

Propozycje tematów prac licencjackich w roku akademickim 2017/2018

Instytut Fizyki Doświadczalnej

Zakład Biofizyki

**Tematy dla kierunku: Zastosowanie fizyki w biologii i medycynie,
specjalności: Biofizyka molekularna; Projektowanie molekularne i bioinformatyka**

1.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Jan Antosiewicz, mgr Małgorzata Prokopowicz

Temat pracy:

"Analiza spektroskopowa wybranych kompleksów mysiej syntazy tymidylanowej"

Opis:

Syntaza tymidylanowa (TS) jest powszechnie występującym i od wielu lat badanym enzymem, który jest dimerem składającym się z dwóch identycznych podjednostek. Porównanie TS z różnych źródeł wskazuje na to, że jest to cząsteczka silnie konserwatywna [1]. Jest to szczególnie widoczne w przypadku ssaczych cząsteczek, np. ludzkiej oraz mysiej TS. Reakcja, którą ten enzym katalizuje, jest w komórkach zwierzęcych jedynym znanym źródłem syntezy de novo dTMP, cząsteczki niezbędnej do budowy DNA. Z tego powodu enzym ten w dalszym ciągu znajduje się w centrum zainteresowania jako cel w molekularnej terapii przeciwnowotworowej, przeciwwirusowej, przeciwgrzybiczej i przeciw pasożytniczej [2-4]. Jej mechanizm w dalszym ciągu nie jest w pełni poznany, a ostatnie badania wskazują na możliwość rozprężenia dwóch etapów katalizowanej reakcji czyli transferu wodorku oraz grupy jednowęglowej [5]. W proponowanej pracy wykonana zostanie analiza mechanizmu mysiej syntazy tymidylanu (mTS). Zastosowane zostaną metody spektroskopii absorpcyjnej, emisyjnej oraz CD (dichroizmu kołowego) do badania wybranych kompleksów trzeciorzędowych mTS z kofaktorami mTHF i THF, które posłużą do weryfikacji tezy o rozprężeniu etapów katalizowanej reakcji.

Literatura:

- [1] Jarmuła A. (2010). Antifolate inhibitors of thymidylate synthase as anticancer drugs. MiniReviews in Medicinal Chemistry, 10:1211-22
- [2] Rode W, Les A. (1996). Molecular mechanism of thymidylate synthase-catalyzed reaction and interaction of the enzyme with 2-and/or 4-substituted analogues of dUMP and 5-fluorodUMP. Acta Biochimica Polonica, 43:133-142
- [3] Wolberg WH. (1969). The effect of 5-fluorouracil on DNA-thymine synthesis in human tumors. Cancer Research , 29:2137-44.
- [4] Singh P., Bhardwaj A. (2008) Mechanism of action of key enzymes associated with cancer propagation and their inhibition by various chemotherapeutic agents. Mini Reviews in Medicinal Chemistry, 8:388-98
- [5] Ciesla J., Gołos B., Wałajtys-Rode E., Jagielska E., Płucienniczak A., Rode W. (2002). The effect of Arg209 to Lys mutation in mouse thymidylate synthase. Acta Biochimica Polonica, 49:651-8.

2.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Maria Agnieszka Bzowska

Temat pracy:

"Wstęp do dyfrakcji rentgenowskiej białek: krystalizacja fosforylasy nukleozydów purynowych z E. coli w warunkach fizjologicznych "

Opis:

Dyfrakcja rentgenowska to jedna z dwóch metod eksperymentalnych umożliwiających poznanie struktury przestrzennej cząsteczek, w tym białek, z rozdzielczością atomową, a jedyna, która nie ma ograniczeń na wielkość badanej cząsteczki. Warunkiem jej zastosowania jest jednak uzyskanie dobrze rozprasającego kryształu białka, co często jest zadaniem bardzo trudnym. Ponadto zdarza się, że warunki, w jakich białko krystalizuje nie są optymalne z punktu widzenia badania zjawisk molekularnych, jakie zachodzą podczas funkcjonowania danego białka in vivo. Tak właśnie jest w przypadku fosforylasy nukleozydów purynowych (PNP) z E. coli, kluczowego enzymu tzw. drogi ratunkowej metabolizmu składników kwasów nukleinowych. Fosforylasy izolowane z różnych źródeł oraz silne selektywne inhibitory fosforylaz z tkanek ludzkich czy organizmów chorobotwórczych mają potencjalne ogromne znaczenie praktyczne, głównie w medycynie, np. jako leki immunosupresyjne czy przeciw pasożytnicze, a także – mniej specyficzne fosforylasy z niektórych bakterii - w chemii nukleozydów purynowych oraz w opracowywanej terapii genowej niektórych nowotworów. Wszystkie do tej pory znane i zdeponowane z bazy Protein Data Bank struktury kompleksów PNP z E. coli z ligandami uzyskano z jonem siarczanowym lub fosforanowym, jako czynnikiem wymuszającym krystalizację (precypitantem). Jony te lokują się w miejscu aktywnym enzymu, co uniemożliwia badanie oddziaływań białka z ligandami (substratami i inhibitorami) w warunkach fizjologicznych. Celem pracy jest uzyskanie monokryształów PNP z E. coli bez użycia wspomnianych jonów. Jeśli uda się uzyskać odpowiednie kryształy, zostanie sprawdzona ich zdolność dyfrakcyjna przy pomocy dyfraktometru SuperNova (w Zakładzie Biofizyki) i w przypadku odpowiedniej zdolności rozdzielczej (minimum 2.8 Å) – zebrane zostaną pełne dane dyfrakcyjne. Praca ta może wtedy przerodzić się w pracę magisterską.

3.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Maria Agnieszka Bzowska

Temat pracy:

"Aktywność biologiczna oraz właściwości fizykochemiczne laktazy - przegląd literatury"

Opis:

Praca licencjacka ma na celu podsumowanie dostępnych informacji na temat właściwości fizykochemicznych oraz aktywności biologicznej laktazy. Dane te będą podstawą do oceny czy realne jest zmodyfikowanie enzymu tak, by można go było podawać matce, a nie karmionemu piersią niemowlęciu cierpiącemu na nietolerancję laktozy.

Dalekosiężnym celem jest hodowla laktazy, zmodyfikowanej w celu jej inaktywacji w taki sposób, by aktywacja była kilkietapowa (etapy będą odpowiadały kolejnym środowiskom przez jakie enzym miałby podróżować jako lek na nietolerancję laktozy u niemowląt karmionych naturalnie, tj. układ pokarmowy matki, układ krwionośny matki, gruczoły laktacyjne, układ pokarmowy dziecka). Nietolerancja ta jest związana z niewystarczającą ilością naturalnie występującej w organizmie ssaków laktazy. Lek ten jest obecnie podawany bezpośrednio dziecku, co nie jest wskazane przed 6 miesiącem życia (w okresie tym zaleca się wyłączone karmienie piersią). Podawanie leku dziecku wiąże się z podaniem zarówno enzymu jak i substancji konserwujących. Można by tego uniknąć podając nieaktywną postać laktazy matce, zapewniając możliwość transportu leku w tej formie przez układ pokarmowy i krwionośny do pokarmu matki. Dziecko otrzymywałoby lek bezpośrednio z mlekiem matki, zaś ostatni etap aktywacji miałby miejsce pod wpływem zmiany pH w żołądku lub jelicie cienkim dziecka (na tym etapie za wcześnie by podejmować decyzje, czy enzym ma trafić w formie aktywnej do miejsca docelowego, czy dopiero tam być aktywowany - laktaza naturalnie wytwarzana jest w jelicie cienkim). Niezbędne będzie także opracowanie inhibicji enzymu tak, by forma nieaktywna przekształcała się w aktywną jedynie do momentu osiągnięciażądanego stężenia enzymu u dziecka. W związku z powyższym w obszarze zainteresowań pracy licencjackiej będą przede wszystkim dane dotyczące stabilności enzymu w różnych warunkach, jego aktywność w tychże, dostępne inhibitory laktazy oraz wszelkie inne dane mogące się przyczynić do ulepszenia modyfikacji enzymu oraz dopracowania drogi, metod aktywacji i sterowania stężeniem enzymu w miejscu docelowym (układ pokarmowy dziecka). W przypadku gdy literatura nie dostarczy satysfakcjonujących informacji, dopuszcza się przeprowadzenie odpowiednich eksperymentów biofizycznych w celu uzupełnienia danych.

4.

Opiekun pracy:

dr Paweł Daniluk

Temat pracy:

"Metody porównywania struktur przestrzennych RNA"

Opis:

Celem pracy jest wykonanie przeglądu dostępnych publicznie metod porównywania struktur przestrzennych molekuł RNA. Badane metody zostaną przetestowane w celu oceny łatwości ich użycia i sprawdzenia zgodności ich działania z opisem podanym przez autorów. Jeżeli to okaże się możliwe, zostanie wyselekcjonowany zestaw przykładów, na których zostanie porównana jakość działania.

5.

Opiekun pracy:

dr Paweł Daniluk

Temat pracy:

"Metody porównywania wielu struktur białek - przegląd literaturowy oraz wykonanie testowych badań"

Opis:

Celem pracy jest próba usystematyzowania znanych w literaturze metod obliczania multi-uliniowień struktur białek. Opracowanie będzie zawierało krótkie opisy badanych metod uwzględniające między innymi rodzaj obliczanych uliniowień, ograniczenia na liczbę i rozmiar struktur, zastosowany algorytm. Szczególny nacisk zostanie położony na metody oparte na algorytmach z zakresu sztucznej inteligencji, uczenia maszynowego oraz stosujące uciąglenia dyskretnych problemów optymalizacyjnych. Wybrane metody zostaną również przetestowane na wzorcowym zbiorze multi-uliniowień strukturalnych.

6.

Opiekun pracy:

dr hab. Maciej Długosz

Temat pracy:

"Efekty oddziaływań hydrodynamicznych w biologicznych układach molekularnych. Przegląd literatury"

Opis:

Molekuły komórek biologicznych funkcjonują w środowisku lepkiego wodnego rozpuszczalnika, przy niskich wartościach liczby Reynoldsa. Jednym z rodzajów oddziaływań warunkujących przebieg różnorodnych procesów biomolekularnych zachodzących w takich warunkach są oddziaływania hydrodynamiczne. Są to oddziaływania szczególne w tym sensie, że mamy z nimi do czynienia jedynie w przypadku poruszających się obiektów. Molekuły poruszając się w lepkim płynie, wywołują długozasięgowe przepływy, które wpływają na ruch innych molekuł. W efekcie, translacje i rotacje molekuł zostają sprzężone przez wzbudzone ich ruchami w rozpuszczalniku przepływy i właśnie to sprzężenie nosi miano oddziaływań hydrodynamicznych. Zadaniem osoby podejmującej się realizacji zaproponowanego tematu jest stworzenie, na podstawie opisanych w literaturze wyników badań obliczeniowych i (jeżeli są dostępne) eksperymentalnych, krótkiej pracy przeglądowej poświęconej roli oddziaływań hydrodynamicznych dla przebiegu procesów zachodzących w biologicznych układach molekularnych. Oprócz przeglądu i podsumowania dostępnych w literaturze wyników badań, praca powinna także zawierać ogólny opis metod obliczeniowych i eksperymentalnych, które w tych badaniach zostały zastosowane.

7.

Opiekun pracy:

dr hab. Maciej Długosz

Temat pracy:

"Komputerowe modele dyfuzji w cytoplazmie komórek biologicznych. Przegląd literatury"

Opis:

Cytoplazma komórek biologicznych to złożone, heterogeniczne medium, w którym całkowite stężenie molekuł waha się w zakresie od 50 do 400mg/ml, a molekuły te zajmują nawet do 40% dostępnej objętości. Takie warunki wpływają na dyfuzję molekuł, zmieniając w sposób jakościowy i ilościowy przebieg procesów zachodzących w komórkach biologicznych, w porównaniu do przebiegu tych procesów zachodzących w roztworach rozcieńczonych. Rozwój technik eksperymentalnych w ostatnich latach umożliwił obserwację i pomiary dyfuzji w układach molekularnych w warunkach in vitro. Uzupełnieniem technik eksperymentalnych są modele teoretyczne i symulacje komputerowe. Zadaniem osoby podejmującej się realizacji zaproponowanego tematu jest stworzenie, na podstawie opisanych w literaturze badań, krótkiej pracy przeglądowej, dotyczącej modelowania i symulacji komputerowych dyfuzji molekuł w cytoplazmie komórek biologicznych, na tle wyników badań eksperymentalnych. W szczególności interesujące jest, jakie metody obliczeniowe znajdują tutaj zastosowanie i jakie elementy powinien zawierać model komputerowy/obliczeniowy cytoplazmy, aby pozwalał wytłumaczyć spowolnienie dyfuzji molekuł obserwowane w eksperymentach.

8.

Opiekun pracy:

dr hab. Jacek Jemielity prof. UW

Temat pracy:

"Zastosowanie tlenku grafenu i nukleotydów znakowanych fluorescencyjnie do badań procesów związaniem z metabolizmem końca 5' mRNA"

Opis:

Struktura kapu jest nietypowym połączeniem nukleotydowym, charakteryzującym się obecnością 7-metyloguanozyny. Dzięki obecności dodatniego ładunku w pierścieniu 7-metyloguaniny kap oddziałuje specyficznie z wieloma białkami i jest zaangażowany w szereg istotnych procesów biologicznych. Przykładem jest oddziaływanie z białkiem eIF4E (będącym markerem nowotworowym) w trakcie inicjacji procesu translacji, a także procesy degradacji kapu (enzymy Dcp1/2, DcpS). Obecnie atrakcyjną dziedziną badań staje się opracowywanie biosensorów mających zastosowanie diagnostyczne z wykorzystaniem nanomateriałów takich jak pochodne grafenu. Celem pracy licencjackiej jest synteza fluorescencyjnie znakowanych mononukleotydowych analogów kapu oraz charakterystyka ich właściwości spektroskopowych. Najlepsza sonda zostanie wyselekcjonowana do opracowania nowej metody służącej do monitorowania procesów, w które zaangażowana jest struktura kapu w oparciu o pomiary fluorescencyjne. W proponowanym projekcie tlenek grafenu zostanie wykorzystany jako platforma odpowiadająca za powstanie fluorescencyjnego sygnału analitycznego.

9.

Opiekun pracy:

dr Joanna Kowalska

Temat pracy:

"Jakościowa analiza analogów dinukleotydów o znaczeniu biologicznym i terapeutycznym metodą tandemowej spektrometrii mas"

Opis:

Spektrometria mas jest potężnym narzędziem umożliwiającym identyfikację szerokiej gamy związków poczynając od małych cząsteczek organicznych a na biocząsteczkach takich jak białka i kwasy nukleinowe kończąc, a także umożliwiającym badanie oddziaływań tych biocząsteczek ze specyficznymi ligandami. Tandemowa spektrometria mas (MS2) jest wygodnym narzędziem do badania fragmentacji związków nisko- i wielkocząsteczkowych oraz biomolekuł, umożliwiającym tym samym nie tylko ich identyfikację, ale również pozyskanie informacji na temat ich struktury. Celem proponowanego projektu jest zbadanie fragmentacji szerokiego zestawu naturalnie występujących dinukleotydów oraz ich syntetycznych analogów metodą tandemowej spektrometrii mas (HPLC-MS2). Zakładanym rezultatem projektu jest zaproponowanie prawdopodobnych ścieżek fragmentacji dla badanych nukleotydów oraz powiązanie charakterystycznych sygnałów fragmentacyjnych z odpowiednimi elementami strukturalnymi związków. Wyniki zostaną upowszechnione poprzez publikację i wprowadzenie widm MS/MS do bazy mstide-db.com.

10.

Opiekun pracy:

dr Joanna Kowalska

Temat pracy:

"Synteza i badanie właściwości nowych potencjalnych inhibitorów fosfataz i pirofosfataz "

Opis:

Pirofosfatazy i fosfatazy to enzymy odpowiedzialne m.in. za metabolizm nukleotydów w komórce. Aktywność tych enzymów zapewnia m.in. balans energetyczny, prawidłowy przebieg procesów sygnalizacyjnych, a także kontroluje biosyntezę, degradację i naprawę kwasów nukleinowych. Zaburzenia aktywności fosfataz i pirofosfataz mogą prowadzić więc do poważnych schorzeń, takich jak nowotwory czy choroby degeneracyjne. Celem projektu jest synteza nowych potencjalnych inhibitorów fosfataz i pirofosfataz opartych na strukturze monofosforanu nukleozydu, z zastosowaniem nowoczesnych metod syntezy organicznej, oraz zbadanie ich aktywności inhibitorowej względem wybranych enzymów metodami przesiewowymi oraz klasycznymi metodami biofizycznymi i biochemicznymi.

11.

Opiekun pracy:

dr Joanna Kowalska

Temat pracy:

" Synteza i charakteryzacja żywic powinowactwa funkcjonalizowanych analogami fosfosiarczanu fosfoadenozyny (PAPS) jako narzędzi do badania sulfotransferaz "

Opis:

Sulfatacja (lub sulfurylacja) jest ważną reakcją przebiegającą w organizmach żywych, zaangażowaną m.in. w procesy takie jak usuwanie toksycznych metabolitów, sygnalizacja międzykomórkowa, czy rozpoznanie molekularne i internalizacja patogenów. Reakcje sulfatacji katalizują enzymy z rodziny sulfotransferaz, które przenoszą resztę siarczanową z uniwersalnego donora, 5'-fosfosiarczanu 3-adenozyny (PAPS), na akceptor posiadający grupę OH lub NH₂. Celem projektu jest synteza chemiczna i wstępna charakteryzacja biochemiczna nowych analogów PAPS immobilizowanych na złożach powinowactwa jako narzędzi do badania enzymów z grupy sulfotransferaz.

12.

Opiekun pracy:

dr Krystiana A. Krzyśko

Temat pracy:

"Enzymy ubikwitynujące i deubikwitynujące - ich rola w procesach nowotworowych "

Opis:

Procesy ubikwitynacji są elementem recycling'u białek w organizmach żywych. Za opis tych procesów w roku 2004 Aaron Ciechanover, Avram Hershko, Irwin Rose otrzymali Nagrodę Nobla. Okazuje się, że wadliwe funkcjonowanie procesu ubikwitynacji, jak i odwrotnego procesu, może mieć istotne znaczenie z punktu widzenia genezy procesów nowotworowych. Celem pracy jest dokonanie krytycznego przeglądu istniejącej literatury na ten temat, w miarę możliwości porównanie sekwencji oraz struktur ubikwitynaz i deubikwitynaz w istniejących bazach danych oraz wyciągnięcie wniosków z uzyskanych danych.

13.

Opiekun pracy:

dr Krystiana A. Krzyśko

Temat pracy:

"Porównanie struktur oraz funkcji dimeru mitofuzyny 2, dynaminy oraz BDLP "

Opis:

Analiza dostępnej literatury pod względem informacji strukturalnych oraz funkcji dla wymienionych białek, jak również analiza strukturalna z dostępnych danych w PDB. Struktury te trzeba będzie uzupełnić i wymodelować dimery.

14.

Opiekun pracy:

dr Krystiana A. Krzyśko

Temat pracy:

"Analiza roli podjednostek ferrytyny w przechowywaniu żelaza"

Opis:

Stres oksydacyjny jest uważany za jeden ze szlaków prowadzących do śmierci neuronów w chorobach neurodegeneracyjnych. Ludzki mózg wydaje się być szczególnie podatny na uszkodzenia stresu oksydacyjnego ze względu na wysokie stężenia lipidów i nienasyconych kwasów tłuszczowych, stosunkowo wysokie stężenie żelaza i niskie stężenie enzymów zdolnych do inaktywacji reaktywnych form tlenu (ROS). Obecność urazów spowodowanych stresem oksydacyjnym może być jednoznacznie potwierdzona obecnością wysokich stężeń produktów utleniających. Wolne rodniki są wytwarzane między innymi przez reakcję Fentona, w której ważną rolę odgrywa dwuwartościowe żelazo. Ponieważ większość żelaza w ludzkim mózgu występuje jako żelazo związane z ferrytyną, oczywiste jest, że jakakolwiek zmiana struktury lub funkcji ferrytyny może wiązać się z uszkodzeniami oksydacyjnymi. Np.: dostępność labilnego żelaza z reakcji Fentona może być związana ze zmniejszoną zdolnością ferrytyny do zatrzymywania żelaza w jej wnętrzu. Dzieje się tak w chorobie Parkinsona i w neuroferytinopatii. W chorobie Parkinsona obserwuje się zmniejszenie stężenia ferrytyny, podczas gdy w neuroferytinopatii występuje genetycznie indukowana mutacja w ferrytynie powodująca utratę jej funkcji. Nic więc dziwnego, że konieczne jest poznanie mechanizmów jej działania na poziomie atomowym, gdyż do tej pory niewiele wiadomo jest na temat roli jaką odgrywa ferrytyna w/w chorobach. Ferrytyna składa się z 24 podjednostek, które są tak ułożone, że razem tworzą niemal kulisty kształt, a w jego wnętrzu znajduje się spora wnęka. W tej wnęce, zwanej rdzeniem, może się zmieścić nawet 4500 atomów żelaza, które ułożone są tam w postaci minerału. Główną funkcją ferrytyny jest przechowywanie żelaza komórkowego chroniąc komórkę przed potencjalnymi uszkodzeniami rodnikowymi zależnymi od żelaza i umożliwiając w sposób dynamiczny uwalnianie metalu zgodnie z zapotrzebowaniem komórkowym. Podjednostki ferrytyny to łańcuchy L i H, które łączą się w różnych proporcjach określonych przez rozwój komórek tkankowych i komórkowych (od homopolimerów po układy w stosunku 1:1). Celem pracy jest analiza dostępnej literatury pod względem informacji strukturalnych podjednostek ferrytyny oraz różnic w sposobie ich funkcjonowania. Dodatkowo analiza strukturalna przy pomocy programów MOE i Yasara.

