

2.4 Wykłady monograficzne

Fizyka Doświadczalna i Geofizyka

Przedmiot: 317 Sieci neuropodobne	
Wykładowca: dr Jarosław Żygierewicz	
Semestr: letni	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ew./tydz.: 0
Kod: 13.203317	Liczba punktów kredytowych: 2,5
Program: 1. Wstęp 2. Sieci liniowe ADALINE: powierzchnia błędu, uczenie gradientowe filtrowanie, prognozowanie szeregów czasowych 3. Perceptron prosty 4. Nieliniowe sieci wielowarstwowe: metoda wstecznej propagacji błędu 5. Klasyfikacja przy pomocy sieci warstwowej i ocena jakości sieci neuropodobnych 6. Sieci hybrydowe o symetrii kołowej (RBF) 7. Klasyfikacja z użyciem sieci kohonena i sieci RBF 8. Sieci Hopfielda - pamięć asocjacyjna i problemy optymalizacyjne.	
Proponowane podręczniki: R. Tadeusiewicz, <i>Sieci neuronowe</i> . Timothy Masters, <i>Sieci neuronowe w praktyce Programowanie w języku C++</i> . J.Hertz, A. Krogh, R. Palmer, <i>Wstęp do teorii obliczeń neuronowych</i> . S. Osowski, <i>Sieci neuronowe w ujęciu algorytmicznym</i> . Z. Świątnicki R. Wantoch-Rekowski, <i>Sieci neuronowe w zastosowaniach wojskowych</i> . J. Korbicz, A. Obuchowicz, D. Uciński, <i>Sztuczne sieci neuronowe - podstawy i zastosowania</i> . D. Rutkowska, M. Piliński, L. Rytkowski, <i>Sieci neuronowe, algorytmy genetyczne i systemy rozmyte</i> . J. Chromiec, E. Strzemieczna, <i>Sztuczna inteligencja - Metody konstrukcji i analizy systemów eksperckich</i> . J.J. Mulawka, <i>Systemy ekspertowe</i> . Oraz materiały do wykładu (pliki PDF) dostępne ze strony: http://brain.fuw.edu.pl/~jarek/sieci.html .	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Algebra, Analiza matematyczna I i II.	
Forma zaliczenia: Egzamin ustny	

Przedmiot: 492 Metody eksperymentalne w fizyce wysokich energii	
Wykładowca: dr hab. Teresa Tymieniecka	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ew./tydz.: 0
Kod: 13.504492	Liczba punktów kredytowych: 2,5
Program: Celem wykładu jest przekazanie początkującemu fizykowi podstawowej wiedzy niezbędnej do uczestniczenia w seminariach naukowych, przy projektowaniu eksperymentu oraz w analizie danych zebranych w dużych układach eksperymentalnych stosowanych w fizyce wysokich energii.	

<p>W ramach wykładu będą omawiane zasady budowy złożonych układów detekcyjnych, różne metody wyboru i filtrowania danych, najczęściej używane algorytmy do rekonstrukcji zdarzeń oraz metody szukania najlepszych parametrów opisujących dane. Po krótkim wstępie o technice symulacji zostaną omówione modele typu Monte-Carlo stosowane do opisu geometrii układu pomiarowego, procesów przejścia cząstki przez materię, oddziaływań elementarnych, konstrukcji sygnałów z aparatury i ich rekonstrukcji w zdarzenie fizyczne, zasady identyfikacji cząstek i struktur jetowych (stosowne algorytmy) oraz technik szacowania niepewności i tła.</p> <p>Wykład jest prowadzony w cyklu dwuletnim.</p> <p>Dla zainteresowanych mogą być powtórzone: techniki odczytu i przetwarzania sygnału wraz z omówieniem stosowanych elementów elektronicznych, różne rodzaje układów wyzwalania danych oraz elementy metod stosowanych do dopasowania parametrów i testowania hipotez (momenty rozkładu, najmniejsze kwadraty, maksymalizacja prawdopodobieństwa i minimalizacja z więzami).</p> <p>Wykład przeznaczony jest dla studentów IV i V roku oraz dla doktorantów specjalizujących się w fizyce wysokich energii.</p> <p><i>Proponowane podręczniki:</i> B. K. Bock, H. Grote, D. Notz, M. Regler, <i>Data analysis techniques for high-energy physics experiments</i>. W. R. Leo, <i>Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments</i>.</p> <p><i>Zajęcia sugerowane do wysłuchania/zaliczenia przed wykładem:</i> Elementy fizyki cząstek elementarnych, Detektory promieniowania jonizującego. <i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Wstęp do fizyki jądra atomowego i cząstek elementarnych.</p> <p><i>Forma zaliczenia:</i> Test / egzamin.</p>

Przedmiot: 493 Detektory promieniowania jonizującego	
Wykładowca: dr hab. Teresa Tymieniecka	
Semestr: letni	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ew./tydz.: 0
Kod: 13.504493	Liczba punktów kredytowych: 2,5
<p>Wykład jest skierowany do <u>nie</u>-specjalistów, którzy chcą zastosować techniki detekcji promieniowania jonizującego w swoich dziedzinach i potrzebują podstawowej skondensowanej wiedzy. Tym samym, wykład ten będzie dobrym wprowadzeniem dla studentów przed specjalizacją i w pierwszym roku tych specjalizacji, w których metody jądrowe i detektory promieniowania są narzędziem pracy. Do tych specjalizacji należą: fizyka jądrowa wysokich i niskich energii, fizyka cząstek elementarnych i promieni kosmicznych, jak również wiele działów w fizyce stosowanej (w zastosowaniach medycznych, dozymetrii, ochronie radiologicznej, chemii nuklearnej, w badaniach geologicznych).</p> <p><i>Program:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> Podsumowanie podstawowych zjawisk zachodzących przy przejściu cząstek przez materię, które mogą być wykorzystane przy detekcji promieniowania jonizującego; zasady opracowywania danych z detektora (efektywność detekcji, zdolności rozdzielcze, kalibracja, promieniowanie tła, szumy aparatury, zniszczenia radiacyjne). Omówienie podstawowych technik detekcji promieniowania jonizującego: scyntylatory, komory jonizujące, detektory półprzewodnikowe i promieniowania Czerenkowa, detektory 	

