

WYKŁADY (W SALI 203 NA II PIĘTRZE W GŁÓWNYM BUDYNKU)

30 maja, 9:00: prof. Mariusz Gajda

Najniższe temperatury we Wszechświecie

Na wykładzie wyjaśnię mechanizm laserowego chłodzenia atomów. Pokażę, jak wykorzystując światło można spowolnić ruch atomów. W roku 1997 Steven Chu, William D. Phillips and Claude Cohen-Tannoudji otrzymali nagrodę Nobla za opracowanie technik chłodzenia atomów światłem. Następnie opowiem jak uczonym udało się jeszcze bardziej obniżać temperaturę gazu, doprowadzając atomy niemalże do całkowitego bezruchu. Tak zimny gaz atomowy jest najzimniejszym układem fizycznym we Wszechświecie. W temperaturach rzędu nanokelwinów zachowaniem atomów rządzą prawa fizyki kwantowej. Kwantowe efekty związane z nierozróżnialnością cząstek są odpowiedzialne za powstanie kondensatu Bosego-Einsteina. W roku 2001 Eric A. Cornell, Carl E. Wieman i Wolfgang Ketterle zostali uhonorowani Nagrodą Nobla za uzyskanie atomowego kondensatu Bosego-Einsteina. Na wykładzie krótko omówię podstawowe własności atomowego kondensatu.

30 maja, 10:00: Prof. Tomasz Story

Przewodnictwo elektryczne: od metali przez półmetale i półprzewodniki do izolatorów topologicznych.

Prąd elektryczny dobrze przewodzi wiele materiałów a oporność elektryczna metali i izolatorów może różnić się nawet o kilkanaście rzędów wielkości. W metalach, takich jak miedź, złoto czy glin, ogromna ($10^{22} - 10^{23} \text{ cm}^{-3}$) koncentracja swobodnych nośników ładunku elektrycznego (elektronów) dostępna jest nawet w temperaturach bliskich zera absolutnego a oporność elektryczna metali ma skończoną wartość. Podobnie jest w półmetalach, takich jak bizmut czy grafen, choć koncentracje nośników ładunku są w nich kilka rzędów wielkości mniejsze. W półprzewodnikach natomiast (np.: krzemie, arsenku galu czy azotku galu) koncentracją elektronów lub dziur przewodnictwa można sterować poprzez kontrolowane wprowadzanie do kryształów obcych jonów o walencyjności innej niż walencyjność pierwiastków, z których zbudowany jest półprzewodnik. Nośniki ładunku elektrycznego są zwykle w półprzewodnikach generowane w procesie wzbudzeń termicznych poprzez odpowiednie przerwy energetyczne a w temperaturze zera bezwzględnej oporność półprzewodników i izolatorów dąży do nieskończoności. Tak spektakularne różnice we właściwościach elektrycznych materiałów mają swoje źródło w ich różnej strukturze elektronowej oraz różnorodnych mechanizmach transportu ładunku w kryształach (transport

dyfuzyjny lub balistyczny, mechanizm przeskoków). Zjawiska te będą omówione na przykładzie kluczowych współczesnych materiałów z wykorzystaniem podstawowego modelu Drudego oraz idei wynikających z równania Boltzmanna. Pokazane zostanie także jak ustalony od dawna kluczowy podział materiałów na metale (półmetale) i izolatory (półprzewodniki) został ostatnio wzbogacony o nową klasę materiałów elektronicznych - izolatory topologiczne, w których w wyniku efektów relatywistycznych w strukturze elektronowej izolującym właściwościom objętości kryształu nierozłącznie towarzyszą metaliczne właściwości ich powierzchni.

30 maja, 11:30: prof. Henryk Szymczak

Symetria i asymetria w fizyce ciała stałego

Emma Noether w 1918 r. pokazała, że podstawowe prawa przyrody związane są z symetrią (np. prawo zachowania energii wynika z symetrii względem przesunięć w czasie a prawo zachowania pędu - z symetrii względem przesunięć w przestrzeni). Zazwyczaj piękno w fizyce widzimy właśnie w symetrii praw fizycznych. Problem ten rozpatrzony zostanie na przykładzie równań Maxwella. Nie są one symetryczne (niezmiennicze) przy wzajemnej zamianie parametrów magnetycznych układu na parametry elektryczne. W 1931 r Paul Dirac postulował symetryczną formę równań Maxwella przyjmując istnienie w przyrodzie ładunków magnetycznych (monopoli). Rozpatrzmy konsekwencje tego założenia i próby obserwacji monopoli w tzw. „lodzie spinowym” oraz w układach chiralnych zawierających skyrmiony (przypominające wiry struktury magnetyczne). Opanowanie metod wytwarzania monopoli magnetycznych umożliwi rozwój nowej dziedziny techniki –magnetyczności (analog elektryczności). Omówione zostaną pierwsze wyniki badań w tej dziedzinie i dalsze perspektywy jej rozwoju.

31 maja, 10:00: prof. Andrzej Wiśniewski

Nadprzewodnictwo: czy rozumiemy to zjawisko, czy potrafimy je zastosować?