15.

Opiekun pracy:

dr Dorota Kubacka

Temat pracy:

"Otrzymanie i charakterystyka specyficzności substratowej enzymu ludzkiej nukleotyduazy cN-III A"

Opis:

Białka z rodziny 5' nukleotyduaz, które katalizują hydrolityczną 5'-defosforylację niecyklicznych monofosforanów rybo- i deoksyrybonukleozydów, uczestniczą w regulacji poziomu nukleotyduów w komórce utrzymując równowagę pomiędzy ich syntezą i degradacją. Wielu 5' nukleotyduazom przypisuje się dość szeroką specyficzność substratową, dlatego ich aktywność może zmieniać również stężenie aktywnych terapeutyków – analogów nukleotyduów i ograniczać ich zastosowanie w organizmie. Celem projektu jest otrzymanie na drodze nadekspresji w komórkach bakteryjnych enzymu ludzkiej cytozolowej 5' nukleotyduazy IIIA, nazywanej cN-III A, optymalizacja warunków i oczyszczenie enzymu z zastosowaniem różnych technik chromatografii białek oraz przeprowadzenie wstępnej charakterystyki substratowej dla tego enzymu.

16.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Bogdan Lesyng

Temat pracy:

"Zastosowanie metod molekularnego modelowania w celu pogłębionego zrozumienia roli wybranych sfingolipidów w procesach nowotworowych i neurodegradacyjnych."

Opis:

Pełniejsze zrozumienie procesów nowotworowych i neurodegradacyjnych wymaga wyjścia poza najczęściej stosowaną analizę roli białek i kwasów nukleinowych, w szczególności uwzględnienia roli sfingolipidów w procesach regulacyjnych i metabolicznych.

Celem pracy jest m.in. analiza onkogennej roli sfingolipidu o nazwie S1P, która to molekula wiąże się m.in. z przeciwciałem LT1009. Przeciwciało to potencjalnie może być wykorzystywane w terapiach antynowotworowych. Znana jest struktura białka PDB (kod PDB: 3i9g) zawierająca fragment przeciwciała LT1009 ze związanym ligandem. Przeciwciało umożliwia zwalczanie niektórych guzów nowotworowych, poprzez wstrzymywanie angiogenezy nowotworowej koniecznej do rozwoju powstających guzów dzięki ograniczeniu promitogenicznej aktywności S1P.

17.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Bogdan Lesyng

Temat pracy:

"Fizyka procesu fotosyntezy - przegląd badań bazujących na fizyce transferu lekkich cząstek w układach biologicznych"

Opis:

Kwantowy transfer lekkich cząstek takich jak protony i elektrony („kwantowy hopping”) jest podstawą procesu fotosyntezy. Celem pracy jest dokonanie przeglądu literaturowego ostatnich osiągnięć naukowych w tej dziedzinie oraz wskazanie najbardziej wiarygodnych prac interpretujących w/w kluczowy proces biologiczny z wykorzystaniem metod fizyki teoretycznej i obliczeniowej. Licencjat powinien spróbować odpowiedzieć na pytanie co z badań teoretycznych może wynikać dla rozwoju technologii „zielonej energii”?

18.

Opiekun pracy:

dr Maciej Łukaszewicz

Temat pracy:

"Oczyszczanie i analiza specyficzności substratowej wybranego enzymu dekapującego z rodziny Nudix"

Opis:

Usunięcie struktury kapu (m⁷GpppN) jest jednym z kluczowych etapów regulujących stabilność mRNA w komórce. Jednym z enzymów hydrolizujących strukturę kapu jest Dcp2 – fosfohydrolaza z rodziny Nudix (Nucleoside Diphosphate linked to X). Ostatnio opisano nowe enzymy z rodziny Nudix posiadające zdolność hydrolizy struktury kapu (m.in. hNudt16, Nudt12, Nudt15; Song et al. 2013). hNudt16, podobnie jak Dcp2, należy do rodziny białek Nudix i odcina kap obecny na mRNA. Dokładna rola pozostałych białek Nudt w procesie degradacji mRNA wymaga dalszej charakterystyki tych enzymów. Celem pracy będzie otrzymanie oczyszczonego wybranego enzymu Nudt (np. Nudt15), a następnie charakterystyki jego aktywności hydrolitycznej w wybranych warunkach reakcji wobec krótkich kapowanych transkryptów RNA lub/i dinukleotydowych analogów kapu.

19.

Opiekun pracy:

dr Maria Górna (CNBCh UW), prof. dr hab. Jan Antosiewicz

Temat pracy:

"Oczyszczanie chromatograficzne i badania biofizyczne wybranych ludzkich białek wiążących RNA"

Temat przydzielony:

Mikołaj Kuska

Opis:

Białka wiążące RNA biorą udział w post-transkrypcyjnej regulacji ekspresji genów, przykładowo na poziomie translacji, co czyni je bardzo ważną grupą biomolekuł i gorącym obiektem badań w poszukiwaniu leków czy narzędzi terapii genowej. W ramach projektu student będzie otrzymywał białka wiążące RNA z wybranych ludzkich rodzin białek zawierających niekanoniczne domeny wiążące RNA (ekspresja heterologiczna i oczyszczanie chromatograficzne, dostępne w Grupie Biologii Strukturalnej, CNBCh). Białka zostaną następnie scharakteryzowane pod względem struktury drugorzędowej i oddziaływań białko-białko bądź z ligandami, przy pomocy technik biofizyki molekularnej (dichroizm kołowy, różnicowa kalorymetria miareczkująca, dostępne w Zakładzie Biofizyki). Uzyskane w ten sposób informacje mogą posłużyć nie tylko do lepszego zrozumienia funkcjonowania białek wiążących RNA, lecz również w celu poszukiwania konkretnych aplikacji biotechnologicznych badanych białek.

20.

Opiekun pracy:

dr Tomasz Jaroń (CNBCh UW), dr hab. Jacek Szczytko

Temat pracy:

"Próby opracowania metody odzyskiwania wybranych soli zawierających aniony słabo koordynujące"

Temat przydzielony:

Małgorzata Domańska

Opis:

Praca związana jest z solami zawierającymi aniony słabo koordynujące, które są anionami o znacznych rozmiarach (promieniu jonowym), niewielkim ładunku rozproszonym na wiele atomów o wysokiej elektrojemności i zwykle ekranowanym przez masywne ugrupowania atomów. Dzięki takiej budowie bardzo słabo oddziałują one z kationami metali oraz są niezwykle odporne chemicznie, elektrochemicznie i termicznie, co można wykorzystać w środowiskach ekstremalnie utleniających. Inną właściwością soli metali zawierających te aniony jest rozpuszczalność wielu z nich w umiarkowanie polarnych i bardzo słabo solwujących rozpuszczalnikach, np. dichlorometanie. Umożliwia to zastosowanie tych substancji jako prekursorów w syntezie różnych związków jonowych metali, niezawierających rozpuszczalnika w swojej strukturze, co często jest niemożliwe do przeprowadzenia za pomocą innych metod. W niniejszej pracy będzie badany proces regeneracji wybranych soli metali z typowych odpadów poreakcyjnych. Do charakterystyki otrzymanych próbek zostaną użyte różnorodne metody fizyczne: spektroskopia w podczerwieni (FT-IR), proszkowa dyfrakcja rentgenowska, dyfrakcja rentgenowska na monokryształach, termogravimetria, spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego, itp.

21.

Opiekun pracy:

dr Michał Koliński (Pracownia Bioinformatyki - IMDiK PAN), prof. dr hab. Bogdan Lesyng

Temat pracy:

"Aktywacja receptorów GPCR - opis zmian konformacyjnych białka receptorowego na podstawie dostępnych struktur krystalicznych"

Opis:

Celem pracy będzie opis zmian konformacyjnych receptorów GPCR związanych z ich aktywacją na podstawie struktur krystalograficznych dostępnych w bazie PDB oraz najnowszych danych eksperymentalnych. Zrozumienie procesu aktywacji białka receptorowego jest kluczowe dla projektowania nowych skutecznych leków.

22.

Opiekun pracy:

dr hab. Anna Niedźwiecka (ŚLFB, IF PAN), prof. dr hab. Edward Darżynkiewicz

Temat pracy:

"Charakterystyka własności fizykochemicznych oraz aktywności biologicznej tristetraproliny - przegląd literaturowy"

Opis:

Tristetraprolina jest molekularnym przełącznikiem odpowiadającym za regulację odpowiedzi immunologicznej poprzez hamowanie ekspresji cytokin kodowanych przez mRNA bogate w adenozyne i urydynie (ang. AU-rich elements mRNA, ARE-mRNA). Pod względem strukturalnym, tristetraprolina jest białkiem w większości natywnie nieustrukturyzowanym, zawierającym dwa motywy palca cynkowego i krótką helisę α . Ze względu na bezpośrednie oddziaływanie z mRNA i wieloma białkami, odgrywa ona kluczową rolę nie tylko w procesach odpornościowych, ale również w onkogenezie. Celem pracy licencjackiej jest podsumowanie dostępnej wiedzy na temat aktywności biologicznej tristetraproliny w powiązaniu z własnościami fizykochemicznymi tego biopolimeru.

23.

Opiekun pracy:

dr hab. Anna Niedźwiecka (ŚLFB, IF PAN), prof. dr hab. Edward Darżynkiewicz

Temat pracy:

"Badania procesów z udziałem białek i kwasów nukleinowych metodami śledzenia pojedynczych cząsteczek - przegląd literaturowy"

Opis:

Mikroskopia siły atomowej (ang. atomic force microscopy, AFM), szczypcy optyczne (ang. optical tweezers) lub techniki mikroskopii konfokalnej takie jak np. fluorescencyjne rezonansowe przeniesienie energii (ang. single-molecule (single-pair) fluorescence resonance energy transfer, sm(sp)-FRET) umożliwiają badanie oddziaływań międzycząsteczkowych i procesów na poziomie pojedynczych cząsteczek. Dzięki temu zyskujemy wgląd w fizyczne podstawy zjawisk biologicznych, takich jak np. stabilizacja kompleksów, mechanizmy aktywacji szlaków sygnałowych, rozplatanie struktur białek i RNA. Możemy też śledzić procesy takie jak synteza mRNA przez polimerazę w kompleksie elongacyjnym w czasie realnym. Celem pracy jest przegląd najnowszych badań na ten temat.

24.

Opiekun pracy:

dr hab. Anna Niedźwiecka (ŚLFB, IF PAN), prof. dr hab. Edward Darzynkiewicz

Temat pracy:

"Szlak sygnałowy regulujący aktywność czynnika translacyjnego eIF4E w komórkach zdrowych i nowotworowych - przegląd literaturowy"

Opis:

Kontrola translacji odgrywa kluczową rolę w regulacji ekspresji genów w organizmach eukariotycznych, wpływając na wiele istotnych procesów komórkowych. Najczęściej regulacja ta następuje na etapie inicjacji, kiedy to podjednostka rybosomalna 40S jest przyłączana do mRNA za pośrednictwem eukariotycznego kompleksu inicjującego translację eIF4F, którego składnik eIF4E oddziałuje z końcem 5' mRNA. Aktywność eIF4E jest regulowana na wielu poziomach, przez dwa główne szlaki sygnałowe: PI3K/Akt (PKB)/mTOR oraz przez kaskadę Ras/MAPK/Mnk. W ten sposób kontrola translacji za pośrednictwem eIF4E działa jako punkt wspólny dla dwóch ścieżek sygnalizacyjnych. Hiperaktywacja tych szlaków skutkuje podwyższoną aktywnością eIF4E i występuje w większości chorób nowotworowych. Celem pracy licencjackiej jest przegląd najnowszych wyników badań dotyczących oddziaływań międzycząsteczkowych w ujęciu termodynamicznym, strukturalnym i bioinformatycznym.

25.

Opiekun pracy:

dr hab. Anna Niedźwiecka (ŚLFB, IF PAN), prof. dr hab. Edward Darzynkiewicz

Temat pracy:

"Otrzymywanie i charakterystyka biofizyczna fragmentu białka CNOT1 człowieka"

Opis:

Białko CNOT1 jest głównym składnikiem kluczowego kompleksu deadenylaz CCR4-NOT, który odpowiada za degradację mRNA w komórkach eukariotycznych. CNOT1 stanowi rusztowanie molekularne tego kompleksu białkowego złożonego z wielu podjednostek, o zmiennym składzie. Podjednostka CNOT1 jest α -helikalnym monomerem o wysokiej masie cząsteczkowej, ok. 270 kDa (ok. 2400 reszt aminokwasowych w łańcuchu), którego struktura jest tylko częściowo znana z wyników doświadczalnych. Badana przez nas dotąd domena CNOT1(800-999) była otrzymywana przez nadekspresję w fuzji z His-SUMO. Celem pracy licencjackiej jest otrzymanie większego konstruktu, CNOT1(728-1267) w fuzji z GST, do biofizycznych badań oddziaływań z innymi białkami, lub przeklonowanie do etykiety His-SUMO podnoszącej rozpuszczalność, a przez to poziom nadekspresji w układzie *Escherichia coli*.

26.

Opiekun pracy:

dr hab. Dariusz Plewczyński (LGFS, CeNT UW), dr Paweł Daniluk

Temat pracy:

"Przegląd i ocena wielo-skalowych metod modelowania struktury trójwymiarowej genomu ludzkiego na podstawie danych z sekwencjonowania następnej generacji"

Opis:

Licencjusz zapozna się z metodami modelowania struktury trójwymiarowej genomu ludzkiego. Wykona samodzielnie tysiące symulacji numerycznych przy użyciu różnych metod biofizycznych a następnie porówna ich wyniki określając najlepszą metodologię badawczą. Licencjusz powinien potrafić posługiwać się testami statystycznymi, znać wady i zalety różnych metod modelowania, umieć ocenić jakość modelu komputerowego.

27.

Opiekun pracy:

dr hab. Dariusz Plewczyński (LGFS, CeNT UW), dr Paweł Daniluk

Temat pracy:

"Modelowanie struktury trójwymiarowej genomu ludzkiego z użyciem więzów z obrazowania wysoko-rozdzielczego oraz danych epigenomicznych"

Opis:

Licencjusz wykorzysta używane w laboratorium metody komputerowe modelowania struktury genomu ludzkiego bazujące na danych genomicznych. Następnie samodzielnie zmodyfikuje wybrane metody tak, żeby mogły one wykorzystać dane z obrazowania mikroskopowego (dane wysoko-rozdzielcze) w formie gęstości chromatyny w jądrze komórkowym. Dodatkowo znajdzie odpowiednie profile epigenomiczne dla wybranych linii komórkowych ludzkich, poprawnie je zinterpretuje, a następnie wykorzysta je do określenia parametrów fizyko-chemicznych segmentów DNA. Po dobraniu empirycznie parametrów jakościowych i ilościowych wykona symulacje dynamiki molekularnej lub Monte Carlo. Wyniki symulacji z oraz bez danych epigenomicznych porówna z danymi z obrazowania mikroskopowego.

28.

Opiekun pracy:

dr Piotr Setny (CeNT UW), prof. dr hab. Bogdan Lesyng

Temat pracy:

"Ocena dokładności metody Poissona-Boltzmana wykorzystującej zmodyfikowaną definicję powierzchni van der Waalsa"

Opis:

Metoda Poissona-Boltzmana jest powszechnie wykorzystywana do obliczeń energii swobodnych hydratacji cząsteczek biologicznych. Jej dokładność w odniesieniu do makromolekuł takich jak białka pozostaje niestety słabo zweryfikowana z uwagi na brak danych doświadczalnych pozwalających na bezpośrednią ocenę jakości wyników. Skutkuje to niepewnością co do doboru optymalnych parametrów metody, na przykład definicji powierzchni granicznej molekuly. Wydaje się, że stosowanie definicji opartej na powierzchni van der Waalsa, dającej dobrą zgodność z danymi eksperymentalnymi dla małych cząsteczek lekopochodnych, jest niewskazane w przypadku białek z uwagi na obecność w ich wnętrzach rozległego obszaru niedostępnego dla wody. Obszar ten pozostaje źle odwzorowany w przypadku konstrukcji powierzchni van der Waalsa ze względu na artefakty związane z luźnym upakowaniem atomów. Celem proponowanej pracy będzie zbadanie dokładności wyników obliczeń energii swobodnych hydratacji białek uzyskiwanych w oparciu o metodę Poissona-Boltzmana przy wykorzystaniu zmodyfikowanej definicji powierzchni van der Waalsa. Wykorzystany w tym celu zostanie zbiór danych referencyjnych dla energii swobodnych hydratacji kilku struktur białkowych uzyskany w oparciu o symulacje dynamiki molekularnej z pełnoatomową reprezentacją środowiska wodnego. Pozwala on na bezpośrednią weryfikację wyników liczbowych uzyskiwanych dla różnych wariantów metody Poissona-Boltzmana.

29.

Opiekun pracy:

dr n. med. Beata Sokołowska (IMDiK PAN), prof. dr hab. Bogdan Lesyng

Temat pracy:

"Badanie układu ruchu u człowieka w stanach fizjologicznych i patologicznych z wykorzystaniem systemu Neuroforma wykorzystującego technologię wirtualnej rzeczywistości."

Opis:

Wiele dziedzin nauki, w tym neuronauki i (bio)medycyny, odkrywa nowe możliwości korzystania z technologii wirtualnej rzeczywistości (VR). W szczególności metody VR mogą być stosowane w diagnostyce i rehabilitacji pacjentów z dolegliwościami neurologicznymi. W pracy licencjackiej proponuje się zastosowanie systemu Neuroforma, znajdującego się w Pracowni Bioinformatyki Instytutu Medycyny Doświadczalnej i klinicznej PAN w celu realizacji badań i oceny lateralizacji układu ruchu u osób zdrowych oraz u osób z dolegliwościami neurologicznymi. Wyniki badań będą mogły być potencjalnie wykorzystane przez klinicystów w przypadku pacjentów u których występują różnorodne deficyty lub dysfunkcje poznawcze i/lub ruchowe, bądź też pod kierunkiem i nadzorem rehabilitanta, mogą być stosowane przez samych pacjentów w ich rehabilitacji domowej.

30.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Joanna Trylska (CeNT UW), dr Krystiana Krzyśko

Temat pracy:

"Dynamika molekularna koniugatów witaminy B12 z oligomerami kwasów nukleinowych"

Opis:

Wiadomo, że krótkie modyfikowane oligonukleotydy, które oddziałują na zasadzie parowania Watsona-Cricka z mRNA kluczowych genów prowadzą do zahamowania wzrostu bakterii. Jednak głównym problemem w wykorzystaniu takich oligonukleotydów jako związków przeciwbakteryjnych jest trudność w ich dostarczeniu do komórek bakterii. Stwierdziliśmy, że witamina B12 transportuje modyfikowane oligonukleotydy do wnętrza komórek E. coli. Praca licencjacka będzie polegała na wykonaniu i przeanalizowaniu symulacji dynamiki molekularnej witaminy B12 połączonej kowalencyjnie z krótkim oligonukleotydem. Badania będą miały na celu określenie jak witamina B12 wpływa na własności fizykochemiczne i dynamiczne oligonukleotydu, żeby określić czy witamina B12 zaburza możliwości oddziaływania oligonukleotydów z mRNA.

Zakład Fizyki Ciała Stałego

1.

Opiekun pracy:

dr Michał Kozubal (Vigo), dr hab. Krzysztof Korona (FUW)

Temat pracy:

"Pomiary czułości immersyjnych detektorów HgCdTe"

Temat przydzielony:

Rafał Stojek

Opis:

Praca polegać będzie na zbudowaniu układu, do pomiaru czułości detektorów. W układzie tym promieniowanie z lampy (ciała doskonale czarnego) skupiane będzie na detektorze za pomocą zwierciadła parabolicznego. Dotychczasowe układy pomiarowe działające z użyciem soczewek nie mają stałego współczynnika transmisji i zdolności skupiającej. Z tej przyczyny należy się spodziewać, że zastąpienie soczewek zwierciadłem o współczynniku odbicia, który jest w zasadzie stały dla używanego zakresu widma czyli między 2 a 15 μm , poprawi pomiar. Mierzone będą detektory półprzewodnikowe, z tellurku kadmowo-rtęciowego. Detektory działają w trybie immersyjnym, gdyż są zespolone z soczewką powstałą przez oszlifowanie podłoża. Detektory te są niejako zatopione w warstwie, z której wykonana jest soczewka bez jakiegokolwiek materiału spajającego stąd nazwa "immersyjne". Soczewka pozwala 11 krotnie zwiększyć powierzchnię optyczną.

