

HEURYSTYKI

CYKL SEMINARIÓW SZKÓŁ DOKTORSKICH UW

Współczesne wyzwania fizyki:
nowe horyzonty zastosowań i pomiarów

PROGRAM

16:00 – 16:30 POWITANIE

16:30 – 17:00 PREZENTACJA: Jak warstwowy azotek boru może nam pomóc w walce z wirusami?

Jakub Iwański, Opiekunowie naukowcy: prof. dr hab. Andrzej Wymolek, dr Mateusz Tokarczyk

17:00 – 17:45 PRZERWA NA POCZĘSTUNEK I SESJA PLAKATOWA

Jak symulacje procesów geofizycznych mogą pomóc w składowaniu CO₂ pod ziemią?

Tomasz Szawełło, Opiekun naukowy: prof. dr hab. Piotr Szymczak

Jak defekty mogą pomóc nam w zrozumieniu nanoświata?

Katarzyna Ludwiczak, Opiekunowie naukowcy: prof. dr hab. Andrzej Wymolek, dr hab. Johannes Binder

Jak wykorzystać i udoskonalić to, co niedoskonałe w kryształach na przykładzie azotku boru

Piotr Tatarczak, Opiekunowie naukowcy: dr hab. Johannes Binder, prof. dr hab. Andrzej Wymolek

Czy mechanika kwantowa przewiduje fale dźwiękowe?

Maciej Łebek Opiekun naukowy: dr hab. Miłosz Panfil, prof. UW

Phase transitions in the early Universe

Mateusz Kulejewski, Opiekun naukowy: dr Bogumiła Świeżewska

17:45 – 18:15 PREZENTACJA: Fale grawitacyjne i mikroskopia, czyli jak wykorzystać efekty kwantowe do zwiększenia precyzji pomiarów

Stanisław Kurdziałek, Opiekun naukowy: prof. dr hab. Rafał Demkowicz-Dobrzański

18:15 – 18:45 PREZENTACJA: Jak zrobić antenę z atomu?

Wiktor Krokosz, Opiekun naukowy: dr hab. Michał Parniak-Niedojadło

18:45 – 19:00 PRZERWA NA POCZĘSTUNEK

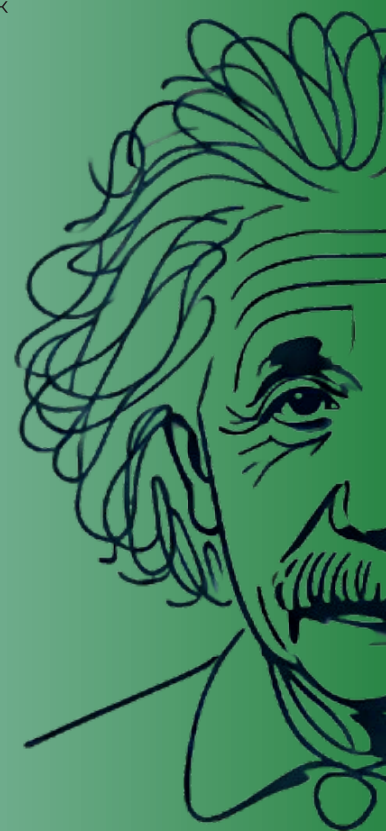
19:00 – 19:30 PREZENTACJA: Obrazowanie przez ośrodki rozpraszające: od mgły po mózg

Paweł Szczypkowski, Opiekun naukowy: dr Radosław Łapkiewicz

19:30 – 20:00 PREZENTACJA: Jak upodobnić światło do materii?

Marcin Muszyński, Opiekun naukowy: dr hab. Jacek Szczytko, prof. UW

20:00 – 20:30 PLAKATY I SWOBODNA DYSKUSJA



UNIwersYTET
WARSAWSKI



SZKOŁY
DOKTORSKIE

WYDZIAŁ
FIZYKI
UNIwersYTET
WARSAWSKI

ABSTRAKTY:

Jak warstwowy azotek boru może nam pomóc w walce z wirusami?

Jakub Iwański, Opiekunowie naukowi: prof. dr hab. Andrzej Wyszomłek, dr Mateusz Tokarczyk

[PREZENTACJA] 16:30 – 17:00

W ostatnich latach szczególnie wyraźnie dostrzegliśmy, jak niebezpieczne dla ludzkiego życia i zdrowia są wirusy i bakterie. Dlatego istotne jest opracowanie skutecznych metod dezynfekcji i sterylizacji. Jednym ze sposobów jest wykorzystanie światła z zakresu głębokiego ultrafioletu (długość fali światła około 250 nm). Przy jego użyciu możliwe jest uszkodzenie DNA drobnoustrojów i tym samym ich unieszkodliwianie. Niestety obecne półprzewodnikowe źródła światła emitujące w głębokim ultrafiolecie charakteryzują się bardzo niską wydajnością (~1%). W ramach badań prowadzonych na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego podejmujemy próbę rozwiązania tego problemu poprzez wykorzystanie warstwowego azotku boru. Ten atomowo cienki materiał ze względu na swoją strukturę krystaliczną charakteryzuje się bardzo wydajnym świeceniem. Jednak, chcąc stworzyć z niego wydajny emiter światła, powinniśmy najpierw nauczyć się dobrze kontrolować jego podstawowe własności, np. szerokość przerwy energetycznej, czego dotyczą nasze badania doświadczalne.