<p>śladowe ciała stałego (emulsje jądrowe, miki, plastiki, szkła), dozymetry (m. in. termoluminescencyjne) oraz komory pęcherzykowe, detektory przegrzanych kropel, detektory z granuliek nadprzewodzących oraz technik detekcji jak folie aktywowane.</p> <p>3. Projektowanie eksperymentów, współpraca różnego typu detektorów i związane z tym problemy.</p> <p>Wykład jest ilustrowany przykładami układów detekcyjnych aktualnie stosowanych, w szczególności w medycynie i w biologii oraz zastosowaniami akceleratorów w badaniach fizyki ciała stałego.</p>
<p><i>Proponowane podręczniki:</i> Konspekty wykładów dostępne w bibliotece IFD. W.R. Leo, <i>Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments</i>. C.F.G. Delaney, E.C. Finch, <i>Radiation Detectors</i>.</p>
<p><i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem:</i> Fizyka III i IV. <i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Wstęp do fizyki jądra atomowego i cząstek elementarnych.</p>
<p><i>Forma zaliczenia:</i> Na podstawie testu albo pracy opisującej projekt eksperymentu zrobiony przez studenta (projekt musi wykorzystać detektory omawiane na wykładzie).</p>

Przedmiot: 494 Statystyka dla fizyków	
Wykładowca: dr Roman Nowak	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ew./tydz.: 2
Kod: 11.204494	Liczba punktów kredytowych: 5
<p><i>Program:</i> Wykład obejmuje materiał teorii prawdopodobieństwa i klasycznej statystyki matematycznej na poziomie średnim. Wymaga od słuchacza znajomości podstaw rachunku różniczkowego i całkowego oraz wiedzy z zakresu opracowywania danych doświadczalnych na poziomie elementarnym, to jest takim, jaki jest wymagany na I Pracowni Fizycznej. Zakres wykładu obejmuje fundamentalne pojęcia rachunku prawdopodobieństwa: zmienną losową i jej rozkład, prawdopodobieństwo warunkowe i zdarzenia niezależne, twierdzenie Bayesa, funkcje zmiennych losowych, momenty rozkładów. Rozważane są podstawowe rozkłady prawdopodobieństwa (jednorodny, dwumianowy, wykładniczy, Poissona, normalny, chi-kwadrat, Studenta) i ich własności oraz zastosowania. W części dotyczącej statystyki matematycznej przedstawione są metody prezentacji danych, miary statystyczne i ich własności, metoda Monte Carlo, metody oceny parametrów (momentów, największej wiarygodności, minimalnych kwadratów i estymacji przedziałowej) oraz procedury testowania hipotez. Wykład adresowany jest do studentów IV i V roku specjalności fizyki jądrowej i fizyki cząstek elementarnych kierunku doświadczalnego, dlatego też ilustrowany jest przykładami z tych dziedzin.</p>	
<p><i>Proponowane podręczniki:</i> Do wykładu przygotowany jest skrypt osiągalny w bibliotece IFD i na WWW (http://www.fuw.edu.pl/~rjn/sdf.html).</p>	
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: ---</i>	
<p><i>Forma zaliczenia:</i> Egzamin pisemny.</p>	

Przedmiot: 495 Wybrane zagadnienia spektroskopii jądrowej	
Wykładowca: dr hab. Eryk Piasecki, dr Marek Pfützner	
Semestr: zimowy i letni	Liczba godzin wykład./tydz.: 1 Liczba godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 13.507495	Liczba punktów kredytowych: 2,5
Program: Semestr zimowy: dr hab. E. Piasecki - „Rozszczepienie jąder atomowych” 1. ABC rozszczepienia. 2. Rozkłady masowe, ładunkowe i energetyczne. 3. Moment pędu fragmentów rozszczepienia. 4. Emisja neutronów. 5. Emisja promieniowania gamma. 6. Teorie rozkładu masowego fragmentów. 7. Rozszczepienie jąder gorących. 8. Dyssypacja. Semestr letni: dr M. Pfützner - „Eksperymentalne badania egzotycznych jąder atomowych przy pomocy separatorów fragmentów reakcji” - (plan wykładu zostanie ogłoszony w późniejszym terminie). <i>Uwaga:</i> Wykład przeznaczony jest dla studentów IV i V roku oraz doktorantów specjalizujących się w fizyce jądra atomowego.	
Proponowane podręczniki:	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:	
Forma zaliczenia:	
Zaliczenie na podstawie obecności na wykładach.	

Przedmiot: 496 Niegaussowskie procesy stochastyczne - od nauk matematyczno-przyrodniczych po społeczno-ekonomiczne	
Wykładowca: prof. dr hab. Ryszard Kutner	
Semestr: letni	Liczba godzin wykład./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 13.204496	Liczba punktów kredytowych: 2,5
Wykład ma charakter interdyscyplinarny i jest skierowany do studentów i doktorantów pragnących zapoznać się z najistotniejszymi, „gorącymi” zagadnieniami fizyki statystycznej i dynamiki chaotycznej związanymi z procesami niegaussowskimi oraz ich różnorodnymi, coraz liczniejszymi zastosowaniami. Procesy gaussowskie pełnią tutaj rolę niezbędnego punktu odniesienia. Odpowiedź na pytanie: co łączy ze sobą odległe nieraz obszary wiedzy podane w programie wykładu jest natychmiastowa - rozkłady poszerzone tzn. posiadające części długozasięgowe tzw. algebraiczne „ogony”. Tego typu rozkłady są odpowiedzialne za efekty istotnie różne od tych do jakich prowadzi rozkład Gaussa. W trakcie wykładu przedstawiam doświadczalną podstawę procesów niegaussowskich m.in., niedebyeowską relaksację fotoprądu w układzie amorficznym. Teoretyczne wprowadzenie procesów niegaussowskich dokonuję poprzez błędzenia Weierstrassa-Mandelbrota w czasie ciągłym (‘continuous-time random walk’) - jest to naturalna droga do omówienia procesów Lévy’ego oraz zdarzeń rzadkich (ekstremalnych) leżących u ich podstawy. Wskazuję na rolę procesów niegaussowskich w różnych działach fizyki i poza nią, np. w zasto-	

sowaniach modeli używanych w fizyce do analizy rynków finansowych.