2.

Opiekun pracy:

dr hab. Grzegorz Kowalski lub dr Mateusz Tokarczyk

Temat pracy:

"Rentgenowskie badania interkalowanych wielowarstw grafenowych"

Opis:

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.

3.

Opiekun pracy:

dr hab. Grzegorz Kowalski lub dr Mateusz Tokarczyk

Temat pracy:

"Rentgenowskie badania warstw epitaksjalnych azotku boru na podłożach szafirowych"

Opis:

Azotek boru (BN) jest jednym z ostatnio bardzo intensywnie badanych materiałów warstwowych, które mogą mieć szerokie zastosowanie w nauce i przemyśle. Jest on otrzymywany metodą MOVPE na podłożach szafirowych. Celem pracy licencjackiej będzie określenie jakości strukturalnej (stała sieci, grubość warstwy, jednorodność pokrycia, udział części amorficznej) otrzymywanych warstw BN w zależności od parametrów procesu wzrostu. W tym celu wykorzystane będą różne metody rentgenowskie (dyfrakcja, reflektometria).

Zakład Cząstek i Oddziaływań Fundamentalnych

Tematy dla kierunku: Fizyka, specjalność fizyka jądrowa i cząstek elementarnych

1.

Opiekun pracy:

dr hab. Artur Kalinowski

Temat pracy:

" Opracowanie ćwiczenia na pracownię fizyczną dla zaawansowanych przedstawiającego metodologię analizy danych w fizyce wysokich energii."

Opis:

Badania prowadzone w ramach doświadczalnej fizyki cząstek elementarnych polegają w dużej mierze na analizie danych w złożonych programach komputerowych z użyciem programowania w językach obiektowych. Praca licencjacka polega na zaplanowaniu ćwiczenia i opracowaniu jego dokumentacji które, za pomocą graficznego narzędzia, przedstawi podstawowy metodologii analizy danych, bez konieczności zaawansowanego programowania. Praca jest doskonałą okazją do zapoznania się z wieloma pojęciami używanymi w dziedzinie.

2.

Opiekun pracy:

dr hab. Artur Kalinowski

Temat pracy:

" Wyznaczenie prawdopodobieństwa błędnej identyfikacji mionów jako hadronowych rozpadów leptonów tau w detektorze CMS w 2017 roku."

Opis:

Leptony tau pojawiają się w staniach końcowych wielu interesujących procesów, w szczególności jako produkty rozpadu bozonu Higgsa: $H \rightarrow \tau \tau$. Leptony tau są cząstkami nietrwałymi i w detektorze rejestruje się jedynie ich produkty rozpadu. Etap oznaczania grupy cząstek jako pochodzących z rozpadu leptonu tau jest nazywany identyfikacją. W rzeczywistym detektorze może się zdarzyć, że identyfikacja będzie błędna, np. Mion zostanie oznaczony jako rozpad tau z jedną cząstką naładowaną. Praca licencjacka polega na wyznaczeniu prawdopodobieństwa takiej błędnej identyfikacji w danych zebranych przez eksperyment CMS w 2017 roku. Wyniki pracy zostaną użyte przez innych członków eksperymentu CMS.

3.

Opiekun pracy:

dr hab. Artur Kalinowski

Temat pracy:

" Użycie metod uczenia maszynowego do rekonstrukcji masy niezmienniczej układu dwu leptonów tau."

Opis:

Leptony tau pojawiają się w staniach końcowych wielu interesujących procesów, w szczególności jako produkty rozpadu bozonu Higgsa: $H \rightarrow \tau \tau$. Leptony tau są cząstkami nietrwałymi i w detektorze rejestruje się jedynie ich produkty rozpadu. W każdym rozpadzie leptonu tau pojawia się przynajmniej jedno neutrino, które nie jest rejestrowane przez detektory. Obecność neutrin powoduje, że wyznaczenie masy niezmienniczej układu dwu taonów jest nietrywialne. Praca licencjacka polega na omówieniu istniejących metod rekonstrukcji masy pary tau, oraz próbie zastosowania uczenia maszynowego w tym problemie.

4.

Opiekun pracy:

dr Katarzyna Grzelak

Temat pracy:

" Poszukiwania neutrin sterylnych w przyszłych eksperymentach neutrinowych z długą bazą."

Opis:

Od 1998 roku wiemy że neutrina w czasie lotu w przestrzeni mogą zmieniać swój zapach, czyli podlegać oscylacjom. Takie zjawisko może mieć miejsce tylko w sytuacji gdy neutrina mają masę. Tymczasem w obowiązującej teorii opisującej świat cząstek elementarnych i ich oddziaływań neutrina są bezmasowe i nie jest znany mechanizm nadawania masy neutrinom. W wielu modelach próbujących odpowiedzieć na to pytanie występują neutrina sterylne – nie oddziałujące w żaden znany sposób z otoczeniem (poza zaniedbywalnymi oddziaływaniami grawitacyjnymi). Dodatkowo istnieje kilka zaskakujących wyników eksperymentalnych, które można byłoby wyjaśnić istnieniem sterylnych neutrin o masie rzędu eV.

Głównym celem ćwiczenia jest sprawdzenie jak obecność neutrin sterylnych mogłaby wpływać na prawdopodobieństwo oscylacji w przyszłych eksperymentach neutrinowych DUNE i HyperK i poszukiwanie odpowiedzi na pytanie czy któryś z tych eksperymentów będzie miał przewagę w tego typu badaniach.

5.

Opiekun pracy:

dr Katarzyna Grzelak, prof. J.Stepaniak (NCBJ)

Temat pracy:

" Badanie produkcji mezonów D w oddziaływaniach proton-jądro i jądro-jądro."

Opis:

Celem pracy jest przedstawienie stanu badań nad produkcją mezonów D, zawierających kwark powabny, oraz oszacowanie możliwości pomiaru ich produkcji w eksperymencie NA61/SHINE przy akceleratorze SPS w CERN poprzez badanie rozkładu masy niezmienniczej mezonów K i pionów. Cechy produkcji mezonów powabnych mogą stanowić wskaźnik przejścia w oddziaływaniu do stanu plazmy kwarkowo-gluonowej. Interesująca jest także ocena możliwego wkładu mezonów powabnych do produkcji wysokoenergetycznych neutrin taonowych poprzez rozpad mezonu Ds na lepton tau i antyneutrino taonowe.

6.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. A.F.Żarnecki

Temat pracy:

" Poszukiwanie rzadkich rozpadów kwarku t w przyszłym zderzacz liniowym e+e-"

Opis:

Choć odkryty został już 20 lat temu, wciąż nie wszystko o nim wiemy. W eksperymentach przy LHC można wyprodukować bardzo wiele kwarków t, jednak poszukiwanie ich rzadkich rozpadów może być trudne ze względu na wysoki poziom tła. Znacznie korzystniejsze warunki do badania rozpadów kwarku t będą w eksperymentach przy przyszłych zderzaczach liniowych e⁺e⁻. Jednocześnie rzadkie rozpady kwarku t są bardzo czułe na możliwe rozszerzenia Modelu Standardowego, procesy tzw. "nowej fizyki".

Celem proponowanej pracy będzie sprawdzenie, w oparciu o wyniki pełnej symulacji komputerowej, możliwości wykrycia rozpadów kwarku t na cząstki tzw. ciemnej materii w eksperymencie przy zderzacz CLIC. W szczególności należy porównać rozkłady różnych zmiennych kinematycznych dla przypadków sygnału i przypadków tła, a następnie zaproponować kryteria selekcji przypadków, które pozwolą na wyznaczenie najsilniejszych ograniczeń na badane kanały.

7.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. A.F.Żarnecki

Temat pracy:

"Poszukiwanie sygnałów tzw. nowej fizyki w przyszłym zderzacz liniowym e+e-"

Opis:

Odkrycie w roku 2012 w eksperymentach przy akceleratorze LHC cząstki Higgsa było potwierdzeniem słuszności tzw. Modelu Standardowego – teorii opisującej wszystkie znane nam cząstki fundamentalne i ich oddziaływania. Wszystkie dotychczasowe wyniki pomiarów laboratoryjnych doskonale zgadzają się z tą teorią. Mimo to jesteśmy przekonani, że jest to jedynie niskoenergetyczne przybliżenie bardziej fundamentalnej teorii, która jest niezbędna aby wytłumaczyć m.in. obecność ciemnej materii we Wszechświecie czy brak równowagi między materią i antymaterią.

Celem projektowanych obecnie przyszłych akceleratorów liniowych e+e- będą w przede wszystkim precyzyjne badania własności cząstki Higgsa i kwarku t oraz pomiary procesów Modelu Standardowego w poszukiwaniu ew. rozbieżności z przewidywaniami teorii. W wielu modelach „nowej fizyki” możliwa też jest bezpośrednia obserwacja produkcji nowych cząstek. Celem proponowanej pracy będzie sprawdzenie, w oparciu o wyniki uproszczonej symulacji komputerowej, możliwości wykrycia nowych, egzotycznych stanów w eksperymentach przy zderzaczach ILC i CLIC dla różnych scenariuszy „nowej fizyki”. W szczególności należy porównać rozkłady różnych zmiennych kinematycznych dla przypadków sygnału i przypadków tła, a następnie zaproponować kryteria selekcji przypadków, które pozwolą na wyznaczenie najsilniejszych ograniczeń na badane kanały. Wyznaczone ograniczenia należy porównać dla różnych założeń dotyczących parametrów detektora oraz różnych energii zderzenia.

8.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Jacek Ciborowski, współpraca: mgr Michał Drągowski

Temat pracy:

"Analiza danych symulacyjnych pomiaru kwantowych korelacji spinowych w rozpraszaniu e-e-."

Opis:

Proponujemy udział w przygotowaniu i przeprowadzeniu pionierskiego pomiaru relatywistycznych korelacji spinowych par elektronów. Pomiar spinu dokonywany będzie przy wykorzystaniu polarymetrii Motta. Podczas planowania eksperymentu i optymalizacji kształtu polarymetru Motta wykorzystywane są symulacje Monte Carlo (Geant4). Przedmiotem pracy będzie analiza danych symulacyjnych pod kątem ich zgodności z wynikami testów oraz dalszy rozwój programu symulacyjnego.

9.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Jacek Ciborowski, współpraca: mgr Michał Drągowski

Temat pracy:

"Analiza rozpraszania Møllera dla potrzeb pomiaru korelacji spinowych w rozpraszaniu e-e-."

Opis:

Proponujemy udział w przygotowaniu i przeprowadzeniu pionierskiego pomiaru relatywistycznych korelacji spinowych par elektronów. Pomiar spinu dokonywany będzie przy wykorzystaniu polarymetrii Motta. Praca będzie polegała na przetestowaniu rejestracji par elektronów w rozpraszaniu Møllera, e-e->e-e-, przy użyciu budowanego polarymetru.

10.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Jacek Ciborowski, współpraca: mgr Michał Drągowski

Temat pracy:

"Analiza przewidywań teoretycznych pomiaru kwantowych korelacji spinowych w rozpraszaniu e-e-."

Opis:

Proponujemy udział w przygotowaniu i przeprowadzeniu pionierskiego pomiaru relatywistycznych korelacji spinowych par elektronów. Pomiar spinu dokonywany będzie przy wykorzystaniu polarymetrii Motta. Tematem pracy będzie analiza stanu powstałego w wyniku po rozproszeniu Møllera pod kątem polaryzacji i zawartości splątania.

11.

Opiekun pracy:

dr hab. Marcin Konecki

Temat pracy:

"Mionowy system wyzwiania detektora CMS w obszarze pośrednich pseudopospieszności"

Opis:

Celem pracy będzie analiza działania algorytmu selekcji mionów w nowym układzie wyzwiania eksperymentu CMS przy LHC, za którego konstrukcję odpowiedzialna była grupa warszawska eksperymentu. Praca będzie doskonałą okazją do zapoznania się ze środowiskiem wielkiego międzynarodowego zespołu tworzącego eksperyment CMS, oraz do użycia nowoczesnych narzędzi komputerowych.

12.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. W. Dominik

Temat pracy:

"Algorytmy wyznaczania prędkości dryfu w detektorach gazowych eksperymentu NA61/SHINE"

Opis:

NA61/SHINE to eksperyment działający przy akceleratorze SPS w laboratorium CERN. Badania eksperymentu skupiają się wokół zderzeń ciężkich jonów w zakresie energii 13 - 158 GeV na nukleon. Eksperyment wykonuje unikalny skan w funkcji energii oraz rozmiaru układu zderzanych jonów. Głównymi celami fizycznymi eksperymentu wyznaczenie progu na produkcję plazmy kwarkowo-gluonowej i odnalezienie punktu krytycznego silnie oddziałującej materii. Oprócz tego, NA61/SHINE zajmuje się także wykonywaniem pomiarów referencyjnych dla takich eksperymentów jak: T2K, Pierre Auger Observatory i KASCADE. Układ detekcyjny Eksperymentu NA61/SHINE składa się przede wszystkim z komór projekcji czasowej – Time Projection Chamber (TPC), czyli detektorów gazowych pozwalających uzyskać trójwymiarową rekonstrukcję przypadków eksperymentalnych. Dla celów rekonstrukcji niezbędne są precyzyjne pomiary warunków panujących w detektorach TPC, takich jak temperatura, ciśnienie i prędkości dryfu elektronów w mieszance gazowej.

Celem pracy są zbadanie i optymalizacja algorytmów wyznaczania prędkości dryfu elektronów w gazie oraz wyznaczenie minimalnej liczby przebiegów czasowych, które należy przeanalizować, aby wynik był wiarygodny. Realizacja pracy wymaga znajomości podstaw programowania (C++, ROOT lub Gnuplot).

13.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. W. Dominik

Temat pracy:

"Badanie emisji światła w optycznych detektorach gazowych."

Opis:

Celem pracy jest pomiar względnej intensywności światła emitowanego w detektorach gazowych w warunkach pracy dla różnych mieszanek gazowych. Realizacja pracy wymaga znajomości podstaw programowania (C++, ROOT lub Gnuplot). Praca będzie doskonałą okazją do zapoznania się z budową i zasadą działania detektorów gazowych (powszechnie wykorzystywanych w eksperymentach fizyki jądrowej i cząstek elementarnych), a także sposobem analizy danych eksperymentalnych.

14.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Wojciech Dominik, dr Mikołaj Ćwiok

Temat pracy:

"Dedicated electronics for Time Projection Chamber for experiment at ELI-NP laboratory"

Opis:

W Bukareszcie budowane jest obecnie nowe Europejskie laboratorium Extreme Light Infrastructure – Nuclear Physics (ELI-NP). Laboratorium umożliwi prowadzenie badań procesów jądrowych z wykorzystaniem skolimowanych wiązek monoenergetycznych spolaryzowanych fotonów o energiach do 20 MeV i intensywnościach do 10^{18} s⁻¹. Wiązka wysokoenergetycznych fotonów wytwarzana będzie w odwrotnym rozproszeniu Comptona światła laserowego na wiązce elektronów. Będzie to unikatowa w skali światowej infrastruktura służąca między innymi badaniom reakcji astrofizycznych. Zespół Wydziału Fizyki UW uczestniczy w przygotowaniu koncepcji eksperymentów oraz projektowaniu i wykonaniu aparatury doświadczalnej, która posłuży nam do przeprowadzenia badań, gdy laboratorium ELI-NP. zostanie uruchomione (2017 rok).

Koncentrujemy koncepcję aparatury doświadczalnej wokół techniki gazowych detektorów Time Projection Chambers ze specjalnymi elektrodami odczytu informacji. Wielokanałowy układ elektroniki odczytu sygnałów i potokowego przetwarzania informacji jest jedną z ważniejszych kwestii aparaturowych projektu badawczego. Zadania w ramach pracy licencjackiej polegać będą między innymi na badaniu charakterystyk wielokanałowego układu opracowanego przez francuską kolaborację GET oraz analizie zdolności pomiaru wybranych reakcji.

15.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Barbara Badełek

Temat pracy:

"Struktura kwarkowa mezonu π widziana w reakcji Drell-Yana (dane doświadczenia COMPASS w CERN)."

Opis:

W doświadczeniu COMPASS w CERN badaliśmy zderzenia mezonów π o bardzo wielkiej energii z protonami. W wyniku tych zderzeń powstawały pary ciężkich elektronów, tzw. mionów. W własnościach tych par zakodowane są informacje o kwarkowej strukturze pionów, mało znanej i trudno mierzalnej.

Praca pozwoli poznać podstawy opisu kwarkowego cząstek i zaznajomić się z elementami analizy danych zebranych w nowoczesnym doświadczeniu wysokich energii.

16.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Barbara Badełek

Temat pracy:

"Struktura kwarkowa protonu i jądra atomowego widziana w reakcji Drell-Yana (dane doświadczenia COMPASS w CERN)"

Opis:

W doświadczeniu COMPASS w CERN badaliśmy zderzenia mezonów π o bardzo wielkiej energii z tarczami protonowymi i jądrowymi. W wyniku tych zderzeń powstawały pary ciężkich elektronów, tzw. mionów. W własnościach tych par zakodowane są informacje o strukturze kwarkowej protonów swobodnych i związanych w jądrach atomowych. Wydaje się, że powinny być one identyczne ale już od dawna istnieją wskazówki doświadczenia, zgodnie z którymi kwarki "wiedzą" czy proton jest swobodny czy związany. Praca pozwoli poznać podstawy opisu kwarkowego cząstek i zaznajomić się z elementami analizy danych zebranych w nowoczesnym doświadczeniu wysokich energii.

Zakład Fizyki Jądrowej

1.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Teresa Rząca-Urban

Temat pracy:

"Poszukiwanie i badanie własności stanów wzbudzonych jąder $^{93,95}\text{Zr}$ populowanych w reakcjach (n, γ)"

Opis:

Reakcje radiacyjnego wychwytu zimnych neutronów przez jądra tarczy o liczbie neutronów N mogą być cennym źródłem informacji o strukturze stanów wzbudzonych izotopów o liczbie neutronów $N+1$. Kluczowe znaczenie w pomiarach ma zastosowanie spektrometrów promieniowania gamma o wysokiej zdolności rozdzielczej i dużej wydajności. Proponowana praca polega na analizie koincydencyjnych widm gamma zarejestrowanych w trakcie eksperymentu przeprowadzonego w Instytucie Laue Langevin w Grenoble (Francja). W eksperymencie wykorzystano wielodetektorowy spektrometr EXILL. Duża liczba zgromadzonych zdarzeń koincydencyjnych z pewnością pozwoli na identyfikację wielu nowych stanów wzbudzonych w badanych izotopach Zr. Ponadto możliwe będzie precyzyjne wyznaczenie energii wiązania neutronu w badanych izotopach Zr.

2.

Opiekun pracy:

dr hab. Jan Kurpeta

Temat pracy:

"Rozpady beta egzotycznych fragmentów rozszczepienia uranu"

Opis:

Poznanie struktury jąder atomowych, z których zbudowana jest otaczająca nas materia, wymaga badania nuklidów, które nie występują w naturze. Wytwarza się je w warunkach laboratoryjnych a następnie bada promieniowanie, które emitują ulegając rozpadom promieniotwórczym. Wykonanie proponowanej pracy licencjackiej będzie polegało na analizie danych zawierających informacje o koincydencjach kwantów gamma i cząstek beta wysyłanych przez wybrane krótkożyłowe fragmenty rozszczepienia naturalnego uranu. Dane do analizy pochodzą z unikalnego układu doświadczalnego, który jest połączeniem magnetycznego separatora masowego z pułapką jonową typu Penning'a.

3.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Marek Pfützner

Temat pracy:

"Badanie naturalnego tła promieniowania gamma w budynku Wydziału Fizyki UW"

Opis:

Wykorzystanie metody spektroskopii gamma do badania bardzo małych aktywności, wymaga stworzenia warunków bardzo niskiego tła. W Zakładzie Fizyki Jądrowej dysponujemy kilkoma osłonami ołowianymi służącymi do redukcji naturalnego tła gamma. Jedną z nich jest zainstalowany niedawno duży domek ołowiany w piwnicy budynku przy Pasteura 5. Celem pracy będzie pomiar naturalnego tła promieniowania gamma w kilku miejscach budynku, z użyciem osłon ołowianych i bez nich oraz ustalenie jak bardzo nasze osłony obniżają tło. Praca przewiduje również wyznaczenie aktywności wybranych próbek środowiskowych. Pomiarzy będą prowadzone przy użyciu detektora germanowego.

4.

