

Jan Dereziński
Kierunek Fizyka

Temat 1. Harmoniki sferyczne w 4 wymiarach i wielomiany Jacobiego

Opis: Uogólnienie formalizmu harmonik sferycznych z 3 wymiarów na 4 wymiary przy użyciu podwójnych współrzędnych sferycznych.

Temat 2. Renormalizacja polaryzacji próżni w kwantowej teorii pola z zewnętrznymi źródłami.

Opis: Naiwne podejście do polaryzacji próżni prowadzi do rozbieżnych wyników. Celem pracy będzie porównanie różnych podejść do renormalizacji tych wielkości.

Temat 3. Całki po trajektoriach ze ścisłego punktu widzenia

Opis: Całkowanie po trajektoriach jako ścisłe narzędzie matematyczne.

Temat 4. Przybliżenie semiklasyczne mechaniki kwantowej

Opis: Różne podejścia do klasycznej granicy mechaniki kwantowej, jej sens geometryczny, analityczny i fizyczny.

Temat 5. Delto-podobne potencjały w mechanice kwantowej

Opis: W mechanice kwantowej można używać potencjałów, których nośnik sprowadza się do jednego punktu. Są one bardzo użyteczne, gdyż różne problemy, w których one występują, są ściśle rozwiązalne.

Maciej Nieszporski
Kierunek Fizyka

Temat 1. Równanie Riccatiego, jego linearyzacja, dyskretyzacja i uogólnienie na wiele pól

Opis: Równanie Riccatiego jest przykładem równania różniczkowego zwyczajnego nieliniowego, którego rozwiązywanie można sprowadzić do rozwiązywania równania liniowego (lub układu równań liniowych). Zadaniem magistranta będzie, po pierwsze prześledzenie konsekwencji faktu "linearyzowalności" równania Riccatiego, po drugie wskazanie jego zastosowań w teorii nieliniowych układów całkowalnych.

Temat 2. Układy równań różnicowych na zmienną wektorową dopuszczające istnienie wielu potencjałów skalarnych.

Opis: Nieliniowe równania różnicowe kryją wiele niespodzianek. Jedną z nich, zaanonсовaną w tytule, zajmiemy się w ramach niniejszej pracy magisterskiej.

Temat 3.

Od odwzorowań Yanga-Baxtera do dyskretnych równań Painleve

Opis: Rozwiązania równań Painlevé stanowią rozwinięcie teorii funkcji specjalnych szczególnie ważne dla rozmaitych nieliniowych zagadnień fizyki.

W pracy będziemy badać struktury związane z dyskretnymi (różnicowymi) równaniami Painleve.

Temat 4

Inwolucje a dyskretne układy całkowalne

Tak proste funkcje jak funkcje wymierne z C^2 w C^2 będące involucjami stanowią doskonałe narzędzie klasyfikacyjne dla dwuwymiarowych całkowalnych równań różnicowych. Zadaniem studenta będzie znalezienie klasyfikacji involucji szczególnej postaci i znalezienie równań różnicowych całkowalnych odpowiadającym poszczególnym klasom.

Jacek J. Wojtkiewicz
Kierunek Fizyka lub Inżynieria Nanostruktur

1. Fizyczne podstawy DFT oraz praktyczne opanowanie podstaw jakiegoś konkretnego programu do obliczeń własności cząsteczek chemicznych.
2. Obliczenia kwantowomechaniczne układów cząsteczek o znaczeniu dla fotowoltaiki.
3. Ściśle wykazywana uniwersalność dla kwantowego łańcucha XY.
4. Analiza uporządkowań magnetycznych z oddziaływaniem RKKY przy użyciu modelu sferycznego.
5. Różne sformułowania hipotezy Riemanna i ich równoważność.