Program zajęć:

Wstęp: program komputerowy „LEVYDUAL.EXE” symulujący zarówno ruchy Browna jak i dwuwymiarowe przeloty Lévy’ego (do ściągnięcia spod adresu internetowego <http://primus.okwf.fuw.edu.pl/erka/DIDACT/LEVY/>)

I Procesy gaussowskie oraz wstęp do niegaussowskich

1. Ruchy Browna, opalescencja krytyczna i błękit nieba
2. Rola fluktuacji - podejście Einsteina i Smoluchowskiego
3. Proces Markowa, dyfuzja Ficka: centralne twierdzenie graniczne (CTG)
4. Funkcja charakterystyczna i funkcja kumulanty oraz ich własności
5. Wyznaczenie liczby Avogadro: doświadczenie Perrina
6. Wycena opcji Blacka-Scholesa: ekonofizyczna interpretacja dyfuzji Ficka
7. CTG a zanik potęgowej: „zderzenie dwóch światów”
8. Dyfuzja polimerów - korelacje długozasięgowe: pierwsze złamanie CTG
9. Szeregi czasowe indeksów giełdowych a średnia ruchoma
10. Funkcja autokorelacji a gęstość spektralna
11. ‘Volatility’ oraz korelacje wyższych rzędów

II Procesy niegaussowskie i niemarkowskie - uogólnione centralne twierdzenie graniczne

1. Fraktale matematyczne a fraktale fizyczne (prefraktale)
2. Transport dyspersyjny a relaksacja długozasięgowa:
 - foto-prądy
 - starzenie się szkła
 - rekombinacja w epitakcyjnym półprzewodniku
 - eksperyment kserograficzny
 - anomalna dyfuzja wodoru w metalach amorficznych
3. Błądzenia w czasie ciągłym (‘continuous-time random walk’) i grupa renormalizacji:
 - hierarchiczne pułapowanie w deterministycznym chaosie, przeloty i spacery Weierstrassa-Mandelbrota
 - procesy Lévy’ego: stochastyczna hierarchiczność, samopodobieństwo i samopodobinowactwo, niejednorodne równanie skalowania, singularność i krytyczność, propagatory i rozkłady - zdarzenia rzadkie (ekstremalne)
4. Uogólnione równanie mistrza (z pamięcią), ułamkowe równanie Fokkera-Plancka, równanie telegrafistów, dyfuzja anomalna i skalowanie:
 - turbulencje (dynamika chaotyczna)
 - „taksówka” chemiczna (biologia)
 - przeloty albatrosów (ekologia)
 - indeksy giełdowe (ekonofizyka)
 - „diagram fazowy” dyfuzji (anomalnej i normalnej).

UWAGA: zakres realizacji powyższego programu jest zależny od stopnia zaawansowania słuchaczy.

Proponowane podręczniki:

Literatura wprowadzająca

- J. Klafter, M. F. Shlesinger, G. Zumofen, *Beyond Brownian Motion*, Physics Today **49** (1996) 33
 M. Zaslavsky, *Chaotic dynamics and the origin of statistical laws*, Physics Today, **52** (1999) 39
 D. Stauffer and H.E. Stanley, *From Newton to Mandelbrot. A primer in theoretical physics with fractals for the personal computer*.
 S. Chandrasekhar, M. Kac, R. Smoluchowski, *Marian Smoluchowski His Life and Scientific Work*.
 S. Chandrasekhar, *Stochastic Problems in Physics and Astronomy*, Review of Modern Physics **15** (1943) 1
 N.G. van Kampen, *Procesy stochastyczne w fizyce i chemii*.

<p>Literatura zasadnicza J. Haus and K. W. Kehr, <i>Diffusion in Regular and Disordered Lattices</i>, Physics Reports 150 (1987) 263 J.-P. Bouchaud and A. Georges, <i>Anomalous Diffusion in Disordered Media: Statistical Mechanisms, Models and Physical Applications</i>, Phys. Rep. 195 (1990) 127 L.P. Kadanoff, <i>From Order to Chaos. Essays: Critical, Chaotic and Otherwise</i>, World Scient. Series on Nonlinear Science Series A, Vol.1, ser. Ed. L.O. Chua (World Scient., Singapore 1993) M. F. Schlesinger, G. M. Zaslavsky, U. Frisch (Eds.), <i>Levy Flights and Related Topics in Physics</i>, Lecture Notes in Physics 450 (Springer-Verlag, Berlin 1995) A. Bunde and S. Havlin (Eds.), <i>Fractals in Science</i> (Springer-Verlag, Berlin 1995) A. Bunde and S. Havlin (Eds.), <i>Fractals in Disordered Systems</i> (Second Revised and Enlarged Edition, Springer-Verlag, Berlin 1996) R. Kutner, A. Pękalski, K. Sznajd-Weron (Eds.), <i>Anomalous Diffusion. From Basis to Applications</i>, Lecture Notes in Physics, 519 (Springer-Verlag, Berlin 1999) W. Paul and J. Baschnagel, <i>Stochastic Processes. From Physics to Finance</i> (Springer-Verlag, Berlin 1999) R. N. Mantegna and H. E. Stanley, <i>An Introduction to Econophysics. Correlations and Complexity in Finance</i> (Cambridge Univ. Press, Cambridge 2000; tłumaczenie PWN 2001) D. Sornette, <i>Critical Phenomena in Natural Sciences. Chaos, Fractals, Selforganization and Disorder: Concepts and Tools</i> (Springer-Verlag, Berlin 2000) J.-P. Bouchaud and M. Potters, <i>Theory of Financial Risks. From Statistical Physics to Risk Management</i> (Cambridge University Press, Cambridge 2001) J. Czekaj, M. Woś, J. Żarnowski, <i>Efektywność giełdowego rynku akcji w Polsce</i> (PWN, Warszawa 2001).</p> <p><i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem:</i> Mechanika klasyczna, Termodynamika, Fizyka statystyczna (od roku 2002/2003 Termodynamika fenomenologiczna i Mechanika statystyczna), Procesy stochastyczne.</p> <p><i>Forma zaliczenia:</i> Egzamin</p>