Opiekun pracy:

dr hab. Chiara Mazzocchi, prof. dr hab. Marek Pfützner

Temat pracy:

"Badanie rozpadu beta ^{57}Zn "

Opis:

Jądra egzotyczne w pobliżu linii odpadania protonu charakteryzują się dużą wartością energii rozpadu. Umożliwia to obsadzanie stanów niezwiązanych w jądrze - córce o dużej energii wzbudzenia, z których może nastąpić emisja protonów opóźnionych po rozpadzie beta. Zjawisko to zaobserwowano po raz pierwszy 40 lat temu, a w 1983 roku odkryto emisję dwóch protonów opóźnionych. Badania nad tak rzadkimi kanałami rozpadu dostarczają ważnych informacji o strukturze neutrono-deficytowych jąder położonych daleko od ścieżki stabilności. W roku 2014 przeprowadzono eksperyment, w którym badano przemianę beta ^{57}Zn pod kątem emisji protonów opóźnionych z pomocą detektora komora projekcji czasu z odczytem optycznym (OTPC). Celem pracy jest analiza danych zebranych w eksperymencie i wyznaczenie stosunku rozgałęzień dla różnych kanałów rozpadu.

Wymagania: programowanie w języku Python i podstawowa znajomość LabView.

5.

Opiekun pracy:

dr hab. Krzysztof Miernik

Temat pracy:

"Pomiar zawartości uranu w skałach"

Opis:

Uran jest naturalnie występującym pierwiastkiem na Ziemi. Można go znaleźć w większości skał, glebie czy wodzie. Pod względem rozpowszechnienia w ziemskiej skorupie zdecydowanie przewyższa takie pierwiastki jak srebro, rtęć, platynę czy złoto. Średnia zawartość uranu to około 2 - 3 mg / kg. Zadaniem jest pomiar zawartości uranu w wybranych przez siebie próbkach skał lub innych materiałów metodami spektroskopii gamma. Praca będzie wykonana w Zakładzie Fizyki Jądrowej przy użyciu detektorów germanowych oraz specjalnych ołowianych domków niskotłowych.

6.

Opiekun pracy:

dr hab. Krzysztof Miernik

Temat pracy:

"Neutronowa analiza aktywacyjna "

Opis:

Naturalnie występujące pierwiastki w większości nie są radioaktywne. Jednak po przyłączeniu dodatkowego neutronu wiele z nich ulega przemianie beta, której może towarzyszyć promieniowanie gamma. To zjawisko wykorzystuje się w neutronowej analizie aktywacyjnej (NAA), która jest niedestrukcyjną metodą badania składu materiałów stosowaną m.in. w przemyśle, geologii, archeologii czy kryminalistyce. Celem pracy jest zaplanowanie eksperymentu, a następnie wykorzystanie techniki NAA do zbadania wybranych przez siebie próbek materiałów.

7.

Opiekun pracy:

dr hab. Marek Karny

Temat pracy:

"Badanie funkcji odpowiedzi detektora MTAS z wykorzystaniem pakietu GEANT4"

Opis:

Tematem pracy licencjackiej będzie badanie funkcji odpowiedzi detektora MTAS na promieniowanie gamma, elektrony, jak i na neutrony opóźnione rozpadem beta. Do badań wykorzystany będzie istniejący program do symulacji Monte Carlo funkcji odpowiedzi napisany w oparciu o pakiet GEANT4.

Wymagania: podstawy fizyki jądrowej, umiejętność programowania w C++ w stopniu umożliwiającym zmiany w istniejącym oprogramowaniu, oraz dodawanie nowych klas w miarę potrzeb.

8.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Waldemar Urban

Temat pracy:

"Opracowanie techniki analizy oraz analiza korelacji kątowych i korelacji polaryzacja kierunku dla pomiarów na układzie wielodetektorowym FIPPS"

Opis:

Praca dotyczy opracowania techniki (kalibracje asymetrii układu FIPPS oraz czułości polarymetrów – detektorów typu Clover w układzie FIPPS w ILL Grenoble, Francja, a następnie użycia tych technik do wyznaczania spinów i parzystości w jądrze ^{98}Mo . Dane do analizy zostały już zebrane i przygotowane do analizy, która jest do wykonania w ciągu 2-3 miesięcy, we współpracy z moim doktorantem mgr. Jakubem Wiśniewskim. Praca będzie wykonywana na Wydziale Fizyki UW. Warsztat pracy jest przygotowany. Praca jest częścią kilkuletniego programu badań, który będzie kontynuowany w ILL Grenoble i może być dobrym wstępem do przyszłej pracy magisterskiej o podobnej tematyce w Zakładzie Fizyki Jądrowej UW.

9.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Waldemar Urban

Temat pracy:

"Opracowanie techniki analizy korelacji kątowych dla pomiarów na układzie detektorów o wysokiej zdolności rozdzielczej, LEPS"

Opis:

Praca dotyczy opracowania techniki korelacji kątowych dla układu LEPS należącego do Zakładu Fizyki Jądrowej UW i zainstalowanego przy pułapce Penninga na Uniwersytecie w Jyväskylä w Finlandii, a następnie użycia tych technik do wyznaczania spinów (i parzystości) w jądrze ^{152}Sm i ^{152}Gd . Dane eksperymentalne zostały już zebrane w JYFLi przygotowane do analizy, która jest do wykonania w ciągu 2-3 miesięcy, we współpracy z moim doktorantem mgr. Jakubem Wiśniewskim oraz dr hab. Janem Kurpetą. Praca będzie wykonywana na Wydziale Fizyki UW. Warsztat pracy jest przygotowany. Praca jest częścią kilkuletniego programu badań, który będzie kontynuowany w JYFL w Finlandii i może być dobrym wstępem do przyszłej pracy magisterskiej o podobnej tematyce w Zakładzie Fizyki Jądrowej UW.

10.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Waldemar Urban

Temat pracy:

"Analiza stanów wzbudzonych w jądrze ^{87}Se wzbudzanych w rozpadzie beta "

Opis:

Praca dotyczy analizy danych zebranych za pomocą układu detektorów o wysokiej zdolności rozdzielczej, LEPS należącego do Zakładu Fizyki Jądrowej UW, zainstalowanego przy pułapce Penninga na Uniwersytecie w Jyväskylä w Finlandii. W trakcie analizy należy ustalić schemat stanów wzbudzonych oraz ich spiny i parzystości oraz dyskusja wyników w ramach modelu powłokowego. Dane doświadczalne zostały już zebrane w Jyväskylä oraz przygotowane do analizy, która jest do wykonania w ciągu 2-3 miesięcy, we współpracy z moim doktorantem mgr. Jakubem Wiśniewski oraz prof. Teresa Rząca-Urban. Praca będzie wykonywana na Wydziale Fizyki UW. Warsztat pracy jest przygotowany. Praca jest częścią kilkuletniego programu badań, który będzie kontynuowany w JYFL w Finlandii i może być dobrym wstępem do przyszłej pracy magisterskiej o tej tematyce w Zakładzie Fizyki Jądrowej UW.

Zakład Optyki Informacyjnej

1.

Opiekun pracy:

dr hab. Rafał Kotyński

Temat pracy:

"Fale Dyakonowa na granicy dwójłomnych ośrodków dwuosiowych"

Temat przydzielony:

Maria Bancerek

Opis:

(praca ma na celu powtórzenie wyników przedstawionych w artykule E. Narimanov. "Dyakonov Waves in Biaxial Anisotropic Crystals," arXiv:1706.08711, 12029, 2017)

<https://arxiv.org/abs/1706.08711>

Fale powierzchniowe mają ogromne znaczenie w nanofotonice. Przykładem takich fal są fale związane z powierzchniowymi plazmonami-polarytonami występujące na granicy metalu. Fale te znalazły m.in. zastosowanie w budowie czujników plazmonowych i stanowią podstawę dla rozwoju plazmoniki. Fale Dyakonowa, których występowanie przewidziano w 1988r są innym rodzajem fal powierzchniowych, które mogą znaleźć podobne zastosowania, a w przeciwieństwie do fal plazmonowo-polarytonowych mogą propagować się bezstratnie. Można je wzbudzić na granicy ośrodka dwójłomnego, ale rodzaj wymaganej dwójłomności niespotykany w naturze spowodował, że prawdziwe zainteresowanie falami Dyakonowa pojawiło się dopiero wraz z rozwojem czysto-dielektrycznych metamateriałów optycznych. Przedmiotem pracy są fale Dyakonowa na granicy ośrodka dwuosiowego, które sklasyfikowano dopiero w 2017r. W szczególności istnieją fale częściowo ewanescentne, a częściowo propagujące się (ang. ghost waves), które pozwalają rezonansowo wykładniczo wzmacniać padające fale ewanescentne. Praca ma charakter numeryczno-teoretyczny.

2.

Opiekun pracy:

dr hab. Rafał Kotyński, mgr Krzysztof Czajkowski

Temat pracy:

"Fourierowskie obrazowanie jednopunktowe z oświetleniem binarnym "

Opis:

(praca ma na celu powtórzenie wyników przedstawionych w artykule Zhang et al. "Fast Fourier single-pixel imaging via binary illumination," Scientific Reports 7, 12029, 2017)

<https://www.nature.com/articles/s41598-017-12228-3>

Obrazowanie jednopunktowe (ang. single-pixel imaging) jest intensywnie rozwijaną techniką obrazowania pośredniego. Być może zdecyduje ono o zupełnie innej od tradycyjnej budowie przyszłych kamer, przynajmniej dla zakresów widma, dla których obecnie kamery nie istnieją, lub są bardzo drogie. Poza kamerami, próbuje się je wykorzystać w obrazowaniu 3D, w technikach lidarowych, w obrazowaniu hiperspektralnym i polarymetrycznym, obrazowaniu przez ośrodki rozpraszające, mikroskopii nadrozdzielczej, czy nowych technik holograficznych.

Celem pracy jest powtórzenie wyników przedstawionych we wrześniowym numerze Scientific Reports z 2017r, w których pokonano barierę związaną z szybkością rekonstrukcji obrazów. Praca będzie miała charakter częściowo doświadczalny, a częściowo numeryczny (mamy gotowy układ doświadczalny, w którym po uzupełnieniu oprogramowania można przeprowadzić pomiary).

Obrazowanie pośrednie nie wymaga wykorzystania macierzy detektorów, jaką tworzy zwykle matryca CCD, natomiast wykorzystuje macierze mikrozwierciadełek DMD do modulacji przestrzennej mierzonego sygnału oraz opiera się na wykorzystaniu metod rekonstrukcji obrazu zmierzonego polegającej na rozwiązaniu niejednoznacznie postawionego zagadnienia odwrotnego.

3.

Opiekun pracy:

dr Piotr Wróbel

Temat pracy:

"Czujniki plazmoneczne"

Opis:

Czujniki plazmoneczne są to układy optyczne wykorzystujące zjawisko powierzchniowego rezonansu plazmonowego do wykrywania niewielkich zmian zachodzących w pobliżu warstwy lub nanostruktury metalicznej. Powierzchniowy rezonans plazmonowy polega na pobudzeniu kolektywnych oscylacji swobodnych elektronów w przypowierzchniowej warstwie metalu, w efekcie którego wzbudzana jest powierzchniowa fala elektromagnetyczna tzw. powierzchniowy plazmon-polaryton.

Lokalne zmiany współczynnika załamania wynikające na przykład z adsorpcji wybranych molekuł wywołują zmianę położenia rezonansu plazmonowego w dziedzinie długości fali lub intensywności mierzonego promieniowania odbitego lub rozproszonego od struktury. Czujniki te znajdują zastosowanie min. w medycynie ze względu na wysoką czułość pozwalającą na przykład na selektywne wykrywanie pojedynczych molekuł biologicznych o rozmiarach kilku nanometrów.

Praca przeglądowa na podstawie dostępnej literatury będzie poświęcona między innymi opisowi działania, omówieniu typów oraz zastosowań najnowszych czujników plazmonecznych.

4.

Opiekun pracy:

dr Piotr Wróbel

Temat pracy:

"Optyka nanostruktur plazmonicznych"

Opis:

Plazmonika jest nową dziedziną nauki z pogranicza optyki i fizyki ciała stałego badającą oraz wykorzystującą zjawisko powierzchniowego rezonansu plazmonowego (ang. Surface Plasmon Resonance) zachodzącego w wyniku wzbudzenia kolektywnych oscylacji ładunku na powierzchni przewodnika. W efekcie na granicy metal-dielektryk pojawia się powierzchniowa fala elektromagnetyczna (powierzchniowy plazmon-polaryton) wykazująca silne wzmocnienie pola elektromagnetycznego oraz zlokalizowanie przy powierzchni metalu, gdzie głębokość wnikania w ośrodek dielektryczny jest mniejsza od długości fali.

Szczególne własności powierzchniowych plazmonów-polarytonów oraz rozwój metod wytwarzania nanostruktur metalicznych pozwoliły na powstanie nowych kierunków badań, oraz opracowanie nowych układów o dużym znaczeniu poznawczym i aplikacyjnym mających zastosowanie w takich dziedzinach wiedzy jak telekomunikacja, medycyna czy technologiach wykorzystujących odnawialne źródła energii.

Praca przeglądowa na podstawie literatury będzie poświęcona opisowi zjawiska wzbudzenia rezonansu plazmonowego w różnych strukturach plazmonicznych. Ponadto omówione zostaną własności optyczne najciekawszych nanostruktur jak również metody ich otrzymywania i charakteryzacji. W ramach pracy przewidywany jest eksperyment polegający na charakteryzacji wybranych nanostruktur pod względem ich topografii oraz właściwości optycznych.

5.

Opiekun pracy:

dr Tomasz Stefaniuk

Temat pracy:

"Właściwości optyczne i fizyczne nanostruktur plazmonicznych zawierających tlenek cyny indu"

Temat przydzielony:

temat zajęty

Opis:

Własności optyczne transparentnych warstw tlenków, a w szczególności ITO wzbudziły w ostatnich latach zainteresowanie wielu grup naukowych liczących na to, że ITO może stanowić alternatywę dla klasycznych metali np. w zastosowania plazmonicznych. Co więcej, w odpowiedniej geometrii przyłożone napięcie jest w stanie zmienić wartości przenikalności dielektrycznej cienkiej warstwy ITO. Otwiera to zupełnie nowe perspektywy w projektowaniu nanostruktur fotonicznych, zwłaszcza w zakresie podczerwieni. Praca ma charakter numeryczno-eksperymentalny. Symulacje komputerowe mają na celu odnalezienie optymalnej geometrii struktury. Drugim krokiem będzie charakteryzacja wytworzonych warstw ITO.

[1] Naik, G. V., Kim, J. & Boltasseva, A. Oxides and nitrides as alternative plasmonic materials in the optical range. Opt. Mater. Express 1, 1090-1099, doi:10.1364/OME.1.001090 (2011).

6.

Opiekun pracy:

dr Tomasz Stefaniuk

Temat pracy:

"Własności nieliniowe planarnych metamateriałów warstwowych "

Opis:

Plazmonika wraz z koncepcją metamateriałów otworzyła nowe perspektywy w projektowaniu i wytwarzaniu struktur o unikalnych właściwościach optycznych, wykraczających poza własności materiałowe użytych komponentów. Dotyczy to również efektów nieliniowych, których siłę a niekiedy i znak jesteśmy w stanie zaprojektować. Praca ma charakter numeryczny a efektem końcowym ma być analiza własności transmisyjnych nieliniowego planarnego materiału warstwowego.

[1] Neira, A. D. et al. Eliminating material constraints for nonlinearity with plasmonic metamaterials. Nat. Commun. 6, doi:10.1038/ncomms8757 (2015).

Instytut Fizyki Teoretycznej

Tematy oznaczone literą (T) adresowane są do ambitnych studentów

1.

Opiekun pracy:

dr Marcin Badziak

Temat pracy:

"Spontaniczne łamanie symetrii elektrosłabej w modelach z dodatkowymi bozonami Higgsa"

Opis:

W 2012 roku został odkryty w akceleratorze LHC, działającym w laboratorium CERN koło Genewy, bozon Higgsa. Bozon Higgsa jest odpowiedzialny za nadanie mas cząstek elementarnych Modelu Standardowego w wyniku spontanicznego łamania symetrii elektrosłabej. W wielu obiecujących rozszerzeniach Modelu Standardowego występują dodatkowe bozony Higgsa. Celem pracy będzie zrozumienie mechanizmu spontanicznego łamania symetrii, policzenie spektrum mas bozonów Higgsa w kilku takich modelach oraz zbadanie możliwości ich odkrycia w LHC.

2.

Opiekun pracy:

dr Marcin Badziak

Temat pracy:

"Bariogeneza i fale grawitacyjne"

Opis:

We wszechświecie obserwowane jest znacznie więcej materii niż antymaterii, co nosi nazwę asymetrii barionowej. Asymetria barionowa jest jedną z największych zagadek nie znajdującej wyjaśnienia w Modelu Standardowym oddziaływań fundamentalnych. W niektórych modelach bariogenezy w procesie wytwarzania asymetrii barionowej generowane są również fale grawitacyjne. Badanie fal grawitacyjnych, zaobserwowanych po raz pierwszy w 2015 roku, może w nieodległej przyszłości posłużyć badaniu bariogenezy.

Celem pracy będzie zrozumienie ogólnych warunków koniecznych do wytworzenia asymetrii barionowej oraz wyznaczenie amplitudy i częstotliwości fal grawitacyjnych w kilku przykładowych modelach bariogenezy.

3.

Opiekun pracy:

dr Marcin Badziak

Temat pracy:

"Własności bozonów Higgsa w supersymetrycznych rozszerzeniach Modelu Standardowego"

Opis:

Odkrycie w LHC cząstki Higgsa potwierdziło mechanizm spontanicznego naruszenia symetrii elektrosłabej. Nadal jednak nie wiadomo czy jest to cząstka Higgsa przewidywana przez Model Standardowy i czy istnieje więcej bozonów Higgsa. W teoriach supersymetrycznych, które pozwalają na wyjaśnienie wielu zjawisk niezrozumianych w ramach Modelu Standardowego, w łamaniu symetrii elektrosłabej bierze udział więcej pól Higgsa. Celem pracy jest poznanie struktury sektora Higgsa w minimalnych supersymetrycznych rozszerzeniach Modelu Standardowego oraz zbadanie fenomenologii tego sektora w różnych schematach łamania supersymetrii. Szczególny nacisk będzie położony na interpretację wyników eksperymentów przy LHC w tej klasie modeli.

4.

Opiekun pracy:

dr Marcin Badziak

Temat pracy:

"Zastosowanie technik Monte Carlo do badania supersymetrycznych rozszerzeń Modelu Standardowego"

Opis:

Ten temat jest szczególnie polecany osobom zainteresowanych fizyką cząstek elementarnych i zarazem lubiących programować oraz chcących poznać efektywne algorytmy numeryczne. Teorie supersymetryczne są najpoważniejszymi kandydatami na teorię rozszerzającą Model Standardowy oddziaływań fundamentalnych. W ogólności takie modele zawierają wiele parametrów, co wymaga zastosowania do ich badania zaawansowanych algorytmów numerycznych. Celem pracy jest poznanie modeli supersymetrycznych oraz algorytmów opartych na metodzie Monte Carlo, czego efektem końcowym ma być napisanie programu do analizy tych modeli w oparciu o dane z LHC oraz eksperymentów poszukujących ciemnej materii.

5.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Witold Bardyszewski

Temat pracy:

"Wpływ spontanicznej polaryzacji na strukturę pasmową studni kwantowych InN/GaN"

Opis:

Struktury warstwowe półprzewodników azotkowych o warstwach prostopadłych do osi c symetrii krystalicznej charakteryzują się silną polaryzacją spontaniczną będącą źródłem pola elektrycznego o dużym natężeniu. Prowadzi to do obniżenia przerwy energetycznej w studniach kwantowych tego typu, oraz do rozdzielania przestrzennego stanów elektronowych i dziurowych. Praca ma na celu wyznaczenie i zbadanie własności struktury pasmowej studni InN/GaN w okolicy punktu gamma w przybliżeniu k.p z zastosowaniem metody dwuwymiarowego hamiltonianu efektywnego oraz ustalenie warunków, w których następuje zamknięcie przerwy energetycznej, a następnie tzw. inwersja pasm. Wymagana jest znajomość mechaniki kwantowej na poziomie studiów licencjackich oraz umiejętność programowania.

6.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Witold Bardyszewski

Temat pracy:

"Eksycytory w półprzewodnikach z zerową przerwą energetyczną"

Opis:

Ostatnio bardzo dużo uwagi poświęca się tzw. izolatorom topologicznym charakteryzującym się odwróconą strukturą pasmową. Z punktu widzenia badań eksperymentalnych nad tymi materiałami ważne jest zrozumienie ich własności optycznych.

Celem proponowanej pracy jest sformułowanie równania Bethego-Slapetera dla ekscytynu w modelu wielopasmowym k.p, z uwzględnieniem sprzężenia między pasmami walencyjnymi i przewodnictwa. Równanie to będzie następnie zastosowane do przykładowego półprzewodnika z zerową przerwą- HgTe.