W trakcie wykładu krótko dokonałem przeglądu materiałów nadprzewodzących i omówię ich podstawowe właściwości. Następnie wyjaśnię, jak zachowuje się nadprzewodnik w polu magnetycznym, wprowadzę pojęcie nadprzewodników I i II rodzaju, stanu mieszanego (w nadprzewodniku mogą współistnieć obszary nadprzewodzące i normalne). Przedstawię zarys fenomenologicznej teorii Ginzburga-Landaua, dzięki której wiemy jak powiązać wielkości

takie jak pierwsze i drugie pole krytyczne z parametrami mikroskopowymi – długością koherencji i głębokością wnikania pola magnetycznego. Wyjaśnię pojęcie prądu krytycznego (największego prądu, który może płynąć przez nadprzewodnik bez strat) oraz pokażę, w jaki sposób w danym nadprzewodniku można zwiększać wartość tego prądu. Mikroskopowy mechanizm nadprzewodnictwa zrozumiano dopiero po 50 latach od odkrycia tego zjawiska. Dokonali tego trzej amerykańscy fizycy: Bardeen, Cooper i Schrieffer – twórcy teorii, którą obecnie nazywa się teorią BCS. W trakcie wykładu wprowadzę pojęcie „par Coopera” – nośników prądu nadprzewodzącego oraz wyjaśnię dlaczego pary Coopera nie są rozpraszane, czyli dlaczego prąd nadprzewodzący może płynąć bez strat. Zachowanie nadprzewodnika w polu magnetycznym zilustruję pokazem lewitacji magnesu nad nadprzewodnikiem $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ schłodzonym do temperatury ciekłego azotu (77 K).

ZWIEDZANIE PRACOWNI

Dr Marta Aleszkiewicz

Skaningowy mikroskop próbkujący pozwala na uzyskanie obrazów zarówno prawdziwej, trójwymiarowej topografii powierzchni jak i obrazowanie rozmaitych własności powierzchni z rozdzielczością nawet atomową. W zależności od modu pracy mikroskopu oraz rodzaju użytej sondy obrazowane mogą być m.in. przewodnictwo powierzchni (Skaningowy Mikroskop Tunelowy STM), domeny magnetyczne (Mikroskop Sił Magnetycznych MFM), domeny elektryczne (Mikroskop Sił Elektrycznych EFM) i wiele innych.

Dr Michał Głowacki

Stanowisko do wzrostu kryształów metodą Czochralskiego. Metoda ta jest jedną z najpowszechniej stosowanych przy produkcji monokryształów na świecie. Polega na powolnym, stopniowym wyciąganiu z roztopionego materiału zarodka krystalicznego w sposób zapewniający kontrolowaną i stabilną krystalizację. Początkowo metoda ta została opracowana do wzrostu monokryształów metali. Obecnie jednak jest ona kojarzona głównie ze wzrostem monokryształów krzemu na potrzeby elektroniki. Ponadto metodą Czochralskiego można otrzymywać monokryształy materiałów tlenkowych i właśnie tym zajmuje się nasze laboratorium. Podczas zwiedzania laboratorium będzie można zobaczyć stanowisko do wzrostu monokryształów metodą Czochralskiego, z systemem automatyki opartym na ważeniu tygła, układem do obserwacji wzrostu kryształu (kamera telewizyjna),

układem do pomiaru ciśnienia parcjalnego tlenu w gazie ochronnym na wejściu i na wyjściu komory wraz z możliwością płynnego dozowania zawartości tlenu w gazie wejściowym. Zostaną zademonstrowane wszystkie etapy przygotowania procesu wzrostu monokryształów oraz omówiony przebieg procesu i przygotowania próbek z otrzymanych kryształów.

Dr Przemysław Iwanowski

Laboratorium badań magnetycznych. Zostanie pokazany magnetometr z drgającą próbką – będzie można samodzielnie przeprowadzić proste pomiary magnetyczne pozwalające np. na odróżnienie paramagnetyka od ferromagnetyka. Zademonstrowane będzie również zjawisko lewitacji magnesu nad nadprzewodnikiem.

Dr Leszek Gładczuk

Laboratorium cienkich warstw i heterostruktur magnetycznych wytwarzanych przy użyciu metody epitaksji z wiązek molekularnych (MBE). Zostanie pokazana aparatura MBE oraz urządzenia do charakteryzacji strukturalnej i mikrostrukturalnej badanych obiektów.

dr Tomasz Wojciechowski

Laboratorium mikroskopii i nanolitografii. W laboratorium zostanie pokazany skaningowy mikroskop elektronowy, który jest podstawowym narzędziem badawczym pozwalającym na odkrywanie i badanie nowych materiałów, w szczególności tych niewidocznych dla oka - materiałów o rozmiarach nanometrycznych. Posiadamy skaningowy mikroskop elektronowy Auriga firmy Zeiss, który jest mikroskopem nowej generacji, całkowicie skomputeryzowanym, posiadającym system do litografii elektronowej oraz do analizy składu chemicznego próbki metodą EDX.

Dr Krzysztof Dybko i dr Michał Szot

Pomiary transportowe ilustrujące tematykę wykładu prof. Storego: jak odróżnić metal, półmetal, półprzewodnikowy i izolator topologiczny.