Przedmiot: 497 Symulacje w materii skondensowanej	
Wykładowca: prof. dr hab. Ryszard Kutner	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 13.204497	Liczba punktów kredytowych: 2,5
<p><i>Celem zajęć jest analiza wybranych zagadnień fizyki materii skondensowanej za pomocą symulacji typu statystycznego (metody Monte Carlo) oraz typu deterministycznego (dynamika molekularna). Ogólnie biorąc, zajęcia budują pomost pomiędzy fizyką a symulacjami numerycznymi. Obszerniejsze omówienie wykładu wraz z przykładowym oprogramowaniem można znaleźć pod adresami internetowymi:</i> http://primus.okwf.fuw.edu.pl/erka/Symul_W.htm http://primus.okwf.fuw.edu.pl/erka/ http://primus.okwf.fuw.edu.pl/erka/DIDACT/ http://tempac.fuw.edu.pl/erka/</p> <p><i>Program:</i> Wykład obejmuje zastosowanie wybranych metod numerycznych i algorytmów w fizyce materii skondensowanej. Wybrane tematy z fizyki materii skondensowanej:</p>	

<ol style="list-style-type: none"> 1. Elementy fizyki statystycznej i termodynamiki małych układów. 2. Transport jonowy, dyfuzja i relaksacja. 3. Dynamiczne własności polimerów. 4. Układy nieuporządkowane: stopy, szkła spinowe. 5. Elementy fizyki przejść fazowych w układach magnetycznych. Turbulencja w hydrodynamice - elementy. 6. Zagadnienia niecałkowalne w mechanice nieliniowej. 7. Relacje: mechanika - fizyka statystyczna / termodynamika. <p>Część A: Zastosowanie metod Monte Carlo w fizyce materii skondensowanej:</p> <p>A1. Statyczne metody Monte Carlo.</p> <p>A2. Dynamiczna metoda Monte Carlo: równanie ewolucji typu master ? kinetyczny model Isinga-Kawasaki.</p> <p>A3. Technika grupy renormalizacji w metodach Monte Carlo.</p> <p>A4. Metoda Monte Carlo typu "path probability".</p> <p>A5. Kwantowe metody Monte Carlo.</p> <p>A6. Automaty komórkowe Wolframa w fizyce ośrodków ciągłych.</p> <p>Część B: Zastosowanie metod dynamiki molekularnej w fizyce materii skondensowanej:</p> <p>B1. Wybrane metody numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych.</p> <p>B2. Wybrane metody numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych cząstkowych, głównie zachowawczych, w zastosowaniu do fizyki ośrodków ciągłych.</p> <p>B3. Rozwiązywanie numeryczne wybranych zagadnień własnych w mechanice kwantowej.</p> <p><i>Proponowane podręczniki:</i></p> <p>D. Potter, <i>Metody obliczeniowe fizyki</i>.</p> <p>S.E. Koonin, <i>Computational physics</i>.</p> <p><i>Monte Carlo methods in statistical physics</i>, Topics in Current Physics t. VII, red. K. Binder.</p> <p><i>Applications of the Monte Carlo methods in statistical physics</i>, Topics in Current Physics, vol 36, red. K. Binder.</p> <p>R.W. Hockney, J.W. Eastwood, <i>Computer simulation using particles</i>.</p> <p>A. Björck, G. Dahlquist, <i>Metody numeryczne</i>.</p> <p>A. Krupowicz, <i>Metody numeryczne zagadnień początkowych równań różniczkowych zwyczajnych</i>.</p> <p>R. Kutner, <i>Elementy mechaniki numerycznej</i>, z oprogramowaniem komputerowym.</p> <p>R. Kutner, <i>Elementy fizyki statystycznej w programach komputerowych. Cz.I. Podstawy probabilistyczne</i>.</p> <p>D.P. Landau, K. Binder, <i>A Guide to Monte Carlo Simulations in Statistical Physics</i>.</p> <p><i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem:</i></p> <p>Programowanie, Analiza matematyczna, Mechanika klasyczna, Fizyka statystyczna, Termodynamika (od roku 2002/2003 Termodynamika fenomenologiczna i Mechanika statystyczna).</p> <p><i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i></p> <p>Metody numeryczne.</p> <p><i>Forma zaliczenia:</i></p> <p>Egzamin.</p>

Przedmiot: 530 Nieliniowe przetwarzanie obrazów	
Wykładowca: prof. dr hab. Tomasz Szoplik	
Semestr: letni	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ew./tydz.: 2
Kod: 13.205530	Liczba punktów kredytowych: 5
Program:	

<ol style="list-style-type: none"> 1. Optyczne układy liniowe: zasada superpozycji, odpowiedź impulsowa, funkcja przenoszenia modulacji, splot, korelacja. Optyczne metody wykonywania splotu: korelator 4f i korelatory cieniowe. Procesory optoelektroniczne i ich architektura. 2. Detekcja sygnałów optycznych. 3. Anamorficzne przekształcenie Fouriera i jego zastosowania. 4. Nieliniowe przetwarzanie obrazów w płaszczyźnie Fouriera: filtracja widma, przetwarzanie półtonowe, modulacja theta, pseudokolorowanie, wizualizacja obiektów fazowych. 5. Nieliniowe przetwarzanie obrazów w płaszczyźnie obrazu. Klasyczne filtry cyfrowe do wzmacniania szczegółów. Dekompozycja progowa. Optyczna metoda liczenia lokalnych histogramów. 6. Nieliniowe filtry porządkujące. Definicje filtrów typu L, R i M. Działanie filtrów porządkujących na szum, krawędzie oraz linie. Kryteria oceny działania filtrów. Twierdzenia o filtrach medialnych. 7. Przetwarzanie morfologiczne. Podstawowe operacje i filtry. Algorytmy odszumiania i wzmacniania szczegółów. 8. Koncepcja mikrooptyki. Układy mikro-opto-elektro-mechaniczne. Displeje MOEMS. 9. Idea światłowodów i kryształów fotonicznych. 10. Idea metamateriałów.
<p><i>Proponowane podręczniki:</i></p> <p>I. Pitas, A.N. Venetsanopoulos, <i>Nonlinear Digital Filters. Principles and applications</i>.</p> <p>J. Serra, <i>Image analysis and mathematical morphology</i>.</p> <p>T. Szoplik (red.), <i>Morphological image processing. Principles and optoelectronic implementations</i>, SPIE Milestone series, vol. 127, Bellingham (1996).</p> <p>Z. Bielecki, A. Rogalski, <i>Detekcja sygnałów optycznych</i>, WNT, Warszawa (2001).</p>
<p><i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i></p> <p>Optyka fourierowska, Optyczne przetwarzanie informacji.</p>
<p><i>Forma zaliczenia:</i></p> <p>Egzamin.</p>