7.

Opiekun pracy:

dr hab. Adam Bednorz

Temat pracy:

"Nieklasyczne momenty funkcji Wignera"

Opis:

Funkcja Wignera udaje prawdopodobieństwo w mechanice kwantowej, ale może przyjmować ujemne wartości. Jak można stwierdzić jej ujemność znając tylko wartości skończonej liczby jej momentów $\langle x^k p^n \rangle$? Dla jakich stanów kwantowych jest to możliwe?

8.

Opiekun pracy:

dr hab. Adam Bednorz

Temat pracy:

"Kwaziprawdopodobieństwo w skończeniu wymiarowych przestrzeni Hilberta"

Opis:

Kwantowe pomiary operatorów nieprzemiennych można opisać tylko kwaziprawdopodobieństwem, które może przyjmować ujemne wartości. Obliczyć kwaziprawdopodobieństwo dla dwu- i trójwymiarowych przestrzeni Hilberta i odpowiednich prostych operatorów. Kiedy jest ujemne?

9.

Opiekun pracy:

dr hab. Adam Bednorz

Temat pracy:

"Efekt Zenona"

Opis:

W antycznym paradoksie Zenona z Elei Achilles nie dogoni żółwia. Klasyczny paradoks staje się realnym problemem w mechanice kwantowej: stały pomiar rzutowy (nieskończenie silny) może zatrzymać układ. Przeanalizować pojawianie się efektu Zenona w prostym dwu- i trójpoziomowym układzie w zależności od siły pomiaru i jego częstości.

10.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Krzysztof Byczuk

Temat pracy:

"Bozonowe gwiazdy Hubbarda"

Opis:

Celem pracy jest analiza bozonowego modelu Hubbarda na grafie składającym się z węzła centralnego oraz Z węzłów z nim połączonych amplitudą przeskoku t . Chcemy znaleźć albo analitycznie (w ramach algebraicznego ansatzu Bethego) albo numerycznie rozwiązania takiego problemu dla zadanej z góry liczby cząstek N .

11.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Krzysztof Byczuk

Temat pracy:

"Układy z nieporządkiem, lokalizacja Andersona i teorie pola średniego"

Opis:

Obecność nieporządku w nieskończone wielkim układzie kwantowym prowadzi do istnienia gęstego punktowego widma wzbudzeń. Elektrony znajdujące się w tych stanach są zlokalizowane, a cały układ jest izolatorem Andersona. Istnieją teorie typu pola średniego opisujące ten efekt na poziomie jedno lub dwucząstkowym. Chcemy zbadać jakie są związki pomiędzy tymi podejściami w oparciu o znaną literaturę i własne wyprowadzenia.

12.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Krzysztof Byczuk

Temat pracy:

"Splątanie kwantowe w układach oddziałujących cząstek"

Opis:

Splątanie kwantowe jest potencjalnym źródłem możliwości dla komputerów kwantowych. Samo splątanie musi istnieć w prawie każdym kwantowym układzie z oddziałującymi cząstkami. Przy użyciu entropii von Neumanna oraz entropii względnej chcemy scharakteryzować ilość splątania w kwantowych układach wielu ciał. Chcemy ustalić jak na ilość splątania wpływa uporządkowanie dalekiego zasięgu w układzie.

13.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Krzysztof Byczuk

Temat pracy:

"Termodynamika kwantowa dwuwęzłowego modelu Hubbarda"

Opis:

Model Hubbarda stanowi minimalny model opisujący oddziałujące elektrony (fermiony) na sieciach krystalicznych (optycznych). Dla dwóch węzłów sieci można ten model rozwiązać ściśle. W pracy tej zbadamy termodynamiczne własności takiego układu w stanach równowagi i nierównowagowych oraz przetestujemy równanie Jarzyńskiego wiążące średnią z wyrażenia zawierającego pracę a energią swobodną.

14.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Bogdan Cichocki

Temat pracy:

"Chaos deterministyczny w dynamice Stokesa"

Opis:

Zjawisko opadania cząstek w lepkiej cieczy jest znakomitą ilustracją chaosu deterministycznego. Już ruch trzech cząstek jest trudny do "przewidzenia". Opis statystyczny staje się koniecznością.

15.

Opiekun pracy:

dr hab. Jan Chwedeńczuk

Temat pracy:

"Oddziaływanie światła z materią we wnękach rezonansowych"

Opis:

Celem tej pracy jest wprowadzenie opisu oddziaływania spójnej fali materii z kwantowym polem elektromagnetycznym uwięzionym we wnęce rezonansowej. Student podejmujący się tego zadania będzie miał sposobność zapoznania się z podstawowymi narzędziami optyki kwantowej i fizyki atomowej. W szerszej perspektywie, zdobyte doświadczenie może okazać się przydatne do badań, we współpracy z grupą prof. Ritscha z Innsbrucka, nad użytecznością nieklasycznych stanów światła i materii na potrzeby precyzyjnej metrologii kwantowej.

16.

Opiekun pracy:

dr hab. Rafał Demkowicz-Dobrzański

Temat pracy:

"Ograniczenia na precyzję w jednoczesnym pomiarze niekomutujących obserwabli"

Opis:

Wiadomo, że jednoczesny pomiar niekomutujących obserwabli jest niemożliwy. A jednak, jeśli poświęcić nieco z precyzji pomiaru pomiar taki staje się możliwy. Tematem pracy jest poznanie istniejących ograniczeń na precyzję tego typu pomiarów oraz próba znalezienia efektywnie numerycznie procedury liczenia ograniczenia bazującego na tzw. ograniczeniu Holevo.

17.

Opiekun pracy:

dr hab. Rafał Demkowicz-Dobrzański

Temat pracy:

"Przewaga pomiarów uogólnionych nad pomiarami rzutowymi w kwantowej teorii estymacji"

Opis:

Pomiary uogólnione pozwalają opisać szerszą klasę pomiarów niż standardowe pomiary rzutowe. Uwzględniają one fakt, że układ może oddziaływać urządzeniem pomiarowym traktowanym również jako układ kwantowy i w efekcie prowadzić do ogólniejszego pojęcia pomiaru. Celem pracy jest przegląd zagadnień pojawiających się w teorii estymacji, gdzie istnieje przewaga użycia pomiarów uogólnionych nad pomiarami rzutowymi.

18.

Opiekun pracy:

dr hab. Andrzej Dragan

Temat pracy:

"Wpływ relatywistycznego ruchu na oddziaływanie cząstki z kwantowym polem skalarnym"

Opis:

Model oddziaływania cząstki punktowej z polem skalarnym pozwala badać, w jaki sposób ruch cząstki wpływa na jej oddziaływanie z polem. Okazuje się, że cząstka w spoczynku "postrzega" i "doświadcza" otaczające ją pole w zupełnie inny sposób, niż cząstka w niejednostajnym ruchu.

19.

Opiekun pracy:

dr hab. Andrzej Dragan

Temat pracy:

"Zależność stanu kwantowego pola od obserwatora"

Opis:

Teoria kwantowa wraz ze swoimi zaskakującymi konsekwencjami staje się jeszcze dziwniejsza, gdy dopuścimy do niej efekty relatywistyczne. Okazuje się wówczas, że stan układu może zależeć od obserwatora. W szczególności, podczas gdy spoczywający obserwator inercyjny stwierdza stan próżni, ruchomy obserwator może twierdzić, że jest otoczony cząstkami kwantowymi.

20.

Opiekun pracy:

dr hab. Andrzej Dragan

Temat pracy:

"Splątanie stanu próżni kwantowej"

Opis:

Stan próżni pola kwantowego nie jest banalny, lecz posiada niezwykle interesującą strukturę wewnętrzną zawierającą nieograniczoną ilość splątania kwantowego - podstawowego surowca używanego w wielu protokołach kwantowych, takich jak teleportacja.

21.

Opiekun pracy:

dr hab. Andrzej Dragan

Temat pracy:

"Pomiar rzutowy stanu pola kwantowego w pobliżu czarnej dziury" (T)

Opis:

Pomiar rzutowy znany z mechaniki kwantowej może zostać wprowadzony także w kwantowej teorii pola. Konstrukcja ta prowadzi do niezwyklej konsekwencji, gdy pomiar taki przeprowadzany jest na stanie pola w relatywistycznym, jednostajnie przyspieszonym układzie odniesienia symulującym czarną dziurę.

22.

Opiekun pracy:

dr hab. Andrzej Dragan

Temat pracy:

"Pomiar rzutowy stanu pola kwantowego w zakrzywionej czasoprzestrzeni rozszerzającego się wszechświata" (T)

Opis:

Pomiar rzutowy znany z mechaniki kwantowej może zostać wprowadzony także w kwantowej teorii pola. Konstrukcja ta prowadzi do niezwyklej konsekwencji, gdy pomiar taki przeprowadzany jest na stanie pola w relatywistycznym, jednostajnie przyspieszonym układzie odniesienia symulującym czarną dziurę. Nie zostało dotąd zbadane, jakie konsekwencje niesie ze sobą zastosowanie modelu pomiaru rzutowego w zakrzywionej czasoprzestrzeni rozszerzającego się wszechświata.

23.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Stanisław Głazek

Temat pracy:

"Rozwiązania równania Schroedingera dla cząstki w superpozycji potencjałów Coulomba i oscylatora"

Opis:

Tego typu potencjał jest rozważany w teorii układów zbudowanych z ciężkich kwarków. Praca polega na napisaniu programu znajdującego energie i funkcje własne pierwszych dziesięciu stanów wzbudzonych z dokładnością do jednej dziesięciotysięcznej, wraz z dokumentacją.

24.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Bohdan Grządkowski

Temat pracy:

"Pierwotne czarne dziury jako ciemna materia"

Opis:

Pierwotne czarne dziury to hipotetyczny typ czarnych dziur, które mogły powstać tuż po Wielkim Wybuchu, w odróżnieniu od normalnych czarnych dziur nie powstały one w procesie zapadania grawitacyjnego gwiazd, ale bezpośrednio z fluktuacji gęstej materii powstałej po Wielkim Wybuchu.

Praca polega na przedstawieniu koncepcji ciemnej materii w formie pierwotnych czarnych dziur.

25.

Opiekun pracy:

dr hab. Paweł Jakubczyk

Temat pracy:

"Teoria kondensacji Bosego-Einsteina - ścisłe wyniki"

Opis:

Celem pracy jest dokonanie przeglądu ścisłych wyników teoretycznych dla modeli kondensacji Bosego-Einsteina.

26.

Opiekun pracy:

dr hab. Paweł Jakubczyk

Temat pracy:

"Własności krytyczne klasycznych modeli $O(N)$ "

Opis:

Dwuwymiarowe oraz trójwymiarowe modele $O(N)$ opisują uniwersalne własności szerokiej klasy układów krytycznych. Celem pracy jest ich zbadanie (dla wybranych przypadków i w ramach metody uzgodnionej z opiekunem pracy). Praca wymagała będzie zarówno wykonania rachunków analitycznych, jak i numerycznych (napisania programu rozwiązującego uprzednio wyprowadzony układ równań różniczkowych).

27.

Opiekun pracy:

dr hab. Paweł Jakubczyk

Temat pracy:

"Klasyfikacja funkcjonalnych punktów stałych transformacji renormalizacji dla zjawisk krytycznych"

Opis:

Punkty stałe transformacji renormalizacji mają podstawowe znaczenie dla zrozumienia zjawisk krytycznych. Okazuje się, że w szeregu sytuacji punkty te (należące do przestrzeni funkcyjnych) można explicite konstruować.

28.

Opiekun pracy:

dr hab. Katarzyna Krajewska

Temat pracy:

"Kreacja par elektron-pozyton w silnym polu laserowym – mechanizm Bethe-Heitlera"

Opis:

Kreacja par elektron-pozyton w polu laserowym to jeden z fundamentalnych procesów elektrodynamiki kwantowej. Kreacja par elektron-pozyton może zachodzić na skutek zderzenia relatywistycznych jąder atomowych z ultra-silną wiązką laserową (poprzez tzw. mechanizm Bethe-Heitlera). Celem pracy jest poznanie charakterystyk procesu kreacji par w zależności od wymuszającego ten proces pola laserowego.

29.

Opiekun pracy:

dr hab. Katarzyna Krajewska

Temat pracy:

"Kreacja par elektron-pozyton w silnym polu laserowym – mechanizm Breita-Wheelera"

Opis:

Kreacja par elektron-pozyton w polu laserowym to jeden z fundamentalnych procesów elektrodynamiki kwantowej. Kreacja par elektron-pozyton może zachodzić na skutek zderzenia ultra-silnej wiązki laserowej z nielaserym fotonem (poprzez tzw. Mechanizm Breita-Wheelera). Celem pracy jest poznanie charakterystyk procesu kreacji par w zależności od wymuszającego ten proces pola laserowego.

30.

Opiekun pracy:

dr hab. Katarzyna Krajewska

Temat pracy:

"Rozpraszanie Motta w ultra-silnych krótkich impulsach laserowych"

Opis:

W kontekście postępującego rozwoju technologii laserowej, fundamentalne znaczenie mają obecnie badania dotyczące oddziaływania pola laserowego z materią w tzw. ultra-wysokim reżimie intensywności. Celem pracy będzie zbadanie rozpraszania Motta w obecności ultrasilnego krótkiego impulsu laserowego.

31.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Zygmunt Lalak

Temat pracy:

"Równanie falowe w pięciowymiarowej czasoprzestrzeni z brzegami"

Opis:

W zderzaczu LHC poszukiwane będą sygnały mogące świadczyć o tym, że czasoprzestrzeń może mieć więcej niż trzy wymiary przestrzenne. W prostym modelu uogólniającym standardową elektrodynamikę można studiować podstawowe własności propagacji fal w pięciowymiarowej przestrzeni z brzegiem.

32.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Zygmunt Lalak

Temat pracy:

"Czarne dziury w LHC"

Opis:

W zderzaczu LHC tworzyć się mogą czarne dziury, o ile czasoprzestrzeń ma więcej niż cztery wymiary i pod warunkiem, że wyżej-wymiarowa stała grawitacji jest rzędu 1000 mas protonu. Przybliżony opis powstawania i rozpadu takich czarnych dziur można uzyskać metodami prawie klasycznymi.

33.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Zygmunt Lalak

Temat pracy:

"Mieszanie stanów kwantowych w teorii oddziaływań elementarnych"

Opis:

W teorii cząstek elementarnych występuje mieszanie stanów kwantowych prowadzące często do ciekawych obserwowalnych konsekwencji, na przykład mieszania neutralnych cząstek K lub oscylacji zapachów neutrin. Projekt zmierza do sformułowania prostego, kwantowo-mechanicznego opisu takich zjawisk.

34.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Zygmunt Lalak

Temat pracy:

"Teorie Kaluzy-Kleina: modele z branami"

Opis:

Modele Kaluzy-Kleina zawierające dodatkowe wymiary przestrzenne są jednymi z najciekawszych rozszerzeń Modelu Standardowego oddziaływań fundamentalnych. Pozwalają zgeometryzować problem hierarchii skal masowych i wyjaśnić za pomocą zasady lokalności hierarchie oddziaływań w fizyce cząstek elementarnych. Realizacja tego projektu pozwoli poznać konstrukcje i sposób działania takich modeli.

35.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Jerzy Lewandowski

Temat pracy:

"Unitarne reprezentacje grupy Lorentza" (T)

Opis:

Teoria reprezentacji grupy Lorentza jest trudna i stosunkowo mało znana. Celem projektu będzie prezentacja odpowiednika twierdzenia Petera-Weyla. Twierdzenie Petera- Weyla mówi o rozkładzie $L^2(G)$ na reprezentacje nieprzywiedne w przypadku grupy G topologicznej zwartej. Niezwarta grupa Lorentza wymagała oddzielnego rozpatrzenia. Wymagania: elementarna znajomość teorii grup, zainteresowanie analizą i przestrzeniami Hilberta.

36.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Jerzy Lewandowski

Temat pracy:

"Trudności w geometrycznym sformułowaniu kwantowej teorii pola na przykładzie mechaniki kwantowej"

Opis:

Istnieje piękne geometryczno-algebraiczne sformułowanie kwantowej teorii pola. Wymaga ono jednak aby przestrzeń rozwiązań klasycznej wersji teorii była liniowe (czyli potencjały najwyżej kwadratowe). W przypadku mechaniki kwantowej, podejście to stosuje się więc do oscylatora harmonicznego. Z drugiej strony, mechanika kwantowa jest dobrze rozumiana dla wszystkich potencjałów. Zadaniem studenta, będzie uogólnienie podejścia geometryczno- algebraicznego na przypadek nieliniowej przestrzeni rozwiązań klasycznych, czyli na mechanikę kwantową punktu materialnego z dowolnym potencjałem. Wymagania: elementy geometrii różniczkowej, upodobanie do algebry (* algebry itp).

37.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Jerzy Lewandowski

Temat pracy:

"Relatywistyczna cząstka kwantowa w czasoprzestrzeni o stałej krzywiznie"

Opis:

Cząstkę kwantową w czasoprzestrzeni Minkowskiego opisujemy jako element reprezentacji grupy izometrii, czyli grupy Poincare'go. Celem pracy będzie zrozumienie analogicznej teorii cząstki kwantowej w czasoprzestrzeni (anty) de Sittera. Wymagania: łatwość zgłębiania potrzebnych elementów mechaniki kwantowej, teorii z więzami, teorii względności i teorii reprezentacji grup.

38.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Jerzy Lewandowski

Temat pracy:

"Unitarne reprezentacje grupy Lorentza i zastosowania w pianowo spinowych modelach"
(7)

Opis:

Teoria reprezentacji grupy Lorentza jest trudna i stosunkowo mało znana. Celem projektu będzie prezentacja odpowiednika twierdzenia Petera-Weyla. Twierdzenie Petera-Weyla mówi o rozkładzie $L^2(G)$ na reprezentacje nieprzywiedlne w przypadku grupy G topologicznej zwartej. Niezwarta grupa Lorentza wymagała oddzielnego rozpatrzenia. Teoria ta znajduje zastosowanie w pianowo spinowych modelach grawitacji kwantowej. Wymagania: elementarna znajomość teorii grup, zainteresowanie analizą i przestrzeniami Hilberta.

39.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Jacek Majewski

Temat pracy:

"Modelowanie struktury elektronowej taśm grafenowych metodami ab initio"

Opis:

Temat ściśle związany z realizacją projektu „SiCMAT, Inowacyjna Gospodarka, Opracowanie Technologii Otrzymywania Nowoczesnych Materiałów Półprzewodnikowych na Bazie Węgliku Krzemu"

40.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Jacek Majewski

Temat pracy:

"Modelowanie struktury elektronowej taśm grafenowych domieszkowanych borem i azotem używając metody ciasnego-wiązania (tight-binding)"

Opis:

Temat ściśle związany z realizacją projektu „SiCMAT, Inowacyjna Gospodarka, Opracowanie Technologii Otrzymywania Nowoczesnych Materiałów Półprzewodnikowych na Bazie Węgliku Krzemu"

41.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Jacek Majewski

Temat pracy:

"Modelowanie efektów kwantowych w laserowych strukturach azotkowych"

Opis: -

42.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Marek Napiórkowski

Temat pracy:

"Jedno- i dwuwymiarowe niedoskonałe gazy kwantowe"

Opis:

Badanie objętościowych i powierzchniowych własności termodynamicznych niskowymiarowych niedoskonałych gazów kwantowych. Teoria Berezinskiego - Kosterlitz - Thoulessa.

43.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Marek Napiórkowski

Temat pracy:

"Siły efektywne i przemiana zwilżanie w obecności elastycznego podłoża"

Opis:

Zbadanie struktury hamiltonianu efektywnego opisującego przemianę zwilżania elastycznego podłoża.

44.

Opiekun pracy:

dr hab. Andrzej Okołów

Temat pracy:

"Formalizm Hamiltonowski i formy różniczkowe"

Opis:

Niektóre teorie pola takie jak np. elektrodynamika czy ogólna teoria względności dają się wyrazić w języku form różniczkowych tzn. pola występujące w danej teorii można opisać za pomocą form, a jej lagranżjan można skonstruować z tychże form używając mnożenia zewnętrznego, pochodnej zewnętrznej i tzw. gwiazdki Hodge'a. Celem pracy będzie opis formalizmu Hamiltonowskiego takich teorii przy użyciu form różniczkowych.

45.

Opiekun pracy:

dr hab. Andrzej Okołów

Temat pracy:

"Spinory w czasoprzestrzeni Minkowskiego"

Opis: -

46.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Marek Olechowski

Temat pracy:

"Gęstość reliktoowa cząstek Ciemnej Materii"

Opis:

Obserwacje astrofizyczne pokazują, że mniej niż 5% całkowitej gęstości energii we Wszechświecie stanowi znana nam materia barionowa a blisko 20% nieznaną materią niebarionową zwaną Ciemną Materią. Ciemna Materia ma niezwykle istotny wpływ na formowanie się i budowę galaktyk i innych struktur wielkoskalowych oraz na ewolucję Wszechświata. Obecnie prowadzone jest wiele eksperymentów, których celem jest rejestracja i ewentualnie zbadanie własności cząstek Ciemnej Materii. Realizacja projektu ma doprowadzić do obliczenia gęstości reliktowej cząstek Ciemnej Materii w prostych przykładach i do zrozumienia, jak ta gęstość zależy od oddziaływań między cząstkami elementarnymi.

