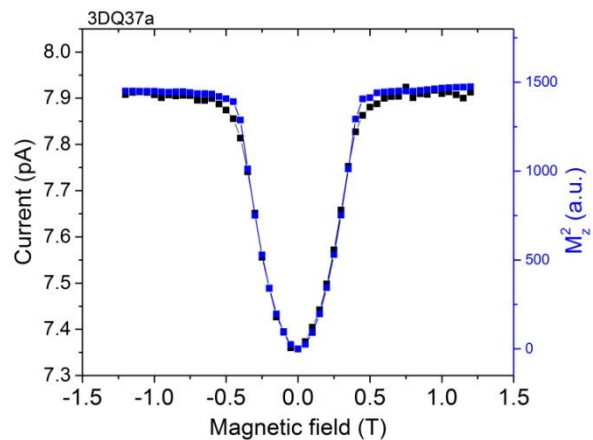
Badania wpływu napięcia na anizotropię magnetyczną GaMnAs wbudowanego w diodę Esakiego.

Opiekun: **dr Marta Borysiewicz**, Marta.Borysiewicz@fuw.edu.pl

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

Przedmiotem badań są diody Esakiego GaMnAs/GaAs. Namagnesowanie w GaMnAs leży w płaszczyźnie warstwy. Przyłożenie pola magnetycznego w kierunku prostopadłym pozwala na obrót namagnesowania. Badając zależność prądu płynącego przez złącze od pola magnetycznego (tzw. magnetoprąd) przy ustalonej polaryzacji diody, obserwuje się krzywą przedstawioną na rys. 1. Zależność ta jest taka jak dla kwadratu prostopadłej składowej namagnesowania, zatem pozwala śledzić pozapłaszczyznową anizotropię magnetyczną. Planowane jest zbadanie ewolucji magnetoprądu od napięcia i stwierdzenie jak anizotropia zależy od napięcia polaryzacji.



Rysunek 1 Zależność prądu (oś lewa) i prostopadłej składowej namagnesowania (oś prawa) od pola magnetycznego.

Oddziaływanie między ekscytonami dwoma mikrownękami optycznymi

Opiekun: dr Jan Suffczyński

W ramach pracy badane będą próbki półprzewodnikowe zawierające sprzężone mikrownęki optyczne. W każdej z mikrownęk umieszczona jest studnia kwantowa. Celem pracy jest obserwacja efektów oddziaływania między ekscytonami związanymi w studniach. Oddziaływanie to będzie mediowane poprzez mod optyczny zdelokalizowany między sprzężonymi wnękami. Badane próbki, wykonane z materiałów II-VI pochodzą z laboratorium MBE w Warszawie

Optycznie wykrywany rezonans magnetyczny na domieszkowanych heterostrukturach półprzewodnikowych

Opiekun: dr Mateusz Goryca, tel. (22) 55 32 711, mgoryca@fuw.edu.pl

Optycznie wykrywany rezonans magnetyczny (ang. optically detected magnetic resonance - ODMR) to technika pomiarowa pozwalająca wykrywać znacznie mniejsze ilości atomów magnetycznych w próbce niż w przypadku typowego pomiaru elektronowego rezonansu paramagnetycznego (EPR). Dzięki temu stanowi doskonałe narzędzie do badania półprzewodnikowych nanostruktur domieszkowanych jonami magnetycznymi. Struktury takie z reguły zawierają o wiele rzędów wielkości mniej domieszek magnetycznych, niż materiały objętościowe. Jednocześnie jony te stanowią doskonałą sondę lokalnych własności (np. rozkładu lokalnych naprężeń) kryształu półprzewodnika, w który są wbudowane.

Badania w ramach pracy licencjackiej pozwolą na zapoznanie się z tą ciekawą techniką (jak również z innymi, jak wysokie pola magnetyczne czy niskie temperatury) i wyznaczenie własności nanostruktur (studni, drutów lub kropek kwantowych), których wyznaczenie jest praktycznie niemożliwe przy użyciu innych technik.

„Sterowanie stanem ładunkowym kropek kwantowych umieszczonych w strukturze diody Schottkiego”

Opiekunowie: prof. dr hab. Piotr Kossacki i mgr Aleksander Bogucki

Praca będzie związana z wytworzeniem struktur z diodami Schottkiego zawierającymi kropki kwantowe CdTe/ZnTe, w tym kropki z pojedynczymi jonami magnetycznymi. Otrzymane struktury będą badane metodami magnetospektroskopowymi i umożliwią sterowanie stanem ładunkowym pojedynczych kropek kwantowych.

„Badanie fotoluminescencji kropek kwantowych pobudzanych rezonansowo w kierunku płaszczyzny próbki”

Opiekunowie: prof. dr hab. Piotr Kossacki i dr Tomasz Kazimierczuk albo dr Mateusz Goryca

Praca będzie związana z badaniem fotoluminescencji pojedynczych kropek kwantowych CdTe/ZnTe pobudzanych w nowej konfiguracji, w której kierunek biegu wiązki światła pobudzającego leży w płaszczyźnie próbki i jest prostopadły do kierunku detekcji luminescencji. Pomiary będą prowadzone w polu magnetycznym.

Temat: Badania monowarstw dichalkogenków metali przejściowych metodą pompa-sonda

Opiekun: dr. Tomasz Kazimierczuk

Monowarstwy dichalkogenków metali przejściowych są obecnie intensywnie badane ze względu na ich doskonałe własności optyczne. Siły oscylatora w tych materiałach są tak duże, że stała zaniku luminescencji ekscytonów jest w zakresie pojedynczych pikosekund. Badania dynamiki tych procesów wymagają, zatem wykorzystania laserów femtosekundowych, np. w eksperymentach typu pompa-sonda.