Przedmiot: 531 Elementy fotoniki w optyce informacyjnej	
Wykładowca: prof. dr hab. Katarzyna Chałasińska-Macukow	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykład./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 13.205531	Liczba punktów kredytowych: 2,5
<p><i>Program:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fotonika - czy to coś nowego? 2. Elementy fotoniczne w technikach informacyjnych i telekomunikacji optycznej: <ol style="list-style-type: none"> a. źródła światła - lasery, diody laserowe, macierze mikrolaserów; b. przestrzenne modulatory światła, „smart pixels”, displeje; c. połączenia optyczne (w wolnej przestrzeni, światłowody); d. detekcja sygnałów optycznych, kamery CCD, CMOS itd; e. zintegrowane elementy optyczne, mikrooptyka, MOEMS. f. optyka fotorefrakcyjna (dostępne materiały, mieszanie czterech fal, zastosowania) 3. Rozwiązania optyczne w technikach informacyjnych. 4. Telekomunikacja optyczna - schemat ogólny sieci, sieć przezroczysta, wkład optyki. 5. Kryptografia optyczna, systemy zabezpieczające i identyfikacja. Metody biometryczne. <p><i>Cel wykładu:</i> Wykład przeznaczony jest przede wszystkim dla studentów specjalizacji <i>Optyka fourierowska i przetwarzanie informacji</i>.</p>	

<p><i>Proponowane podręczniki:</i> Wykład oparty jest na najnowszych doniesieniach opublikowanych w czasopismach optycznych. Nie istnieje żaden podręcznik, który w znacznej mierze pokrywałby się z jego treścią. Odbitki najważniejszych prac i notatki wykładowcy są dostępne dla słuchaczy. Wiadomości podstawowe z dziedziny optycznego przetwarzania informacji i optyki statystycznej można znaleźć w: K. Gniadek, <i>Optyczne przetwarzanie informacji</i>. J.W. Goodman, <i>Optyka statystyczna</i>.</p>
<p><i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Optyka fourierowska - ćwiczenia i egzamin, Optyczne przetwarzanie informacji - ćwiczenia i egzamin.</p>
<p><i>Forma zaliczenia:</i> Egzamin ustny.</p>

Przedmiot: 547 Fizyka chmur i układów chmurowych.	
Wykładowca: prof. dr hab. Krzysztof Haman	
Semestr: letni i zimowy	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 07.705547	Liczba punktów kredytowych: 5
<p><i>Program:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> Wiadomości wstępne. Struktura fizyki chmur: mikrofizyka, dynamika (makrofizyka), fizyka układów chmurowych. Elementy mikrofizyki chmur. Kondensacja i koalescencja. Widmo wielkości cząstek chmurowych i jego transformacja. Mechanizm „ciepłego deszczu” i mechanizm trójfazowy. Klasyfikacja chmur. Podstawy dynamiki chmur. Wciąganie i wymiana masy, podstawy modelu jednowymiarowego (termal i struga stacjonarna). Fenomenologia i dynamika rozwoju chmur konwekcyjnych Cu i Cb. Cykl rozwojowy chmur jednokomórkowych Cu i Cb. Struktura prądów wstępujących i zstępujących. Procesy mieszania i ich analiza. Mechanizmy generacji podtrzymywania prądów zstępujących. Rola opadu w dynamice prądów zstępujących. "Downburst". Rola gradientu wiatru w rozwoju chmur konwekcyjnych. Układy wielokomórkowe i ich propagacja. Superkomórki i ich propagacja. Rola opadu w mechanizmie propagacji chmur wielokomórkowych. Elementy fenomenologii i dynamiki chmur warstwowych, warstwowo-kłębiastych i falowych (Ci, Cs, Cc, As, Ac, Ns, Sc, St) Fenomenologia i dynamika układów chmurowych. Rola konwergencji poziomej jako prekursora rozwoju konwekcji i czynnika stabilizującego konwekcję. Konwekcja mezoskalowa (quasihydrostatyczna). Linie i grzędy chmurowe. Oddziaływanie pomiędzy falami grawitacyjnymi i konwekcją. Linie szkwałowe. Mezoskalowe kompleksy konwekcyjne (MCC). Sprężenia pomiędzy konwekcją chmurową (wypornościową) i mezoskalową (quasihydrostatyczna). CISK i CISK. Niestabilność symetryczna. Układy chmur frontowych. Modelowanie matematyczne chmur i układów chmurowych. Równania ruchu w formie ogólnej. Filtracja fal akustycznych. Aproksymacja Businesq'a i anelastyczna. Układy współrzędnych stosowane w modelowaniu chmur. Informacja o metodach numerycznych stosowanych w modelach chmurowych. Warunki początkowe i brzegowe oraz związane z nimi ograniczenia. Parametryzacja procesów podskalowych (turbulencji). Parametryzacja procesów opadowych (w szczególności parametryzacja Kesslera). Problemy parametryzacji konwekcji w modelach wieloskalowych. Przykłady modeli chmurowych. 	

<i>Proponowane podręczniki:</i> R. R. Rogers, M. K. Yau, <i>A short course in cloud physics</i> . R. A. Houze, <i>Cloud dynamics</i> . W. R. Cotton, I. R. A. Anthes, <i>Storm and cloud dynamics</i> . F. H. Ludlam, <i>Clouds and storms</i> .
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Meteorologia teoretyczna
<i>Forma zaliczenia:</i> Zaliczenie na podstawie obecności na wykładach.