Fale grawitacyjne i mikroskopia, czyli jak wykorzystać efekty kwantowe do zwiększenia precyzji pomiarów

Stanisław Kurdziałek, Opiekun naukowi: prof. dr hab. Rafał Demkowicz-Dobrzański

[PREZENTACJA] 17:45 – 18:15

Odkrycie mechaniki kwantowej wyrzuciło fizyków z błogiej strefy komfortu, w której wszystko jest mierzalne i deterministyczne. Nokautującym ciosem dla klasycznego postrzegania świata była odkryta przez Heisenberga zasada nieoznaczoności, głosząca, że tak podstawowe własności obiektu jak pęd i położenie nie mogą być mierzone jednocześnie z dowolną dokładnością. Na szczęście, w miarę upływu lat, fizykę kwantową udało się nieco oswoić. Paradoksalnie, okazało się, że związane z nią efekty, takie jak splątanie czy interferencja kwantowa, mogą być naszymi sprzymierzeńcami w doskonaleniu precyzyjnych urządzeń pomiarowych. W czasie swojego wystąpienia opowiem, jak znane z fizyki klasycznej ograniczenie na precyzję mikroskopów zostało pokonane przy użyciu efektów kwantowych. Pokażę również w jaki sposób detektory fal grawitacyjnych korzystają z zaawansowanych technik kwantowych, aby "oszukać" ograniczenia nakładane przez fluktuacje kwantowe i uzyskać nieosiągalną wcześniej precyzję.

Jak zrobić antenę z atomu?

Wiktor Krokosz, Opiekun naukowy: dr hab. Michał Parniak-Niedojadło

[PREZENTACJA] 18:15 – 18:45

Anteny umożliwiają nam komunikację bezprzewodową, bez których nasza cywilizacja nie miała by racji bytu. Od kawałka drutu po złożone blaszane struktury, dzień i noc nadajemy i odbieramy mikrofalę, za pomocą których zapewne dotarł do Państwa ten tekst. Ostatnie osiągnięcia w dziedzinie fotoniki otworzyły jednak drogę do miniaturyzacji naszych odbiorników do rozmiarów atomowych! Na Uniwersytecie Warszawskim opracowaliśmy czujnik, który pola elektromagnetyczne jest w stanie wykrywać poprzez komórkę atomów rubidu, oferując przełomowe możliwości. Z przyjemnością opowiem o naszych rozwiązaniach obejmujących odbiornik ekstremalnie wysokich częstotliwości, kalibracji do stałych atomowych czy zamianie fotonów mikrofalowych na optyczne i domowej roboty metamateriałach!

Obrazowanie przez ośrodki rozpraszające: od mgły po mózg

Paweł Szczypkowski, Opiekun naukowy: dr Radosław Łapkiewicz

[PREZENTACJA] 19:00 – 19:30

Czy możliwe jest "przejrzenie" przez gęstą mgłę, chmury czy nawet ludzką czaszkę? Odpowiedzi na te pytania dostarcza nowoczesna optyka, która dzięki zaawansowanym technikom obrazowania pozwala zobaczyć to, co wcześniej było niewidoczne. Podczas prezentacji przybliżę, jak światło przechodzące przez ośrodki rozpraszające, takie jak tkanki biologiczne czy chmury, może być wykorzystane do obrazowania. Zadeemonstruję również, jak monitorować aktywność mózgu, co otwiera nowe możliwości w badaniach nad uzależnieniami i ich leczeniem. Ponadto opowiem o naszych badaniach nad nowymi materiałami, które mogą znacząco poprawić jakość obrazowania przez trudne ośrodki takie jak ludzka czaszka czy tkanki biologiczne. Dzięki tym odkryciom zbliżamy się do przyszłości, w której obrazowanie wewnątrz organizmu stanie się jeszcze bardziej precyzyjne i dokładne, a jego zastosowania - od obrazowania biologicznego po samochody autonomiczne - będą miały coraz większe znaczenie dla nauki i społeczeństwa.

Jak upodobnić światło do materii?