47.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Marek Olechowski

Temat pracy:

"Związki własności cząstek elementarnych z ewolucją Wszechświata"

Opis:

W ostatnich latach dokonał się ogromny postęp w obserwacjach pozwalających na określenie wielkości opisujących własności Wszechświata. Można powiedzieć, że kosmologia wkroczyła w fazę precyzyjnych pomiarów. Dzięki temu coraz lepiej rozumiemy coraz większą część ewolucji Wszechświata. W efekcie poznajemy związki między fizyką na największych skalach, czyli kosmologią, a fizyką na skalach najmniejszych, czyli fizyką cząstek elementarnych. Realizacja projektu ma prowadzić do zrozumienia niektórych z tych związków dzięki analizie prostych modeli.

48.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Marek Olechowski

Temat pracy:

"Cząstki i oddziaływania elementarne w obecności dodatkowych wymiarów przestrzennych"

Opis:

Modele z dodatkowymi wymiarami przestrzennymi są bardzo ciekawymi i popularnymi rozszerzeniami Modelu Standardowego oddziaływań elementarnych. Celem pracy jest poznanie:

- 1) podstawowych mechanizmów, dzięki którym modele wielowymiarowe, przy dostępnych doświadczalnie energiach, dają przewidywania zbliżone do przewidywań modeli z trzema wymiarami przestrzennymi;
- 2) wpływu dodatkowych wymiarów na własności cząstek elementarnych, które mogą być w przyszłości zweryfikowane eksperymentalnie.

49.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Marek Olechowski

Temat pracy:

"Wielka Unifikacja"

Opis:

Przy energiach dostępnych obecnie eksperymentalnie wszystkie oddziaływania elementarne (poza grawitacyjnymi) opisane są Modelem Standardowym, w którym kluczową rolę odgrywa symetria będąca iloczynem trzech grup: $SU(3) \times SU(2) \times U(1)$. Możliwe jednak, że przy dużo wyższych energiach oddziaływania opisane są jedną prostą grupą symetrii. Celem pracy będzie analiza pewnych aspektów takich modeli na prostych przykładach.

50.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Krzysztof Pachucki

Temat pracy:

"Przesunięcie Lamba w helu mionowym"

Opis:

Jądro helu pod wpływem krążącego elektronu (mionu) ulega polaryzacji, co wpływa na atomowe poziomy energetyczne. Dokładne oszacowanie tego efektu pozwoli na wyznaczenie promienia ładunkowego jądra helu z planowanego pomiaru przesunięcia Lamba w μHe i może pomóc w wyjaśnieniu sprzecznych wyników dotyczących promienia ładunkowego protonu.

51.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Krzysztof Pachucki

Temat pracy:

"Stany wzbudzone molekuly H_2 "

Opis:

Celem jest dokładne rozwiązanie równania Schrodingera dla różnych stanów elektronowych molekuly H_2 korzystając z nowatorskich metod analitycznego obliczania całek z dwucentrowymi funkcjami wykładniczymi.

52.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Krzysztof Pachucki

Temat pracy:

"Wpływ skończonej masy jądra na poziomy energetyczne prostych układów atomowych"

Opis:

Równanie Dirac'a opisujące elektron w polu kulombowskim jądra stosuje się tylko do nieruchomego jądra. Jak w takim razie uwzględnić wpływ skończonej masy jądra na widma atomowe? Celem tego tematu jest zbadanie wpływu tego efektu na poziomy atomu helu.

53.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Jacek Pawełczyk

Temat pracy:

"Supersymetryczna mechanika kwantowa" (T)

Opis:

Supersymetryczna mechanika klasyczna oprócz zwykłych zmiennych komutujących zawiera zmienne antykomutujące. Kwantowanie tych zmiennych prowadzi do opisu stopni swobody cząstki związanych z teorią grup i tak np. w ten sposób można otrzymać relatywistyczne równanie Diraca dla cząstek ze spinem. Proponowana praca licencjacka dotyczyłaby problemu kwantowania różnych modeli z antykomutującymi zmiennymi i fizycznej interpretacji otrzymanej mechaniki kwantowej.

Wymagania: mechanika kwantowa I, elementy teorii grup, mechanika relatywistyczna.

54.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Jacek Pawełczyk

Temat pracy:

"Całkowalne modele układów spinowych"

Opis:

Układy całkowalne (dokładnie rozwiązywalne) odgrywają znaczącą rolę w poznaniu teorii fizycznych w tym teorii oddziaływań fundamentalnych. Celem licencjatu byłoby pokazanie na czym polega całkowalność na najprostszym przykładzie modelu Heisenberga spinów rozmieszczonych na prostej. Praca powinna zawierać rachunki prowadzące do wyznaczenia energii podstawowych wzbudzeń takiego modelu.

Wymagania: znajomość mechaniki kwantowej.

55.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Jacek Pawełczyk

Temat pracy:

"Niekomutatywne solitony"

Opis:

Solitony odgrywają bardzo ważną rolę w teorii pola. Jednak dla większości teorii rozpatrywanych w modelach cząstek elementarnych solitony nie mogą pojawić się, co jest wynikiem znanych twierdzeń no-go tj. o nieistnieniu odpowiednich rozwiązań równań ruchu. Sytuacja drastycznie zmienia się dla przestrzeni niekomutatywnych. Celem pracy jest przebadanie własności solitonów dla pewnej klasy prostych teorii niekomutatywnych.

Wymagania: znajomość mechaniki klasycznej i kwantowej.

56.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Stefan Pokorski

Temat pracy:

"Spontaniczne naruszenie symetrii i bozony Goldstone'a w teorii oddziaływań elementarnych"

Opis:

Zjawisko spontanicznego naruszenia symetrii leży u podstaw zrozumienia mechanizmu nadawania masy cząstkom elementarnym. Jego konsekwencją jest w wielu interesujących przypadkach pojawianie się lekkich stanów w spektrum masowym modeli oddziaływań fundamentalnych. Realizacja projektu pozwoli poznać najnowsze zastosowania spontanicznego naruszenia symetrii w fizyce cząstek elementarnych.

57.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Stefan Pokorski

Temat pracy:

"Ciemna materia w termicznej historii Wszechświata"

Opis:

Ciemna materia to jedna czwarta energii Wszechświata. Fizyka oddziaływań elementarnych wyjaśnia pochodzenie ciemnej materii i pozwala prześledzić ewolucję Wszechświata oraz ciemnej materii od wielkiego wybuchu do chwili obecnej. Realizacja projektu zmierzać będzie do zbudowania prostego modelu ewolucji kosmologicznej ciemnej materii.

58.

Opiekun pracy:

dr hab. Janusz Rosiek, prof. UW

Temat pracy:

"Mechanizm GIM i super-GIM w procesach zmiany zapachu"

Opis:

Jednym z wielkich sukcesów w fizyki teoretycznej cząstek elementarnych było przewidzenie istnienia i własności kwarku c ("charm") w wyniku analizy szybkości oscylacji neutralnych mezonów K^0 , \bar{K}^0-K^0 , zanim kwark c został odkryty doświadczalnie. Uzyskanie poprawnego wyniku wymagało założenia szczególnej postaci oddziaływania kwarku c , prowadzącej do subtelnych kasowań nazwanych później mechanizmem GIM (Glashow-Iliopoulos-Maiani). Celem pracy byłoby zrozumienie tego mechanizmu na znanym przykładzie oscylacji mezonów K^0 i Modelu Standardowego, a następnie przedyskutowanie jego zastosowania do znalezienia kasowania w prostym procesie w supersymetrycznej wersji Modelu Standardowego, np. rozpadu muonu na elektron i foton $\mu \rightarrow e \gamma$ albo muonu w 3 elektrony $\mu \rightarrow 3 e$.

59.

Opiekun pracy:

dr hab. Janusz Rosiek, prof. UW

Temat pracy:

"Naruszenie unitarności w rozpadach bozonów wektorowych"

Opis:

Jedno z podstawowych twierdzeń kwantowej teorii pola mówi że przekroje czynne (prawdopodobieństwa zajścia) zderzeń cząstek powinny maleć z rosnącymi energiami zderzeń (inaczej pogwałcona byłaby własność unitarności tzw. macierzy rozpraszania). W Modelu Standardowym taki spadek przekrojów czynnych w rozpraszaniu bozonów wektorowych WW lub ZZ zachodzi dzięki szczególnym relacjom między siłą ich oddziaływań, wymuszoną przez symetrię cechowania. Praca polegałaby na sprawdzeniu wyniku Modelu Standardowego i zbadaniu na ile niewielkie odchylenia od sprzężeń przewidzianych przez symetrie tego Modelu są zgodne z ograniczeniami danymi przez eksperymenty w akceleratorze LHC.

60.

Opiekun pracy:

dr hab. Janusz Rosiek, prof. UW

Temat pracy:

"Szybkość rozpadu mionu w rozszerzeniach Modelu Standardowego"

Opis:

Szybkość rozpadu ciężkiego leptonu μ (mionu) jest bardzo dokładnie mierzona doświadczalnie, a porównanie wyników tego pomiaru z przewidywaniami Modelu Standardowego pozwala na precyzyjne wyznaczenie tzw. stałej Fermiego, głównego parametru definiującego siłę tzw. oddziaływań słabych. Celem pracy byłoby policzenie (na poziomie drzewowym, czyli w najniższym rzędzie rachunku zaburzeń) szybkości takiego rozpadu w uogólnieniach Modelu Standardowego parametryzowanych przez dodatkowe operatory wyższych rzędów i sprawdzenie na ile mogą one zmienić przewidywania dla stałej Fermiego.

61.

Opiekun pracy:

dr hab. Janusz Rosiek, prof. UW

Temat pracy:

"Techniki rozwijania amplitud przejścia w teorii pola"

Opis:

Praca dla lubiących i potrafiących dobrze programować, najlepiej znających już język Mathematica lub podobny język obliczeń symbolicznych!

Amplitudy przejścia w kwantowej teorii pola (definiujące prawdopodobieństwa zajścia danego procesu) mogą być obliczane w różnych bazach pól definiujących Lagrangian teorii. Przejścia między takimi bazami można dokonać korzystając z pewnego twierdzenia algebry liniowej dotyczącego rozwijania w szereg funkcji której argumentem jest macierz hermitowska. Zastosowania tego twierdzenia zostały zautomatyzowane w postaci gotowego pakietu procedur w języku Mathematica. Celem pracy byłoby rozwinięcie i uogólnienie pakietu na często pojawiające się w praktyce przypadki których obecnie on nie obejmuje (np. funkcje wielu argumentów w których niektóre argumenty się powtarzają kilka razy, albo funkcje z których można wyłączyć wspólne czynniki), a następnie zilustrowanie działania pakietu na wybranej amplitudzie opisującej jakiś proces zmiany liczby leptonowej czy barionowej (zwanej "zapachem" pola materii).

62.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Wojciech Satuła

Temat pracy:

"Przywracanie symetrii izospinowej w modelu isocranking"

Opis:

Celem pracy będzie przeanalizowanie rozwiązań analitycznych modelu wymuszonego obrotu w izoprzestrzeni (isocranking) w zależności od położenia osi obrotu w izoprzestrzeni. W skrajnie jednocząstkowym przypadku sprowadza się ono do analizy rozwiązań w modelu dwupoziomowym i wymaga jedynie znajomości macierzy Pauliego i algebry momentu pędu.

63.

Opiekun pracy:

dr hab. Piotr Sułkowski

Temat pracy:

"Topologiczna teoria pola Cherna-Simonsa i niezmienniki węzłów (także wersja (T))"

Opis:

Teoria Cherna-Simonsa jest przykładem topologicznej teorii pola, w której naturalnymi obserwabłami są wartości oczekiwane pętli Wilsona, obliczone wzdłuż trajektorii odpowiadających węzłom zanurzonym w trójwymiarowej przestrzeni. Okazuje się, że obserwabla takie odtwarzają, a nawet istotnie uogólniają matematyczne niezmienniki węzłów, takie jak wielomiany Jonesa lub HOMFLY. Celem pracy jest wyznaczenie i analiza tego typu obserwabli na pewnych przykładach węzłów, np. węzłów torycznych.

64.

Opiekun pracy:

dr hab. Piotr Sułkowski

Temat pracy:

"Modele minimalne w konforemnej teorii pola (także wersja (T))"

Opis:

Modele minimalne stanowią ważną klasę ściśle rozwiązywalnych dwuwymiarowych, konforemnych teorii pola. Modele tej klasy opisują krytyczne zachowanie m.in. modelu Isinga, Potts'a, oraz innych modeli znanych z fizyki statystycznej, i pojawiają się w fizyce teoretycznej w wielu różnych kontekstach. Celem pracy jest odtworzenie i dyskusja klasyfikacji takich modeli, oraz bardziej szczegółowa analiza własności wybranego modelu minimalnego.

65.

Opiekun pracy:

dr hab. Piotr Sułkowski

Temat pracy:

"Metody rozwinięcia w $1/N$ (także wersja (T))"

Opis:

Przy opisie teorii mających grupę symetrii typu $SU(N)$ czy też $SO(N)$, często niezwykle skuteczne okazuje się rozważenie granicy dużych wartości N i analiza rozwinięcia pewnych wielkości w parametrze $1/N$. Kolejne wyrazy takiego rozwinięcia można przedstawić przy pomocy diagramów, które są zorganizowane według ich własności topologicznych. Zastosowanie tej metody zaowocowało ważnymi rezultatami w wielu różnych i często odległych od siebie dziedzinach, takich jak chromodynamika kwantowa, różne aspekty fizyki statystycznej, teoria macierzy losowych, korespondencja AdS/CFT w teorii strun, itd. Celem pracy jest analiza rozwinięcia typu $1/N$ na przykładzie stosunkowo prostego, ściśle rozwiązywalnego modelu teorii pola, związanego z tzw. modelami macierzowymi lub też teorią Cherna-Simonsa.

66.

Opiekun pracy:

dr hab. Adam Szereszewski

Temat pracy:

"Geometria krzywych w przestrzeni Minkowskiego"

Opis:

Modelem czasoprzestrzeni w szczególnej teorii względności jest przestrzeń Minkowskiego. W przestrzeni tej trajektoriami cząstek masywnych są krzywe czasowe, natomiast cząstki bezmasowe poruszają się po krzywych zerowych. Celem pracy będzie geometryczny opis tych krzywych przy użyciu ruchomego reperu (podobnie jak w mechanice klasycznej z poruszającym się obiektem związany jest wektor styczny do trajektorii, normalny i binormalny).

67.

Opiekun pracy:

dr hab. Piotr Szymczak, prof. UW

Temat pracy:

"Palce uranowe"

Opis:

Część złóż uranowych ma postać wydłużonych, palczastych struktur. Badając sprzężenia zwrotne między przepływem a reakcjami w ośrodku skalnym postaramy się znaleźć mechanizm odpowiedzialny za powstawanie takich struktur oraz przewidzieć ich kształt.

68.

Opiekun pracy:

dr hab. Piotr Szymczak, prof. UW

Temat pracy:

"Transport białek przez pory mitochondrialne"

Opis:

Białka mitochondrialne są syntetyzowane poza mitochondrium (na rybosomach), i – aby dotrzeć do swojego "miejsca pracy" muszą zostać przeciągnięte przez pory błony mitochondrialnej. Średnica tych porów jest wielokrotnie mniejsza od charakterystycznych rozmiarów zwiniętej cząsteczki białka, a zatem łańcuch białkowy musi zostać rozwinięty aby przedostać się przez por. Praca poświęcona będzie analizie możliwych mechanizmów tego procesu.

69.

Opiekun pracy:

dr hab. Piotr Szymczak, prof. UW

Temat pracy:

"Różne sposoby mierzenia chiralności"

Opis:

O przedmiocie który nie jest identyczny ze swoim odbiciem lustrzanym mówimy że jest chiralny. Chiralne są buty, ręce, czy gwinty śrub. W pracy spróbujemy zastanowić się czy można w spójny sposób zdefiniować pojęcie stopnia chiralności - czy jeden obiekt może być bardziej chiralny od drugiego?

70.

Opiekun pracy:

dr hab. Piotr Szymczak, prof. UW

Temat pracy:

"Geometria sieci a prawa rządzące jej wzrostem"

Opis:

Sieci rzeczne, układ żyłek w liściu, rozczłonkowana struktura wyładowań elektrycznych, czy siatka naczyń krwionośnych - to wszystko przykłady hierarchicznych sieci powstających w różnorodnych procesach wzrostu. Właśnie prawa rządzące wzrostem takich sieci będą nas interesowały w tym projekcie. W jakich kierunkach i z jakimi prędkościami rosną poszczególne ramiona sieci? Czy wzrost jednego ramienia wpływa na kierunek wzrostu drugiego? Kiedy następują bifurkacje, w wyniku których jedno ramię dzieli się na dwa? I w końcu pytanie zasadnicze: jaki jest związek pomiędzy lokalnymi prawami wzrostu a geometrią sieci jak i całości, jak też jej własnościami makroskopowymi.

71.

Opiekun pracy:

dr hab. Piotr Szymczak, prof. UW

Temat pracy:

"Pierścienie Liesegang'a a powstawanie agatów"

Opis:

Mechanizm powstawania agatów pozostaje niewyjaśniony i nie udało się dotąd zsyntetyzować ich w warunkach laboratoryjnych. Nie wiadomo co jest przyczyną występowania wielobarwnych warstw w tych minerałach i dlaczego czasem sa one ułożone koncentrycznie, a w innych przypadkach - horyzontalnie. W projekcie zbadamy jedną z koncepcji powstawania agatów, która wiąże je z procesami samoorganizacji w ośrodku skalnym, a konkretnie z występowaniem sprzężeń zwrotnych między procesem dyfuzji a reakcjami w twardniejącej krzemionce.

72.

Opiekun pracy:

dr hab. Piotr Szymczak, prof. UW

Temat pracy:

"Meandrowanie"

Opis:

Stosunek długości meandrów w rzece do szerokości rzeki wynosi 11 i pozostaje stały, niezależnie od tego czy badamy meandry strumyczka czy Amazonki. Żadna z istniejących teorii meandrowania rzek nie jest w stanie wytłumaczyć tej regularności. Projekt będzie doświadczalnej i teoretycznej analizie procesu meandrowania - część doświadczalna przeprowadzana będzie we współpracy z grupą prof. Piotra Garsteckiego z IChF PAN.

73.

Opiekun pracy:

dr hab. Piotr Szymczak, prof. UW

Temat pracy:

"Badanie wzrostu dendrytowego metodami analizy zespolonej"

Opis:

Praca dotyczy problemów niestabilnego wzrostu jednej fazy w drugiej. Przykładami takich procesów jest osadzanie elektrolityczne, wyładowania elektryczne w dielektryku, czy powstawanie palczastych, rozgałęzionych struktur przy wstrzykiwaniu mniej lepkiej cieczy do cieczy bardziej lepkiej. Niestabilność granicy między fazami w procesach tego typu prowadzi zwykle do tworzenia skomplikowanych, fraktalnych form, dynamika wzrostu których – szczególnie w późnych, nieliniowych etapach ich ewolucji – jest stosunkowo słabo zbadana. Jeśli wzrost taki zachodzi w geometrii quasi-dwuwymiarowej, do jego opisu można zaprzęcać aparat współczesnej analizy zespolonej, w szczególności formalizm równania Loewnera.

74.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Jacek Tafel

Temat pracy:

"Zastosowanie symetrii do rozwiązywania równań różniczkowych" (T)

Opis:

Wiele równań występujących w fizyce jest zachowanych przez transformacje współrzędnych tworzące pewną grupę, np. równanie Laplace'a jest zachowane przy translacjach i obrotach układu odniesienia. Uogólnieniem takich transformacji są tzw. transformacje punktowe, w których nowe współrzędne i nowe funkcje szukane zależą od początkowych współrzędnych i funkcji szukanych. Znalezienie symetrii układu równań różniczkowych jest często kluczem do znalezienia szczególnych rozwiązań tego układu. Można je też wykorzystać do otrzymania nowych rozwiązań z rozwiązań uzyskanych przy pomocy innej metody. Celem pracy będzie zaznajomienie się ze sposobem wyliczania symetrii równań różniczkowych i zrozumienie przykładów zastosowania tych symetrii.

75.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Jacek Tafel

Temat pracy:

"Energia i pęd w ogólnej teorii względności"

Opis:

W teorii Einsteina nie da się zdefiniować gęstości energii i pędu, natomiast można określić całkowitą energię i pęd pola grawitacyjnego w przypadku czasoprzestrzeni asymptotycznie płaskich. W pracy licencjackiej należy opisać procedurę konstruowania globalnych wielkości fizycznych, takich jak energia, i niezbędne założenia odnośnie czasoprzestrzeni. Będzie to praca przeglądowa, wykonalna pod warunkiem zaliczenia wykładu z ogólnej teorii względności.