Przedmiot: 548 Wstęp do fizyki magnetyzmu	
Wykładowca: prof. dr hab. Andrzej Twardowski	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ew./tydz.: 0
Kod: 13.205548	Liczba punktów kredytowych: 2,5
<p><i>Celem wykładu jest przedstawienie podstaw fizyki magnetyzmu. Omówione zostaną: podstawowe wielkości magnetyczne, natura magnetyzmu, magnetyzm izolowanych jonów oraz kolektywne własności układów oddziałujących centrów magnetycznych. W odróżnieniu od klasycznego kursu elektrodynamiki nacisk położony będzie na mikroskopowe zjawiska i mechanizmy prowadzące do magnetyzmu materii, w szczególności kryształów.</i></p> <p><i>Program:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Podstawowe wielkości magnetyczne. 2. Termodynamika magnetyzmu. 3. Idealne, nieoddziałujące momenty magnetyczne (spiny). 4. Swobodne jony i atomy. 5. Pole krystaliczne i efektywne spiny. 6. Oddziaływanie między jonami magnetycznymi. 7. Porządek magnetyczny dalekiego zasięgu (układy ferro- i antyferromagnetyczne). 8. Faza paramagnetyczna układów oddziałujących. 9. Faza ferromagnetyczna. 10. Domeny ferromagnetyczne. 11. Szkła spinowe. 12. Półprzewodniki magnetyczne i półmagnetyczne. <p>Wykład adresowany jest do studentów nie posiadających prawie żadnej wiedzy magnetycznej. Wymagana jest jedynie znajomość elektrodynamiki na poziomie równań Maxwella i mechaniki kwantowej. Wykład ma zapoznać studentów z zagadnieniami stanowiącymi podstawę zagadnień współczesnego magnetyzmu. Zakłada się, że po wysłuchaniu wykładu student będzie mógł poruszać się po aktualnej literaturze magnetycznej.</p>	
<i>Proponowane podręczniki:</i> C. Kittel, <i>Wstęp do fizyki ciała stałego</i> . A.H. Morrish, <i>Fizyczne podstawy magnetyzmu</i> . R.M. White, <i>Kwantowa teoria magnetyzmu</i> . D.C. Mattis, <i>Theory of magnetism</i> .	
<i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem:</i> Wstęp do optyki i fizyki ciała stałego. <i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Fizyka II- elektryczność i magnetyzm, Mechanika kwantowa I.	
<i>Forma zaliczenia:</i> Egzamin ustny.	

Przedmiot: 549 Półprzewodniki półmagnetyczne / Diluted Magnetic Semiconductors (wykład w języku angielskim)	
Wykładowca: prof. dr hab. Jan Gaj	
Semestr: letni	Liczba godzin wykład./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 13.205549	Liczba punktów kredytowych: 2,5
Program: <ol style="list-style-type: none"> 1. Idea i początki. 2. Oddziaływanie sp-d i gigantyczne efekty magnetoptyczne w litych kryształach. 3. Oddziaływanie d-d i metody jego badania. 4. Przybliżenie pola średniego dla struktur kwantowych, profile powierzchni granicznych (spin tracing). 5. Rola fluktuacji magnetycznych. 6. Wpływ nośników prądu na właściwości magnetyczne w kryształach objętościowych i strukturach kwantowych. Program: <ol style="list-style-type: none"> 1. Idea and beginnings. 2. Carrier-ion sp-d interaction and giant magnetooptic effects in bulk crystals. 3. Ion-ion d-d interaction and its experimental determination. 4. Mean field approximation for quantum structures, interface profiles (spin tracing). 5. Role of magnetic fluctuations. 6. Influence of carriers on magnetic properties of bulk crystals and quantum structures. 	
Proponowane podręczniki / Suggested reading: J.K. Furdyna, J. Kossut (Eds.), <i>Semiconductors and Semimetals</i> , vol. 25. <i>Diluted Magnetic semiconductors</i> , Academic Press 1988. M. Jain (Ed.), <i>Diluted Magnetic semiconductors</i> , World Scientific 1991. N.W. Ashcroft, N.D. Mermin, <i>Fizyka Ciała Stałego / Solid State Physics</i> . H. Ibach, H. Lüth, <i>Fizyka Ciała Stałego / Solid State Physics</i> . Będą też dostępne notatki wykładowe w języku angielskim / <i>Lecture notes</i> .	
Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem: Fizyka ciała stałego, Wstęp do fizyki magnetyzmu. Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Wstęp do optyki i fizyki ciała stałego.	
Forma zaliczenia: Egzamin ustny / Exam: oral.	

Przedmiot: 590 Between magnetism and superconductivity	
Wykładowca: dr hab. Andrzej Golnik	
Semestr: letni	Liczb godzin wykład./tydz.: 2 Liczb godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 13.205590	Liczba punktów kredytowych: 2,5
Program: <ol style="list-style-type: none"> 1. Magnetyzm metali, diamagnetyzm Landaua, paramagnetyzm Pauliego, antysymetryzacja funkcji falowej, magnetyzm pasmowy, model Stonera, ciecz Fermiego, 2. Elementy modelu BCS, oddziaływanie elektron-fonon, para Coopera, model BCS dla $T=0$ i $T>0$, przerwa energetyczna 	

<p>3. Fenomenologia nadprzewodnictwa, równania Londonów, efekt Meissnera, nadprzewodnictwo II rodzaju, sieć wirów, prądy krytyczne, model Beana</p> <p>4. Diagram fazowy nadprzewodników wysokotemperaturowych, faza antyferromagnetyczna, szkło spinowe, „stripe phase”, pseudoprzerwa</p> <p>5. Współistnienie nadprzewodnictwa i ferromagnetyzmu w $\text{RuSr}_2\text{GdCu}_2\text{O}_8$</p> <p>Uwaga: wykład w języku angielskim.</p>
<p><i>Proponowane podręczniki:</i></p> <p>H. Ibach, H. Lüth, <i>Fizyka Ciała Stałego / Solid State Physics. An Introduction to Principles of Material Science.</i></p> <p>M. Cyrot, D. Pavuna, <i>Wstęp do nadprzewodnictwa, Nadprzewodniki wysokotemperaturowe. / Introduction to Superconductivity and High-T_C Materials.</i></p> <p>C. Kittel <i>Wstęp do fizyki ciała stałego / Introduction to solid state physics.</i></p> <p>M. Tinkham, <i>Introduction to Superconductivity.</i></p>
<p><i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i></p> <p>Wstęp do optyki i fizyki ciała stałego.</p> <p><i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem:</i></p> <p>Fizyka ciała stałego, Wstęp do fizyki magnetyzmu.</p>
<p><i>Forma zaliczenia:</i></p> <p>Egzamin ustny.</p>