Marcin Muszyński, Opiekun naukowy: dr hab. Jacek Szczytko, prof. UW

[PREZENTACJA] 19:30 – 20:00

Światło jest jednym z fundamentalnych elementów otaczającego nas świata. Jego wyjątkowe własności – ogromna prędkość czy niskie straty w ośrodku, w którym się porusza – znajdują szerokie zastosowanie w komunikacji (światłowody), urządzeniach optycznych (lasery, detektory, systemy nawigacyjne), badaniach naukowych (spektroskopia, od atomowej po astrofizykę), a także w codziennym życiu, umożliwiając funkcjonowanie zmysłu wzroku. Z drugiej strony światło nie oddziałuje ze światłem, co sprawia, że to elektrony – jeden z budulców materii – dominują w cyfrowym przetwarzaniu informacji. W obliczu zbliżania się do granic wydajności elektroniki naukowcy coraz częściej poszukują alternatyw w postaci fotoniki oraz pokrewnych dziedzin opartych na świetle. Kluczowym wyzwaniem w tej dziedzinie jest nadanie światłu cech podobnych do tych, które posiadają elektrony, co uczyniłoby je bardziej obiecujące w zaawansowanych układach. W zaprezentowanych badaniach przedstawione zostaną metody i korzyści związane z uwięzieniem światła we wnękach optycznych wypełnionych dwójłomnym ciekłym kryształem. W pierwszej kolejności omówiony zostanie koncept nadania światłu masy efektywnej, co umożliwi jego manipulację w analogiczny sposób jak w przypadku cząstek materialnych. Następnie przedstawione zostaną zjawiska związane z polaryzacją światła oraz kryształy fotoniczne oparte na samoorganizujących się i sztucznie projektowanych mikrostrukturach. Na zakończenie pokazane zostanie rozwiązanie wprowadzające do układu oddziaływania - kondensacja Bosego-Einsteina polarytonów ekscytonowych. Manipulacja dodatkowym stopniem swobody tzn. „pseudospinem” powstałego w ten sposób kondensatu może prowadzić do spontanicznego formowania się nadciekłego kryształu w temperaturze pokojowej. Badania te otwierają nowe perspektywy w technologii opartej na świetle.

Jak symulacje procesów geofizycznych mogą pomóc w składowaniu CO₂ pod ziemią? [PLAKAT]

Tomasz Szawełło, Opiekun naukowy: prof. dr hab. Piotr Szymczak

Karbonatyzacja mineralna to proces, który pozwala na trwałe wiązanie dwutlenku węgla w skałach. Umożliwia on bezpieczne i długotrwałe składowanie CO₂, jednak wiąże się z wieloma wyzwaniami, takimi jak blokowanie ścieżek przepływu czy spontaniczne zatrzymanie reakcji chemicznych. Aby zoptymalizować ten proces, konieczne jest zrozumienie mechanizmów fizycznych i chemicznych, które za nim stoją. W naszym badaniu modelujemy skałę jako sieć połączonych porów i analizujemy, jak wzajemne oddziaływanie przepływu, transportu substancji i reakcji chemicznych prowadzi do powstawania różnorodnych struktur. Symulacje pozwalają nam określić warunki, w których ciągle tworzą się nowe ścieżki przepływu, a ilość składowanego CO₂ jest jak największa. Wyniki dostarczą wskazówek niezbędnych do identyfikacji optymalnych parametrów przeprowadzania karbonatyzacji mineralnej, zwiększając jej skuteczność i zastosowania w praktyce.

Jak defekty mogą pomóc nam w zrozumieniu nanoświata? [PLAKAT]

Katarzyna Ludwiczak, Opiekunowie naukowci: prof. dr hab. Andrzej Wyszmołek, dr hab. Johannes Binder

Materiały warstwowe, czyli takie, które możemy łatwo eksfoliować do postaci pojedynczych warstw atomowych, już od kilkunastu lat cieszą się zainteresowaniem badaczy ze względu na ich niezwykle i różnorodne właściwości. Spośród kryształów o takiej budowie, największą sławę zyskał grafen, czyli pojedyncza warstwa atomów węgla ułożonych w przypominające plastry miodu heksagony. W naszych badaniach zajmujemy się podobnym materiałem: heksagonalnym azotkiem boru, w którym to atomy boru i azotu są ułożone naprzemiennie w heksagony. Jednak co dzieje się, kiedy nasz kryształ nie jest idealny i w jakimś miejscu zabraknie danego atomu, albo zostanie on zastąpiony innym? Takie miejsca w materiale nazywamy defektami. Okazuje się, że mogą one być przydatne w badaniach innych ultracienkich materiałów, które umieszczamy w ich pobliżu. W prezentowanych badaniach skupiamy się na pomiarach optycznych (czyli wykorzystujących światło do badania właściwości materii) struktur złożonych z warstw heksagonalnego azotku boru i nanomagnesów. Defekty w strukturze heksagonalnego azotku boru są pobudzone światłem lasera, a następnie same emitują promieniowanie, które obserwujemy. Emisja światła z defektów zmienia się w zależności od stanu, w jakim znajduje się sąsiadujący z nimi nanomagnes. W ten sposób możemy wykrywać naprężenia albo pole magnetyczne w bardzo małej, nanometrowej skali. W przyszłości wyniki badań mogą posłużyć do budowy ultraczułych sensorów zintegrowanych z nowatorskimi urządzeniami wykorzystującymi nanomateriały.