76.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Jacek Tafel

Temat pracy:

"Efekt Dopplera w teorii Einsteina"

Opis:

W ogólnej teorii względności obserwowana częstość promieniowania różni się od częstości nadawcy na skutek względnej prędkości źródła i obserwatora oraz z powodu zmiany pola grawitacyjnego pomiędzy nimi. Tematem pracy będzie opis tego zjawiska w metryce Schwarzschilda ze szczególnym uwzględnieniem poczerwienienia światła gwiazdy zapadającej się pod horyzont.

77.

Opiekun pracy:

dr Michał Tomza

Temat pracy:

"Właściwości i dynamika ultrazimnego polarnego gazu w otoczeniu jonu"

Opis:

Zimne i ultrazimne układy przyciągają uwagę badaczy, ponieważ kwantowa natura świata wyraźnie ujawnia się w ultraniskich temperaturach, czyli temperaturach poniżej 1 miliKelwina, i badania nad takimi układami dają nowy wgląd w kwantową teorię materii oraz oddziaływań pomiędzy materią i światłem. Ultrazimne gazy są również doskonałymi układami do inżynierii nietrywialnych stanów materii, ponieważ pozwalają przygotować, kontrolować oraz mierzyć z wielką dokładnością silnie oddziałujące układy kwantowe. W proponowanym projekcie zbadamy właściwości i dynamikę ultrazimnego polarnego gazu magnetycznych atomów lub polarnych cząsteczek w otoczeniu jonu, także w sytuacji w której jon został stworzony w wyniku nagłej jonizacji. Zbadanie zależności pomiędzy oddziaływaniami jon-dipol vs dipol-dipol będzie pierwszym krokiem do zrozumienia skomplikowanej wielociałowej dynamiki rozważanych układów.

78.

Opiekun pracy:

dr Michał Tomza

Temat pracy:

"Ultrazimne oddziaływania i zderzenia w układach atomowych i cząsteczkowych"

Opis:

Postęp technik laserowych oraz chłodzenia umożliwił w przeciągu ostatnich kilkunastu lat dynamiczny rozwój badań nad materią w ultraniskich temperaturach, czyli poniżej 1 miliKelwina. W proponowanym projekcie zbadamy ultrazimne oddziaływania i zderzenia dla atomowych lub cząsteczkowych układów, które aktualnie badane są w doświadczalnych grupach, z którymi współpracujemy. Jedną z możliwości jest wykonanie obliczeń dla układu LiNa+Na badanego obecnie w grupie Prof. Ketterle (Nobel 2001) na MIT.

79.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Marek Trippenbach

Temat pracy:

"Porównanie strategii estymacji w interferometrii atomowej"

Opis:

Celem metrologii kwantowej jest wykorzystania w pomiarach zjawisk kwantowych, w tym splątania kwantowego, do uzyskania ultra-precyzyjnych pomiarów parametrów fizycznych. Jednym z ważnych przykładów jest wykorzystanie ściśniętych stanów skondensowanych Bozonów do zmierzenia fazy interferometrycznej z dokładnością przekraczającą precyzję dopuszczalną przez prawa fizyki klasycznej. Celem tej pracy jest zbadanie i porównanie różnych strategii estymacji fazy w atomowym interferometrze Macha - Zehndera wykorzystującym jako próbnik silnie splątane wielocząstkowe stany kondensatu Bosego-Einsteina.

80.

Opiekun pracy:

dr hab. Krzysztof Turzyński

Temat pracy:

"Produkcja cząstek w modelach inflacji z dwoma polami skalarnymi"

Opis:

Podczas inflacji kosmologicznej może się zdarzyć, że parametry opisujące pole lub pola skalarne inflatonu zmieniają się w sposób nieadiabatyyczny, tj. znacznie szybciej od tempa rozszerzania się wszechświata. Celem proponowanej pracy będzie obliczenie liczby produkowanych cząstek w sytuacji, gdy nieadiabatyczność wynika z gwałtownej zmiany kierunku trajektorii inflacyjnej w przestrzeni pól.

81.

Opiekun pracy:

dr hab. Krzysztof Turzyński

Temat pracy:

"Analiza klasycznych modeli inflacji kosmologicznej w oparciu o najnowsze dane WMAP"

Opis:

Inflacja to okres ewolucji Wszechświata, podczas którego energia Wszechświata jest zdominowana przez energię potencjalną jednego lub więcej pól skalarnych, co zapewnia bardzo szybkie, eksponencjalne w czasie, rozszerzanie się Wszechświata. Jak dotąd zaproponowano wiele różnych modeli inflacyjnych. Celem proponowanej pracy jest skonfrontowanie kilku popularnych modeli inflacji z danymi obserwacyjnymi, przede wszystkim z satelity WMAP.

82.

Opiekun pracy:

dr hab. Krzysztof Turzyński

Temat pracy:

"Badanie trajektorii inflacyjnych w modelach z wieloma polami skalarnymi"

Opis:

Rozszerzenie Modelu Standardowego oddziaływań elementarnych motywowane teorią strun często charakteryzują się występowaniem wielu pól skalarnych, które, przy odpowiednio dobranych parametrach, mogą być niekiedy wykorzystane do inflacji. Inflacja to okres ewolucji Wszechświata, podczas którego energia Wszechświata jest zdominowana przez energię potencjalną jednego lub więcej pól skalarnych, co zapewnia bardzo szybkie, eksponencjalne w czasie, rozszerzanie się Wszechświata. Celem proponowanej pracy będzie poszukiwanie trajektorii w przestrzeni pól skalarnych pozwalających na zachodzenie inflacji w kilku zadanych potencjałach pól skalarnych.

83.

Opiekun pracy:

dr hab. Krzysztof Turzyński

Temat pracy:

"Analiza równań grupy renormalizacji minimalnego supersymetrycznego rozszerzenia Modelu Standardowego cząstek elementarnych"

Opis:

Najnowsze dane z LHC nakładają istotne ograniczenia na naładowany kolorowo sektor minimalnego supersymetrycznego rozszerzenia Modelu Standardowego cząstek elementarnych. Przy założeniu, że naruszenie supersymetrii jest przenoszone do sektora widzialnego przy skali energii bliskiej skali unifikacji oddziaływań, celem pracy jest analiza równań grupy renormalizacji w tym modelu ze szczególnym uwzględnieniem przypadku, że supersymetryczne cząstki naładowane kolorowo są znacznie cięższe od pozostałych.

84.

Opiekun pracy:

dr hab. Krzysztof Turzyński

Temat pracy:

"Trwałość geometrycznej destabilizacji dwupolowych modeli inflacji"

Opis:

Rozważyć dwupolowy model inflacji opisywany w pracy:

S. Renaux-Petel, K. Turzyński, „Geometrical Destabilization of Inflation”, Phys. Rev. Lett. 117 (2016) 141301

<https://arxiv.org/pdf/1510.01281.pdf>

Rozważenie polega w tym przypadku na rozwiązaniu równań ruchu dla jednorodnych składowych pól skalarnych. Ponieważ pola fluktuują kwantowo, każdy mod fourierowski pola charakteryzuje się pewną nieoznaczonością, rzędu $H/(2\pi)$, gdzie H jest parametrem Hubble'a podczas inflacji. Oznacza to, że w sytuacji rozważanej w cytowanej pracy nie można myśleć o trajektorii $\chi=0$, gdyż występują drobne fluktuacje wokół tej trajektorii. Skoro jednak $\chi=0$ jest rozwiązaniem niestabilnym dla odpowiednio dużych prędkości "toczenia się" pola inflatonu, niestabilności te będą narastać. Aby zrozumieć ewolucję tego niestabilnego pola, należy zatem:

- stwierdzić, kiedy pojawia się niestabilność,
- jako warunek początkowy dla pola χ wziąć typową wartość fluktuacji, czyli $H/(2\pi)$,
- rozważyć klasyczną ewolucję jednorodnego pola χ z takim warunkiem początkowym.

Dla modelu rozważanego w cytowanej pracy, określonego równaniem (6), początkowa niestabilność zanika w miarę oddalania się χ od zera; dzieje się tak dla χ rzędu M . To prowadzi do pytania, na które autorzy tej pracy nie znają odpowiedzi:

Czy istnieje metryka na przestrzeni pól, która jest zgodna z lagranżjanem (6) do rzędu χ^2 , zapewniająca niestabilność do skal parametrycznie większych niż M lub inne naturalne skale masowe pojawiające się w lagranżjanie?

85.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Jakub Tworzydło

Temat pracy:

"Stany kwantowe w tablicach nadprzewodzących kubitów"

Opis:

W ostatnich latach udało się zbudować pierwsze tzw. obwody QED złożone z tablic nadprzewodzących kubitów oddziałujących z kwantowym modem promieniowania. Uzyskane eksperymentalnie długie czasy koherencji oraz możliwość skalowania konstrukcji takich obwodów dają realną szansę budowy urządzeń do przetwarzania informacji kwantowej. Pierwszym zadaniem pracy jest ustalenie na podstawie literatury efektywnego opisu takich obwodów. W drugiej chodzić będzie o znalezienie i scharakteryzowanie stanów kwantowych przykładowego układu przy pomocy symulacji numerycznych.

86.

Opiekun pracy:

dr Krzysztof Wohlfeld

Temat pracy:

"Modele typu Kitajewa na sieci trójkątnej"

Opis:

Spinowy model Kitajewa na sieci heksagonalnej stanowi jeden z nielicznych przykładów dokładnie rozwiązywalnych modeli oddziałujących spinów w dwóch wymiarach. Z tego powodu w ostatnich latach wiele prac zostało poświęconych modelom *typu* Kitajewa — wzbogaconym o dodatkowe oddziaływanie lub realizowanym na sieciach innych niż heksagonalne.

Celem niniejszej pracy jest przestudiowanie diagramu fazowego modelu Kitajewa na sieci trójkątnej z dodanym oddziaływaniem Heisenberga oraz potencjałem chemicznym dla spinów.

87.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Stanisław Głazek

Temat pracy:

"Równanie Schroedingera z potencjałem Coulomba i oscylatora"

Opis:

Praca polega na napisaniu programu komputerowego, który podaje kilka wartości własnych hamiltonianu punktu materialnego umocowanego na sprężynce w polu Coulomba z dokładnością do jednej dziesiętysięcznej. Parametrami są masa i ładunek cząstki oraz współczynnik sprężystości sprężynki.

Instytut Geofizyki

Zakład Fizyki Atmosfery

1.

Opiekun pracy:

dr inż. Marta Waclawczyk

Temat pracy:

"Oszacowanie dyssypacji energii kinetycznej turbulencji na podstawie atmosferycznych danych pomiarowych"

Opis:

Energia kinetyczna ruchu turbulentnego (burzliwego) transportowana jest od największych do najmniejszych skal wirowych, gdzie ulega dyssypacji, czyli zamianie na energię cieplną. Istnieje kilka metod pozwalających na oszacowanie wielkości dyssypacji energii kinetycznej na podstawie zmierzonego sygnału prędkości $u(t)$. Jedną z nich jest metoda polegająca na wyznaczeniu ile razy w jednostce czasu sygnał $u(t)$ przecina pewien próg, np. $u(t)=0$. Celem pracy jest analiza, przy użyciu programu Matlab, zadanego sygnału, wyznaczenie jego charakterystycznej ilości przecięć z poziomem $u=0$, wyznaczenie statystyk związanych z tą wielkością oraz oszacowanie na jej podstawie dyssypacji energii kinetycznej turbulencji. Otrzymane wyniki mogą zostać porównane z wartościami dyssypacji wyznaczonymi na podstawie innych, standardowych metod. Wymagania: znajomość języka angielskiego wystarczająca do czytania prac naukowych.

2.

Opiekun pracy:

dr Iwona Stachlewska

Temat pracy:

"Badanie epizodów pylenia alergennego na podstawie pomiarów lidarowych w Warszawie"

Opis: -

3.

Opiekun pracy:

dr hab. Krzysztof Markowicz, prof. UW

Temat pracy:

"Ocena stanu jakości powietrza na podstawie zdjęć z kamer przemysłowych"

Opis:

Celem pracy jest opracowanie algorytmów do szacowania stopnia zanieczyszczenia powietrza na podstawie obrazów z kamer zainstalowanych w Laboratorium Transferu Radiacyjnego na dachu budynku WF. Jeden z algorytmów opracowany będzie dla warunków w ciągu dnia, a drugi dla nocy. Metody opierać się będą na szacowaniu widzialności poziomej w oparciu o kontrast obiektów zlokalizowanych blisko horyzontu oraz na podstawie barwy nieboskłonu dla warunków bezchmurnych.

4.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Szymon Malinowski, dr Jesper Pedersen

Temat pracy:

"Symulacje numeryczne drobnoskalowej struktury chmur stratocumulus"

Opis:

W ramach tej pracy student będzie brał udział w wysoko-rozdzielczych symulacjach numerycznych chmur stratocumulus prowadzonych na superkomputerach ICM oraz w National Center for Atmospheric Research i analizował ich wyniki. Praca wymaga sprawnego poruszania się w systemie LINUX i pewnej praktyki w programowaniu. Praca może zakończyć się współautorstwem publikacji.

5.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Szymon Malinowski

Temat pracy:

"Wirujący zbiornik - fizyczny model cyrkulacji globalnej atmosfery ziemskiej i atmosfer planetarnych oraz gwiazdnych"

Opis:

Zadaniem do wykonania jest zaprojektowanie i zbudowanie samodzielnie lub w grupie urządzenia laboratoryjnego (lub kilku urządzeń) do obrazowania (i pomiarów) pewnych cech globalnej cyrkulacji atmosfery. Podobne urządzenia używane są w nauczaniu w wielu miejscach na świecie (tu przykład z MIT: eathertank.mit.edu/apparatus), służą też do poważnych badań w zakresie geofizycznej dynamiki płynów czy eksperymentów z atmosferami innych planet (tu przykład z Oxfordu: <https://www2.physics.ox.ac.uk/research/geophysical-fluid-dynamics/research/laboratory-rotating-tank-experiments>). W nowym laboratorium hydrodynamiki mamy stanowisko przeznaczone na takie urządzenie. Praca może być wykonywana w zespole, przyda się ktoś do oprogramowania analizy obrazów z takiego eksperymentu. Promotor dysponuje odpowiednim budżetem, pozwalającym na zakup/zamówienie elementów, mam też dobre kamery do systemów wizualizacji.

6.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Szymon Malinowski

Temat pracy:

"Badanie struktur i przepływów w turbulencji atmosferycznej"

Opis:

Turbulencja w przepływach atmosferycznych to podstawowy mechanizm transportu pędu, ciepła, wilgoci czy zanieczyszczeń. Do badań turbulencji wykorzystujemy pewne techniki statystyczne badania szeregów czasowych, takie jak funkcje struktury, autokorelacje, kowariancje fluktuacji. Celem pracy będzie wykorzystanie wybranych narzędzi do analizy danych o turbulencji atmosferycznej pochodzących z pomiarów z pokładu samolotu oraz/lub pomiarów prowadzonych w Laboratorium Transferu Radiacyjnego IGF i w wysokogórskim laboratorium Schneeferenehaus na Zugspitze w Alpach Bawarskich. Posiadane przez nas dane są na tyle unikalne, że wyniki analiz prowadzone w ramach pracy, w wypadku ich porządnego przeprowadzenia, są publikowane w dobrych czasopismach naukowych, a autor licencjatu ma szansę zostać współautorem artykułu.

7.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Szymon Malinowski

Temat pracy:

"Badanie rozkładu przestrzennego i kropel chmurowych"

Opis:

W Zakładzie Fizyki Atmosfery znajduje się unikalna komora chmurowa. Budujemy nowy układ wizualizacji i analizy rozkładu przestrzennego i ruchu kropel chmurowych wykorzystujący ultra rozdzielczą (5120x5120 pixeli) i szybką (do 70 klatek na sekundę) kamerę oraz lasery diodowe i impulsowe do generacji płaszczyzny światła. W ramach proponowanej pracy licencjackiej student może wykonać jedną z wielu prac potrzebnych do uruchomienia nowego układu:

- napisać fragmenty oprogramowania do zbierania i analizy danych, także oprogramowania do sterowania układem pomiarowym;
- wykonać analizy danych, które zbieramy w ramach przygotowania nowej serii eksperymentów;
- zaprojektować i wykonać własny eksperyment wykorzystując posiadane przez nas oprzyrządowanie. Praca może zakończyć się współautorstwem publikacji.

8.

Opiekun pracy:

prof. dr hab. Szymon Malinowski

Temat pracy:

" Drobnoskalowe fluktuacje temperatury w chmurach "

Opis:

Zakład Fizyki Atmosfery posiada jedyny w swoim rodzaju termometr do pomiaru fluktuacji temperatury w chmurach w skalach milimetrów i centymetrów. Posiadamy ogromną bazę danych z wynikami pomiarów zebranych w różnych kampaniach pomiarowych na całym świecie. Analizy danych dostarczają nowej, fascynującej wiedzy o fizyce chmur, każda nowa analiza kończy się dobrymi publikacjami. Student zainteresowany pracą zapozna się i rozwinie klasyczne i nowoczesne techniki analizy danych, w tym związane ze sztuczną inteligencją i pomoże poznać nieznanne własności różnego rodzaju chmur. Możliwe jest też osobiste wykonanie pomiarów w tunelu aerodynamicznym czy w warunkach naturalnych i opracowanie wyników.

9.

Opiekun pracy:

dr Gustavo Coelho Abade

Temat pracy:

" Stochastyczny wzrost kondensacyjny cząstek chmurowych "

Opis:

Student podejmujący ten temat włączy się do zespołu modelującego mikrofizykę chmur Lagranżowską metodą „super-kropielek”. Celem pracy będzie opracowywanie algorytmu typu Monte Carlo do symulacji stochastycznego wzrostu kondensacyjnego kropel wody. Losowy charakter tego zjawiska wiąże się z fluktuacjami pola przesycenia w chmurze spowodowanymi m.in. przez turbulencję. Wymagana znajomość języka programowania C++, Python lub FORTRAN.

Pracownia Dydaktyki Fizyki

Tematy dla kierunku: Fizyka, specjalność nauczycielska

1.

Opiekun pracy:

dr Stefania Elbanowska-Ciemuchowska

Temat pracy:

"Zadania doświadczalne z fizyki dla uczniów szkół podstawowych i średnich"

Opis:

Celem pracy jest opracowanie zadań doświadczalnych z wybranego działu fizyki. Rozwiązanie zaproponowanych zadań będzie wymagało umiejętności zaplanowania doświadczenia, uzyskania określonych wyników oraz właściwej ich interpretacji. Autorskie opisy doświadczeń będą ilustrowane schematycznymi rysunkami lub fotografiami zestawów doświadczalnych.

2.

Opiekun pracy:

dr Stefania Elbanowska-Ciemuchowska

Temat pracy:

"Nowatorskie rozwiązania metodyczne w nauczaniu o wodzie i powietrzu"

Opis:

Celem pracy jest poszukiwanie ciekawych rozwiązań metodycznych przybliżających właściwości wody i powietrza. W scenariuszach lekcji wskazany jest opis ciekawych eksperymentów oraz gier dydaktycznych lub inscenizacji a także wycieczek tematycznych.

3.

Opiekun pracy:

dr Krzysztof Karpierz

Temat pracy:

"Przygotowanie pokazu zjawiska fizycznego (tematyka do ustalenia)"

Opis:

Celem pracy jest przedstawienie i opisanie wybranego przez Autora zestawu do pokazu zjawiska fizycznego, który będzie używany w czasie wykładów na poziomie uniwersyteckim. Zestaw ten oparty jest na istniejących elementach, które trzeba będzie złożyć, uruchomić oraz określić zakres ich stosowalności. Praca częściowo eksperymentalna, z przyrządami używanymi w Pracowni Fizycznej.

Temat dla kierunków: Fizyka, specjalność nauczycielska; Fizyka

4.

Opiekun pracy:

dr Piotr Nieżurawski

Temat pracy:

"Zestaw zadań z fizyki dla ucznia zdolnego na poziomie szkoły podstawowej i gimnazjum, zaprogramowanie zadań w generatorze Gezmat"

Opis:

Celem pracy jest stworzenie zestawu zadań z fizyki, który służyłby pomocą podczas przygotowań uczniów do konkursu kuratorskiego z fizyki, oraz zaprogramowanie tych zadań w generatorze Gezmat (gezmat.pl). Student powinien albo posiadać następujące umiejętności, albo być w stanie szybko je opanować: programowanie w C++ na poziomie podstawowym, zapisywanie wzorów matematycznych w LaTeXu, praca w systemie Linux. Konieczne będzie zapoznanie się z językiem grafiki wektorowej Asymptote. Jeden student powinien przygotować co najmniej 20 zadań. Zadania są udostępniane na otwartej licencji.