Komentarz. Hipoteza Riemanna ma kilka – może nawet kilkanaście – różnych sformułowań (zebrane np. w Wikipedii). Ich równoważność na ogół nie jest łatwa do wykazania, a na pewno (o ile mi wiadomo) nie ma tego w jednym miejscu i trzeba czytać wiele książek, a czasem i prac oryginalnych. Celem pracy jest przedstawienie funkcji zeta Riemanna, przedstawienie hipotezy Riemanna, dowodów cząstkowych wersji (np. tw. Hardy'ego), a następnie związków funkcji zeta z rozkładem liczb pierwszych i tego, jak się hipoteza Riemanna wiąże z asymptotykami rozkładu liczb pierwszych. Im więcej różnych pokazań równoważności się uda zebrać, tym lepiej; ale bardzo chciałbym zobaczyć dowód tw. Von Kocha.

Jacek Jezierski
Kierunek Fizyka

1. Horyzonty ekstremalne , near horizon geometry
2. CYK tensory
3. Kanoniczna struktura OTW
4. kwazilokalna energia w OTW

Katarzyna Grabowska i Paweł Urbański
Kierunek Fizyka

Temat 1. Mechanika na algebroidach jako efekt redukcji mechaniki lagranżowskiej ze względu na symetrie.

Algebroidy są uogólnieniem wiązki stycznej. Można na nie patrzeć jak na zredukowaną, ze względu na symetrie, wiązkę styczną (np. do grup, grupoidu itp.). Celem pracy jest porównanie opisu wariacyjnego pełnego układu z symetrią z opisem w języku wewnętrznym algebroidu.

Temat 2. Dyskretyzacja mechaniki analitycznej.

W zastosowaniach często zastępuje się standardową mechanikę analityczną mechaniką z czasem dyskretnym. Celem pracy jest pokazanie, jak mechanika dyskretna może być wyprowadzona z mechaniki standardowej.

Temat 3. Elektrodynamika klasyczna jako teoria pola z cechowaniem.

Pełny zestaw równań elektrodynamiki (wersja całkowita i infinitezymalna), w języku geometrycznym, gdzie potencjał jest powiązaniem w wiązce głównej.

Piotr Soltan
Kierunek Fizyka

Temat 1. Moduły hilbertowskie, rozszerzenie teorii przestrzeni Hilberta

Opis: Przedstawienie teorii modułów hilbertowskich nad C^* - algebrami i wskazanie podobieństw i istotnych różnic między modułami hilbertowskimi, a przestrzeniami Hilberta. Uogólnienie

pewnych faktów z teorii operatorów na przypadek modułów hilbertowskich.

Temat 2. Kwantowe przestrzenie odwzorowań i kwantowe grupy permutacji

Opis: Przestrzenie kwantowe to obiekty, których geometrie opisują nieprzemienne algebry. Wiele ciekawych przykładów takich przestrzeni powstaje jako tak zwane kwantowe przestrzenie odwzorowań. Praca powinna przedstawić kilka przykładów takich obiektów i zbadać ich niektóre własności.

Temat 3. Proste przykłady trojek spektralnych

Opis: Trójki spektralne są nieprzemiennymi uogólnieniami różniczkowości riemannowskich. Dzięki bardzo ogólnemu językowi opisu takich obiektów, ciekawe przykłady można otrzymać już w bardzo prostych (np. skończenie wymiarowych) przypadkach. Praca ma na celu przedstawienie kilku takich przykładów i ich elementarną analizę.

Temat 4. Algebra operatorów Toeplitza

Opis: Teoria operatorów Toeplitza jest standardowym elementem teorii operatorów nadprzestrzeni

Hilberta i teorii funkcji. Celem pracy jest opis algebry tych operatorów i jej własności.

Paweł Kasprzak

Kierunek Fizyka

1. Kwantowe sfery Podlesia dla zespolonego parametru deformacji.

Sfery Podlesia są kwantowymi przestrzeniami jednorodnymi dla q -deformacji grupy $SU(2)$ z rzeczywistym parametrem q .

Ostatnio podano konstrukcję warkoczowych kwantowych grup $SU(2)$ dla zespolonego parametru deformacji q .

Celem licencjatu/magisterskiego jest skonstruowanie kwantowych sfer dla zespolonego parametru deformacji q .