Jak wykorzystać i udoskonalić to, co niedoskonałe w kryształach na przykładzie azotku boru [PLAKAT]

Piotr Tatarczak, Opiekunowie naukowci: dr hab. Johannes Binder, prof. dr hab. Andrzej Wyszmołek

Większość z nas nie lubi niedoskonałości i nieporządku w życiu codziennym. Denerwują nas nierówno ułożone płytki czy wyższa od innych książka w szeregu na półce. Analogiczne zaburzenia regularności występują na poziomie atomowym w kryształach, używanych we współczesnej optoelektronice. W ogólności możemy wyobrazić sobie kryształ jako perfekcyjnie ułożony wzór z atomów. Czasami jednak coś w tym porządku się psuje - przykładowo w regularnej strukturze brakuje jakiegoś atomu lub pojawia się atom innego pierwiastka. Podobnie jak w życiu codziennym, również tutaj wielu defektów chcielibyśmy uniknąć, gdyż negatywnie wpływają na efektywność i czas życia urządzeń. Niektóre z nich mogą być jednak użyteczne. Mowa m. in. o defektach, które są emiterami pojedynczych fotonów. Foton jest najmniejszą i niepodzielną porcją światła. Jak sama nazwa wskazuje, emiter pojedynczych fotonów może emitować tylko jeden foton jednocześnie, w przeciwieństwie do żarówki, która może emitować ich mnóstwo w danym momencie. Na pierwszy rzut oka można pomyśleć, że lepiej jest generować więcej światła. Po co nam więc pojedyncze fotony? Okazuje się, że ich kwantowe właściwości pozwalają wykorzystać je w nowoczesnych technologiach takich jak kryptografia kwantowa. Technika ta może zrewolucjonizować bezpieczeństwo przesyłania informacji, gdyż pozwala na szyfrowanie wiadomości w taki sposób, że nie da się odczytać za pomocą tradycyjnych metod. W swoim wystąpieniu opowiem o badaniach dotyczących emiterów pojedynczych fotonów w azotku boru dwuwymiarowym materiale, który może być wykorzystany do produkcji giętkiej i elastycznej optoelektroniki.

Czy mechanika kwantowa przewiduje fale dźwiękowe? [PLAKAT]

Maciej Łebek, Opiekun naukowy: dr hab. Miłosz Panfil, prof. UW

W codziennym życiu obserwujemy i doświadczamy wielu zjawisk hydrodynamicznych. Fale na morzu, opór powietrza, dźwięk - wszystkie te efekty są wynikiem propagacji zaburzeń w materii, która nas otacza. W swoim wystąpieniu opowiem o tym, jak dokładnie te same zjawiska można napotkać w ekstremalnych warunkach niskich temperatur, którymi rządzi mechanika kwantowa, tak bardzo przecząca naszym intuicjom. Ponadto, zarysuję niedawno uzyskane wyniki, polegające na wyprowadzeniu słynnych hydrodynamicznych równań Naviera-Stokesa dla gazów kwantowych.

Przemiany fazowe we wczesnym Wszechświecie [PLAKAT]

Mateusz Kulejewski, Opiekun naukowy: dr Bogumiła Świeżewska

Mechanizm spontanicznego łamania symetrii - znany szerzej jako mechanizm Higgsa - stanowi odpowiedź na fundamentalne fizyczne pytanie: skąd pochodzi masa cząstek elementarnych. Jednakże, dogłębne zbadanie mechanizmu Higgsa wskazuje, że stanowi on nie tylko teoretyczny wytrych, lecz proces, który musiał zajść we wczesnym, gorącym Wszechświecie. Podobnym przemianom mogła towarzyszyć przemiana fazowa, której śladów szukamy na niebie w postaci fal grawitacyjnych. Bezpośredni pomiar sygnału takiej przemiany byłby bezpośrednią oznaką nowej fizyki poza Modelem Standardowym. W moim projekcie doktorskim badam następujące po przechłodzonej przemianie fazowej etap odgrzania, gdy Wszechświat z powrotem wypełnia się gorącą plazmą.