Możliwość realizacji zespołowego projektu studenckiego (zespółowa praca licencjacka) w przypadku zgłoszenia się 3 studentów (co najmniej 60 zadań).

Instytut Fizyki Doświadczalnej	1
Zakład Biofizyki	1
prof. dr hab. Jan Antosiewicz, mgr Małgorzata Prokopowicz	1
"Analiza spektroskopowa wybranych kompleksów mysiej syntazy tymidylanowej"	1
prof. dr hab. Maria Agnieszka Bzowska	2
"Wstęp do dyfrakcji rentgenowskiej białek: krystalizacja fosforylasy nukleozydów purynowych z E. coli w warunkach fizjologicznych "	2
"Aktywność biologiczna oraz właściwości fizykochemiczne laktazy - przegląd literatury"	3
dr Paweł Daniluk	4
"Metody porównywania struktur przestrzennych RNA"	4
"Metody porównywania wielu struktur białek - przegląd literaturowy oraz wykonanie testowych badań"	4
dr hab. Maciej Długosz	4
"Efekty oddziaływań hydrodynamicznych w biologicznych układach molekularnych. Przegląd literatury"	4
"Komputerowe modele dyfuzji w cytoplazmie komórek biologicznych. Przegląd literatury"	5
dr hab. Jacek Jemielity prof. UW	5
"Zastosowanie tlenku grafenu i nukleotydów znakowanych fluorescencyjnie do badań procesów związaniem z metabolizmem końca 5' mRNA"	5
dr Joanna Kowalska	6
"Jakościowa analiza analogów dinukleotydów o znaczeniu biologicznym i terapeutycznym metodą tandemowej spektrometrii mas"	6
"Synteza i badanie właściwości nowych potencjalnych inhibitorów fosfataz i pirofosfataz "	6
" Synteza i charakteryzacja żywic powinowactwa funkcjonalizowanych analogami fosfosiarczanu fosfoadenozyny (PAPS) jako narzędzi do badania sulfotransferaz"	7
dr Krystiana A. Krzyśko	7
"Enzymy ubikwitynujące i deubikwitynujące - ich rola w procesach nowotworowych"	7
"Porównanie struktur oraz funkcji dimeru mitofuzyny 2, dynaminy oraz BDLP"	7
"Analiza roli podjednostek ferrytyny w przechowywaniu żelaza"	8
dr Dorota Kubacka	9
"Otrzymanie i charakterystyka specyficzności substratowej enzymu ludzkiej nukleotyduazy cN-III A"	9
prof. dr hab. Bogdan Lesyng	9
"Zastosowanie metod molekularnego modelowania w celu pogłębionego zrozumienia roli wybranych sfingolipidów w procesach nowotworowych i neurodegradacyjnych."	9
"Fizyka procesu fotosyntezy - przegląd badań bazujących na fizyce transferu lekkich cząstek w układach biologicznych"	9
dr Maciej Łukaszewicz	10
"Oczyszczanie i analiza specyficzności substratowej wybranego enzymu dekapującego z rodziny Nudix"	10

dr Maria Górna, prof. dr hab. Jan Antosiewicz	10
"Oczyszczanie chromatograficzne i badania biofizyczne wybranych ludzkich białek wiążących RNA"	10
dr Tomasz Jaroń, dr hab. Jacek Szczytko	11
"Próby opracowania metody odzyskiwania wybranych soli zawierających aniony słabo koordynujące"	11
dr Michał Koliński, prof. dr hab. Bogdan Lesyng	11
"Aktywacja receptorów GPCR - opis zmian konformacyjnych białka receptorowego na podstawie dostępnych struktur krystalicznych"	11
dr hab. Anna Niedźwiecka (LFB, IF PAN), prof. dr hab. Edward Darżynkiewicz	12
"Charakterystyka własności fizykochemicznych oraz aktywności biologicznej tristetraproliny - przegląd literaturowy"	12
"Badania procesów z udziałem białek i kwasów nukleinowych metodami śledzenia pojedynczych cząsteczek - przegląd literaturowy"	12
"Szlak sygnałowy regulujący aktywność czynnika translacyjnego eIF4E w komórkach zdrowych i nowotworowych - przegląd literaturowy"	13
"Otrzymywanie i charakterystyka biofizyczna fragmentu białka CNOT1 człowieka"	13
dr hab. Dariusz Plewczyński (GFS, CeNT UW), dr Paweł Daniluk	13
"Przegląd i ocena wielo-skalowych metod modelowania struktury trójwymiarowej genomu ludzkiego na podstawie danych z sekwencjonowania następnej generacji"	13
"Modelowanie struktury trójwymiarowej genomu ludzkiego z użyciem więzów z obrazowania wysoko-rozdzielczego oraz danych epigenomicznych"	14
dr Piotr Setny (CeNT UW), prof. dr hab. Bogdan Lesyng	14
"Ocena dokładności metody Poissona-Boltamanna wykorzystującej zmodyfikowaną definicją powierzchni van der Waalsa"	14
dr n. med. Beata Sokołowska (IMDiK PAN), prof. dr hab. Bogdan Lesyng	15
"Badanie układu ruchu u człowieka w stanach fizjologicznych i patologicznych z wykorzystaniem systemu Neuroforma wykorzystującego technologię wirtualnej rzeczywistości."	15
prof. dr hab. Joanna Trylska (CeNT UW), dr Krystiana Krzyśko	15
"Dynamika molekularna koniugatów witaminy B12 z oligomerami kwasów nukleinowych"	15
Zakład Fizyki Ciała Stałego	16
dr Michał Kozubal (Vigo), dr hab. Krzysztof Korona (FUW)	16
"Pomiary czułości immersyjnych detektorów HgCdTe"	16
dr hab. Grzegorz Kowalski lub dr Mateusz Tokarczyk	16
"Rentgenowskie badania interkalowanych wielowarstw grafenowych"	16
"Rentgenowskie badania warstw epitaksjalnych azotku boru na podłożach szafirowych"	17

Zakład Cząstek i Oddziaływań Fundamentalnych	18
dr hab. Artur Kalinowski	18
" Opracowanie ćwiczenia na pracownię fizyczną dla zaawansowanych przedstawiającego metodologię analizy danych w fizyce wysokich energii."	18
" Wyznaczenie prawdopodobieństwa błędnej identyfikacji mionów jako hadronowych rozpadów leptonów tau w detektorze CMS w 2017 roku."	18
" Użycie metod uczenia maszynowego do rekonstrukcji masy niezmienniczej układu dwu leptonów tau."	18
dr Katarzyna Grzelak	19
" Poszukiwania neutrin sterylnych w przyszłych eksperymentach neutrinowych z długą bazą."	19
dr Katarzyna Grzelak, prof. J.Stepaniak (NCBJ)	19
" Badanie produkcji mezonów D w oddziaływaniach proton-jądro i jądro-jądro."	19
prof. dr hab. A.F.Żarnecki	19
" Poszukiwanie rzadkich rozpadów kwarku t w przyszłym zderzacz liniowym e+e-"	19
"Poszukiwanie sygnałów tzw. nowej fizyki w przyszłym zderzacz liniowym e+e-"	20
prof. dr hab. Jacek Ciborowski, współpraca: mgr Michał Drągowski	20
"Analiza danych symulacyjnych pomiaru kwantowych korelacji spinowych w rozpraszaniu e-e-."	20
"Analiza rozpraszania Møllera dla potrzeb pomiaru korelacji spinowych w rozpraszaniu e-e-."	20
"Analiza przewidywań teoretycznych pomiaru kwantowych korelacji spinowych w rozpraszaniu e-e-."	21
dr hab. Marcin Konecki	21
"Mionowy system wyzwalania detektora CMS w obszarze pośrednich pseudopospieszności"	21
prof. dr hab. W. Dominik	21
"Algorytmy wyznaczania prędkości dryfu w detektorach gazowych eksperymentu NA61/SHINE"	21
"Badanie emisji światła w optycznych detektorach gazowych."	22
prof. dr hab. Wojciech Dominik, dr Mikołaj Cwiok	22
"Dedicated electronics for Time Projection Chamber for experiment at ELI-NP laboratory"	22
prof. dr hab. Barbara Badełek	22
"Struktura kwarkowa mezonu π widziana w reakcji Drella-Yana (dane doświadczenia COMPASS w CERN)."	22
"Struktura kwarkowa protonu i jądra atomowego widziana w reakcji Drella-Yana (dane doświadczenia COMPASS w CERN)"	23
Zakład Fizyki Jądrowej	24
prof. dr hab. Teresa Rząca-Urban	24
"Poszukiwanie i badanie własności stanów wzbudzonych jąder $^{93,95}\text{Zr}$ populowanych w reakcjach (n, gamma)"	24
dr hab. Jan Kurpeta	24

"Rozpady beta egzotycznych fragmentów rozszczepienia uranu"	24
prof. dr hab. Marek Pfützner	24
"Badanie naturalnego tła promieniowania gamma w budynku Wydziału Fizyki UW"	24
dr hab. Chiara Mazzocchi, prof. dr hab. Marek Pfützner	25
"Badanie rozpadu beta ^{57}Zn "	25
dr hab. Krzysztof Miernik	25
"Pomiar zawartości uranu w skałach"	25
"Neutronowa analiza aktywacyjna "	25
dr hab. Marek Karny	26
"Badanie funkcji odpowiedzi detektora MTAS z wykorzystaniem pakietu GEANT4"	26
prof. dr hab. Waldemar Urban	26
"Opracowanie techniki analizy oraz analiza korelacji kątowych i korelacji polaryzacja kierunek dla pomiarów na układzie wielodetektorowym FIPPS"	26
"Opracowanie techniki analizy korelacji kątowych dla pomiarów na układzie detektorów o wysokiej zdolności rozdzielczej, LEPS"	26
"Analiza stanów wzbudzonych w jądrze ^{87}Se wzbudzanych w rozpadzie beta "	27
Zakład Optyki Informacyjnej	28
dr hab. Rafał Kotyński	28
"Fale Dyakonova na granicy dwójłomnych ośrodków dwuosiowych"	28
dr hab. Rafał Kotyński, mgr Krzysztof Czajkowski	29
"Fourierowskie obrazowanie jednopunktowe z oświetleniem binarnym "	29
dr Piotr Wróbel	29
"Czujniki plazmoneiczne"	29
"Optyka nanostruktur plazmoneicznych"	30
dr Tomasz Stefaniuk	30
"Właściwości optyczne i fizyczne nanostruktur plazmoneicznych zawierających tlenek cyny indu"	30
"Własności nieliniowe planarnych metamateriałów warstwowych "	31
Instytut Fizyki Teoretycznej	32
dr Marcin Badziak	32
"Spontaniczne łamanie symetrii elektroslabej w modelach z dodatkowymi bozonami Higgsa"	32
"Bariogeneza i fale grawitacyjne"	32
"Własności bozonów Higgsa w supersymetrycznych rozszerzeniach Modelu Standardowego"	32
"Zastosowanie technik Monte Carlo do badania supersymetrycznych rozszerzeń Modelu Standardowego"	33
prof. dr hab. Witold Bardyszewski	33
"Wpływ spontanicznej polaryzacji na strukturę pasmową studni kwantowych InN/GaN"	33

"Ekscytony w półprzewodnikach z zerową przerwą energetyczną"	33
dr hab. Adam Bednorz	34
"Nieklasyczne momenty funkcji Wignera"	34
"Kwaziprawdopodobieństwo w skończone wymiarowych przestrzeniach Hilberta"	34
"Efekt Zenona"	34
prof. dr hab. Krzysztof Byczuk	34
"Bozonowe gwiazdy Hubbarda"	34
"Układy z nieporządkiem, lokalizacja Andersona i teorie pola średniego"	35
"Splątanie kwantowe w układach oddziałujących cząstek"	35
"Termodynamika kwantowa dwuwęzłowego modelu Hubbarda"	35
prof. dr hab. Bogdan Cichocki	35
"Chaos deterministyczny w dynamice Stokesa"	35
dr hab. Jan Chwedeńczuk	36
"Oddziaływanie światła z materią we wnękach rezonansowych"	36
dr hab. Rafał Demkowicz-Dobrzański	36
"Ograniczenia na precyzję w jednoczesnym pomiarze niekomutujących obserwabli"	36
"Przewaga pomiarów uogólnionych nad pomiarami rzutowymi w kwantowej teorii estymacji"	36
dr hab. Andrzej Dragan	36
"Wpływ relatywistycznego ruchu na oddziaływanie cząstki z kwantowym polem skalarnym"	36
"Zależność stanu kwantowego pola od obserwatora"	37
"Splątanie stanu próżni kwantowej"	37
"Pomiar rzutowy stanu pola kwantowego w pobliżu czarnej dziury" (T)	37
"Pomiar rzutowy stanu pola kwantowego w zakrzywionej czasoprzestrzeni rozszerzającego się wszechświata" (T)	37
prof. dr hab. Stanisław Głazek	38
"Rozwiązania równania Schroedingera dla cząstki w superpozycji potencjałów Coulomba i oscylatora"	38
prof. dr hab. Bohdan Grządkowski	38
"Pierwotne czarne dziury jako ciemna materia"	38
dr hab. Paweł Jakubczyk	38
"Teoria kondensacji Bosego-Einsteina - ścisłe wyniki"	38
"Własności krytyczne klasycznych modeli $O(N)$ "	38
"Klasyfikacja funkcjonalnych punktów stałych transformacji renormalizacji dla zjawisk krytycznych"	39
dr hab. Katarzyna Krajewska	39
"Kreacja par elektron-pozyton w silnym polu laserowym – mechanizm Bethe-Heitlera"	39
"Kreacja par elektron-pozyton w silnym polu laserowym – mechanizm Breita-Wheelera"	39
"Rozpraszanie Motta w ultra-silnych krótkich impulsach laserowych"	39
prof. dr hab. Zygmunt Lalak	40

"Równanie falowe w pięciowymiarowej czasoprzestrzeni z brzegami"	40
"Czarne dziury w LHC"	40
"Mieszanie stanów kwantowych w teorii oddziaływań elementarnych"	40
"Teorie Kaluzy-Kleina: modele z branami"	40
prof. dr hab. Jerzy Lewandowski	41
"Unitarne reprezentacje grupy Lorentza" (T)	41
"Trudności w geometrycznym sformułowaniu kwantowej teorii pola na przykładzie mechaniki kwantowej"	41
"Relatywistyczna cząstka kwantowa w czasoprzestrzeni o stałej krzywiznie"	41
"Unitarne reprezentacje grupy Lorentza i zastosowania w pianowo spinowych modelach" (T)	42
prof. dr hab. Jacek Majewski	42
"Modelowanie struktury elektronowej taśm grafenowych metodami ab initio"	42
"Modelowanie struktury elektronowej taśm grafenowych domieszkowanych borem i azotem używając metody ciasnego-wiązania (tight-binding)"	42
"Modelowanie efektów kwantowych w laserowych strukturach azotkowych"	42
prof. dr hab. Marek Napiórkowski	42
"Jedno- i dwuwymiarowe niedoskonałe gazy kwantowe"	42
"Siły efektywne i przemiana zwilżanie w obecności elastycznego podłoża"	43
dr hab. Andrzej Okołów	43
"Formalizm Hamiltonowski i formy różniczkowe"	43
"Spinory w czasoprzestrzeni Minkowskiego"	43
prof. dr hab. Marek Olechowski	43
"Gęstość reliktoowa cząstek Ciemnej Materii"	43
"Związki własności cząstek elementarnych z ewolucją Wszechświata"	44
"Cząstki i oddziaływania elementarne w obecności dodatkowych wymiarów przestrzennych"	44
"Wielka Unifikacja"	44
prof. dr hab. Krzysztof Pachucki	44
"Przesunięcie Lamba w helu mionowym"	44
"Stany wzbudzone molekuly H ₂ "	45
"Wpływ skończonej masy jądra na poziomy energetyczne prostych układów atomowych"	45
prof. dr hab. Jacek Pawełczyk	45
"Supersymetryczna mechanika kwantowa" (T)	45
"Całkowalne modele układów spinowych"	45
"Niekomutatywne solitony"	46
prof. dr hab. Stefan Pokorski	46
"Spontaniczne naruszenie symetrii i bozony Goldstone'a w teorii oddziaływań elementarnych"	46
"Ciemna materia w termicznej historii Wszechświata"	46
dr hab. Janusz Rosiek, prof. UW	47

"Mechanizm GIM i super-GIM w procesach zmiany zapachu"	47
"Naruszenie unitarności w rozpadach bozonów wektorowych"	47
"Szybkość rozpadu mionu w rozszerzeniach Modelu Standardowego"	47
"Techniki rozwijania amplitud przejścia w teorii pola"	48
prof. dr hab. Wojciech Satuła	48
"Przywracanie symetrii izospinowej w modelu isocranking"	48
dr hab. Piotr Sułkowski	48
"Topologiczna teoria pola Cherna-Simonsa i niezminniki węzłów (także wersja (T))"	48
"Modele minimalne w konformnej teorii pola (także wersja (T))"	49
"Metody rozwinięcia w $1/N$ (także wersja (T))"	49
dr hab. Adam Szereszewski	49
"Geometria krzywych w przestrzeni Minkowskiego"	49
dr hab. Piotr Szymczak, prof. UW	49
"Palce uranowe"	49
"Transport białek przez pory mitochondrialne"	50
"Różne sposoby mierzenia chiralności"	50
"Geometria sieci a prawa rządzące jej wzrostem"	50
"Pierścienie Lieseganga a powstawanie agatów"	50
"Meandrowanie"	51
"Badanie wzrostu dendrytowego metodami analizy zespolonej"	51
prof. dr hab. Jacek Tafel	51
"Zastosowanie symetrii do rozwiązywania równań różniczkowych" (T)	51
"Energia i pęd w ogólnej teorii względności"	52
"Efekt Dopplera w teorii Einsteina"	52
dr Michał Tomza	52
"Właściwości i dynamika ultrazimnego polarnego gazu w otoczeniu jonu"	52
"Ultrazimne oddziaływania i zderzenia w układach atomowych i cząsteczkowych"	53
prof. dr hab. Marek Trippenbach	53
"Porównanie strategii estymacji w interferometrii atomowej"	53
dr hab. Krzysztof Turzyński	53
"Produkcja cząstek w modelach inflacji z dwoma polami skalarnymi"	53
"Analiza klasycznych modeli inflacji kosmologicznej w oparciu o najnowsze dane WMAP"	54
"Badanie trajektorii inflacyjnych w modelach z wieloma polami skalarnymi"	54
"Analiza równań grupy renormalizacji minimalnego supersymetrycznego rozszerzenia Modelu Standardowego cząstek elementarnych"	54
"Trwałość geometrycznej destabilizacji dwupolowych modeli inflacji"	55
prof. dr hab. Jakub Tworzydło	55
"Stany kwantowe w tablicach nadprzewodzących kubitów"	55

dr Krzysztof Wohlfeld	56
"Modele typu Kitajewa na sieci trójkątnej"	56
prof. dr hab. Stanisław Głazek	56
"Równanie Schrodingera z potencjałem Coulomba i oscylatora"	56
Instytut Geofizyki	57
Zakład Fizyki Atmosfery	57
dr inż. Marta Waclawczyk	57
"Oszacowanie dyssypacji energii kinetycznej turbulencji na podstawie atmosferycznych danych pomiarowych"	57
dr Iwona Stachlewska	57
"Badanie epizodów pylenia alergennego na podstawie pomiarów lidarowych w Warszawie"	57
dr hab. Krzysztof Markowicz, prof. UW	57
"Ocena stanu jakości powietrza na podstawie zdjęć z kamer przemysłowych"	57
prof. dr hab. Szymon Malinowski, dr Jesper Pedersen	58
"Symulacje numeryczne drobnoskalowej struktury chmur stratocumulus"	58
prof. dr hab. Szymon Malinowski	58
"Wirujący zbiornik - fizyczny model cyrkulacji globalnej atmosfery ziemskiej i atmosfer planetarnych oraz gwiazdnych"	58
"Badanie struktur i przepływów w turbulencji atmosferycznej"	58
"Badanie rozkładu przestrzennego i kropeł chmurowych"	59
" Drobnoskalowe fluktuacje temperatury w chmurach"	59
dr Gustavo Coelho Abade	59
" Stochastyczny wzrost kondensacyjny cząstek chmurowych"	59
Pracownia Dydaktyki Fizyki	60
dr Stefania Elbanowska-Ciemuchowska	60
"Zadania doświadczalne z fizyki dla uczniów szkół podstawowych i średnich"	60
"Nowatorskie rozwiązania metodyczne w nauczaniu o wodzie i powietrzu"	60
dr Krzysztof Karpierz	60
"Przygotowanie pokazu zjawiska fizycznego (tematyka do ustalenia)"	60
dr Piotr Nieżurawski	61
"Zestaw zadań z fizyki dla ucznia zdolnego na poziomie szkoły podstawowej i gimnazjum, zaprogramowanie zadań w generatorze Gezmat"	61