Przedmiot: 592 Metody fizyki w ekonomii - wprowadzenie	
Wykładowca: prof.dr hab. Ryszard Kutner	
Semestr: letni	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ew./tydz.: 0
Kod: 13.205592	Liczba punktów kredytowych: 2,5
<p><i>Cel wykładu:</i> przedstawienie metod, modeli i teorii stosowanych przez fizyków do analizy rynków finansowych oraz ich weryfikacja w oparciu o dane empiryczne pochodzące z rynków finansowych.</p> <p><i>Uwaga:</i> materiał uzupełniający został ponumerowany</p> <p><i>Program:</i> ramowy, rozszerzony</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie • Hipoteza efektywnego rynku • Błądzenie przypadkowe • Procesy stochastyczne Lévy'ego a twierdzenia graniczne • Skale dla danych finansowych: analiza danych empirycznych • Stacjonarność i korelacje czasowe • Korelacje w finansowych szeregach czasowych • Stochastyczne modele dynamiki cen • Skalowanie, poprawki do skalowania oraz łamanie skalowania • Rynki finansowe a turbulencja • Modele mikroskopowe rynków finansowych 1. Korelacje pomiędzy akcjami 2. Taksonomia portfela inwestora giełdowego 3. Opcje na rynku idealnym 4. Opcje na rynkach rzeczywistych. <p><i>Uwaga:</i></p> <p>Na wykładzie przedstawiam zagadnienia wybrane, także przez słuchaczy, z powyższego, roz-</p>	

<p>szerzonego ramowego programu; program szczegółowy można znaleźć w internecie pod adresem: http://front.fuw.edu.pl/studia/?title=propekonofiz</p> <p><u>Proponowane podręczniki i artykuły:</u></p> <p><u>Literatura podstawowa</u></p> <p>W. Paul, J. Baschnagel, <i>Stochastic Processes. From Physics to Finance</i>.</p> <p>A. Weron, R. Weron, <i>Inżynieria finansowa: Wycena instrumentów pochodnych, Symulacje komputerowe, Statystyka rynku</i>.</p> <p>R.N. Mantegna, H.E. Stanley, <i>An introduction to Econophysics. Correlations and Complexity in Finance</i>, (istnieje polski przekład pt.: <i>Ekonofizyka. Wprowadzenie</i>, WN PWN, Warszawa 2001).</p> <p>J.-P. Bouchaud, <i>Theory of Financial Risks. From Statistical Physics to Risk Management</i>.</p> <p>B.M. Roehner, <i>Patterns of Speculation. A Study in Observational Econophysics</i>.</p> <p><u>Literatura uzupełniająca</u></p> <p>I. Kondor, J. Kertesz (Eds.), <i>Econophysics an Emerging Science</i>.</p> <p>F. Schweitzer, D. Helbing, <i>Economic Dynamics from the Physics Point of View</i>, Physica A 287, Nos.3-4 (2000).</p> <p>J.-P. Bouchaud, M. Marsili, B.M. Roehner (Eds.), <i>Application of Physics in Economic Modeling</i>. Physica A 299, Nos.1-2 (2001).</p> <p>I. Kanter, R. Berkovits, S. Havlin, M. Kaveh, <i>Frontiers in the Physics of Complex Systems</i>, Physica A 302, Nos.1-4 (2001).</p> <p>D. Sornette, <i>Critical Phenomena in Natural Sciences. Chaos, Fractals, Selforganization and Disorder: Concepts and Tools</i>, (Springer-Verlag, Berlin 2000).</p> <p>D. Sornette, <i>Why Stock Markets Crash: Critical Events in Complex Financial Systems</i>, (Princeton Univ. Press, Princeton 2002).</p> <p>W. Schoutens, <i>Levy Processes in Finance: Pricing Financial Derivatives</i>, (John Wiley & Sons, New York 2003).</p> <p>F. Schweitzer, <i>Brownian Agents and Active Particles</i>, (Springer-Verlag, Berlin 2003).</p> <p><u>Prace własne</u></p> <p>R.K., <i>Extreme events as foundation of Lévy walks with varying velocity</i>, Chem. Phys. 284 (2000) 481-505.</p> <p>R.K., <i>Stock market context of the Lévy walks with varying velocity</i>, Physica A 284 (2002) 786-795.</p> <p>R.K., <i>Higher-order analysis within Weierstrass hierarchical walks</i>, Comp. Phys. Comm. 147 (2002) 565-569.</p> <p>R.K., F. Świtała, <i>Stochastic simulations of time series within Weierstrass-Mandelbrot walks</i>, Quantitative Finance Vol.3 (2003) 201-211.</p> <p><u>Zajęcia zalecane do zaliczenia przed wykładem lub odbywane równolegle:</u></p> <p>Matematyka finansowa (program wykładu można znaleźć w internecie pod adresem: http://front.fuw.edu.pl/studia/?title=matfinans),</p> <p>Niegaussowskie procesy stochastyczne w materii skondensowanej z elementami ekonofizyki (http://primus.okwf.fuw.edu.pl/erka/Wyklad_monograficzny.html),</p> <p>Statystyka dla fizyków (http://www.fuw.edu.pl/~rjn/sdf.html), Symulacje komputerowe w fizyce (http://primus.okwf.fuw.edu.pl/erka/Symul_W.htm),</p> <p>Wybrane zagadnienia fizyki statystycznej, Modele nierównowagowej fizyki statystycznej: ścisłe rozwiązania.</p> <p><u>Forma zaliczenia:</u></p> <p>Praca przejściowa lub egzamin ustny.</p>
--

Przedmiot: 593 From Neutrinos to Cosmic Sources
Wykładowca: dr hab. Danuta Kielczewska and doc. dr hab. Ewa Rondio

Semestr: letni	<i>Liczba godzin wykład./tydz.:</i> 2 <i>Liczba godzin ćw./tydz.:</i> 0
Kod: 13.205593	<i>Liczba punktów kredytowych:</i> 2,5
<p>Program: Recent discovery of neutrino oscillations is considered as the most important experimental achievement in high energy physics. The goal of the course is to present current status of the neutrino physics to students with only very basic understanding of ideas of high energy physics.</p> <p>Lecture topics:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Introduction to the Standard Model 2. A brief history of the neutrino physics. 3. Available sources of neutrinos 4. Neutrino detection techniques with examples of current and planned experiments. 5. Neutrino oscillations including matter effects 6. Evidence of the oscillation of atmospheric neutrinos. 7. Observations of solar neutrino oscillations. 8. Studies of reactor neutrinos 9. First results of the long-baseline neutrino experiments. 10. Direct neutrino mass measurements 11. Searches for neutrino-less double beta decays 12. Supernova neutrinos 13. Neutrinos and cosmology 14. Future of the neutrino physics 15. A summary of informations about neutrino masses and mixing and implications for the mass of the Universe. <p>Uwaga: Wykład prowadzony w języku angielskim Konspekty wykładów są zamieszczane na stronie: http://hep.fuw.edu.pl/neutrino/wyklad/index.html</p>	
<p>Proponowane podręczniki: D. H. Perkins, <i>Introduction to High Energy Physics</i>, 2000. D. Caldwell(ed.), <i>Current Aspects of Neutrino Physics</i>, 2001.</p>	
<p>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Zalecane zaliczenie: Mechaniki kwantowej.</p>	
<p>Forma zaliczenia: Egzamin ustny: zreferowanie jednego z wybranych tematów.</p>	