2. Oszczędne próbkowanie w nuklearnym rezonansie magnetycznym.

Widmo częstotliwości otrzymywane z użyciem nuklearnego rezonansu magnetycznego (NMR) jest kombinacją niewielkiej liczby pików Lorentzowskich. W szczególności widma te są w przybliżeniu rzadkie i do ich analizy można stosować algorytm oszczędnego próbkowania (Compressed Censing). Celem licencjatu/magisterki jest badanie własności numerycznych i matematycznych używanego w tym kontekście algorytmu LPMP (Lorentz Peaks Matching Pursuit).

Javier de Lucas Araujo

Kierunek Fizyka

1. Analiza i zastosowania układów Liego i ich uogólnień

Układ Liego to układ równań różniczkowych zwyczajnych.

Te układy, np. równania Schrodingera na przestrzeni

Hilberta skończonego wymiaru, pojawiają się w wielu

dziedzinach nauki, posiadają wiele geometrycznych właściwości

i można przeanalizować je za pomocą wielu technik z geometrii

symplektycznej, Poissona, Diraca, Riemannowskiej, itd. Ponadto,

układy Liego mają zastosowania w geometrycznej mechanice kwantowej

i klasycznej, teorii równań różniczkowych, itd. To nowe podejście

do znanych i nowych tematów często pozwala nam znaleźć nowe cechy

znanych problemów oraz nowe wyniki. Celem pracy jest przeanalizowanie układów Liego lub ich uogólnień, np. równania Smorodinsky---Winternitza, Ermakowa, Riccatiego, za pomocą technik z geometrii różniczkowej i zastosowanie naszych wyników w mechanice klasycznej, kwantowej i teorii równań różniczkowych.

2. Geometryczna kwantyzacja

Celem tej pracy jest badanie podstawowych właściwości geometrycznych i algebraicznych kilku podejść do geometrycznej kwantyzacji. W tym, mamy zamiar analizować geometryczne metody, żeby rozwiązać równania Schrödingera problemu kwantowego za pomocą rozwiązań 'klasycznych' tego samego problemu kwantowego. To pozwoli nam podać bardziej geometryczny opis metody WKB. Dodatkowo, planujemy zbadać kwantyzację Diraca, tj. problem zbudowania morfizmu algebr Liego z zbioru funkcji gładkich na rozmaitości symplektycznej do algebry operatorów przestrzeni Hilberta.

Szymon Charzyński **Kierunek Fizyka**

Temat 1. Podgrupy paraboliczne grup Liego i separacja równań typu Weia-Normana.

Opis: Istnieje klasa równań różniczkowych zwyczajnych, dla których można szukać rozwiązania w postaci Weia-Normana. Są to równania na krzywą na grupie Liego. Przykładem równania, które należy do tej klasy jest równanie Schrödingera (z hamiltonianem zależnym od czasu). Okazuje się, że dla pewnego szczególnego wyboru współrzędnych na grupie równania Weia-Normana istotnie się upraszczają i separują - otrzymuje się hierarchię równań Riccatiego i całek. Wynik ten można również uzasadnić korzystając z własności pewnej klasy podgrup parabolicznych. Celem pracy będzie porównanie tych dwóch podejść do problemu, analiza konkretnych przykładów i zastosowań fizycznych.

Temat 2. Obliczenia numeryczne w OTW i ich astrofizyczne zastosowania.

Opis: Ostatnie kilka lat to intensywny rozwój metod numerycznych w OTW. Istnieją ogólnodostępne programy pozwalające na numeryczne symulowanie procesów takich jak na przykład zlewanie się czarnych dziur. Celem pracy dyplomowej będzie wykonanie symulacji z użyciem istniejących programów oraz przetestowanie wiarygodności wyników poprzez sprawdzenie ich stabilności numerycznej i wrażliwości na zmiany warunków początkowych. Symulacje będą wykonywane dla scenariuszy mogących mieć potencjalne zastosowanie w pewnej klasie astrofizycznych modeli powstawania błysków gamma.