Fizyka Teoretyczna i Astronomia

Przedmiot: 333 Szczególna Teoria Względności
Wykładowca: prof. dr hab. Stanisław Bazański

Semestr: zimowy	Liczba godzin wykł./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 1
Kod: 13.203333	Liczba punktów kredytowych: 3,5
<p>Program:</p> <p>W wykładzie w sposób możliwie jednolity i systematyczny przedstawione zostaną podstawy szczególnej teorii względności i klasycznej fizyki relatywistycznej, w sytuacjach gdy zaniebierać można pole grawitacyjne. Szczególny nacisk położony zostanie na geometryczne aspekty tych teorii.</p> <p>Istniejące metody wykładu szczególnej teorii względności można przede wszystkim podzielić na dwie diametralnie odmienne klasy. Pierwsza z nich, historyczna, naśladuje w ten lub inny sposób postępowania przeprowadzone około roku 1905 przez Lorentza, Poincarého i Einsteina mające na celu uzyskanie elektrodynamiki ciał w ruchu. Natomiast druga, na którą składa się zespół heurystycznych postępowania rozmaitych autorów, nie wyłączając samego Einsteina w okresie po roku 1905, polega na mniej lub bardziej przekonującym takim uogólnianiu własności przestrzeni, czasu i praw mechaniki Newtona, aby otrzymać czasoprzestrzeń Minkowskiego i zasady klasycznej fizyki relatywistycznej. Podejście geometryczne w naturalny sposób faworyzuje ten drugi sposób wykładu, którego jedną z możliwych realizacji będzie metoda przyjęta tu przeze mnie. W wykładzie zostanie bowiem m.in. wyjaśnione, że zgodnie ze swego rodzaju uogólnieniem programu zaproponowanego przez Feliksa Kleina w jego wykładzie inauguracyjnym w Uniwersytecie w Erlangen w r. 1872, zbiór zdarzeń w mechanice newtonowskiej, opisywanych przez pary (r, t), gdzie r są wszystkimi możliwymi wartościami wektorów wodzących opisujących położenia dowolnego punktu materialnego mechaniki Newtona, a t wszystkimi możliwymi wartościami chwil czasów, w których punkt materialny może znaleźć się w tych położeniach, jest swego rodzaju geometrią - zwaną czasoprzestrzenią Galileusza. Bardzo naturalnym uogólnieniem tej geometrii, z punktu widzenia pewnych wymagań natury fizycznej, okaże się inna geometria - tzw. Czasoprzestrzeń Minkowskiego, będąca areną zdarzeń klasycznej fizyki relatywistycznej.</p> <p>Oto bardziej szczegółowy plan materiału, który zostanie objęty wykładem.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Zasada bezwładności. 2. Czasoprzestrzeń Galileusza. 3. Fizyczny rodowód szczególnej teorii względności. 4. Geometryczne podejście do stosowanego przez Einsteina sposobu konstrukcji czasoprzestrzeni szczególnej teorii względności 5. Czasoprzestrzeń Minkowskiego. 6. Grupa Lorentza i grupa Poincarého. 7. Diagram Minkowskiego. 8. Kinematyka relatywistyczna. 9. Wybrane zagadnienia dynamiki relatywistycznej punktu materialnego i ośrodka ciągłego. 10. Wybrane zagadnienia klasycznej teorii pola elektromagnetycznego. <p>Zakładam, że słuchacze opanowany mieć będą materiał co najmniej dwóch pierwszych lat studiów fizyki na naszym Wydziale. Znajomość elementów szczególnej teorii względności też nie będzie przeszkodą w zrozumieniu tego wykładu (;-)).</p>	
<p>Proponowane podręczniki:</p> <p>Wykład w swym zamierzeniu jest wykładem autorskim. Nie ma więc podręcznika, który w całości odpowiadałby przyjętemu prze mnie układowi. Przy przygotowywaniu poszczególnych fragmentów, będę oczywiście korzystał z istniejących opracowań. Pozycje bibliograficzne dotyczące takich fragmentów podane zostaną podczas wykładu.</p>	
<p>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: --</p> <p>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem: --</p>	
<p>Forma zaliczenia:</p> <p>Obecność na wykładach i ćwiczeniach.</p>	

Kolokwium pisemne na ocenę po semestrze zimowym.
Egzamin ustny w zimowej sesji egzaminacyjnej.

Przedmiot: 459 Ogólna teoria względności i grawitacja	
Wykładowca: prof. dr hab. Jerzy Lewandowski	
Semestr: zimowy i letni	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 13.204459	Liczba punktów kredytowych: 10
Program: Wykład jest przeznaczony dla: studentów IV-go roku, zainteresowanych studentów III-go i innych lat. Zagadnienia: STW i geometryczny opis czasoprzestrzeni, fizyczne i geometryczne znaczenie krzywizny, równania Einsteina, newtonowska granica i promieniowanie, czasoprzestrzeń symetryczna, podstawowe rozwiązania i ich znaczenie fizyczne (DS, ADS, Robertson-Walker, Schwarzschild, Kerr, Robinson-Trautman), struktura przyczynowa czasoprzestrzeni, asymptotyczna płaskość i energia, geometria i mechanika nieskończoności, problem początkowy dla równań Einsteina, czasoprzestrzenie osobliwości, czarne dziury, osobliwość początkowa.	
Proponowane podręczniki: A. Einstein, <i>Relativity</i> . A. Szymacha, <i>Szczególna Teoria Względności</i> . R. M. Wald <i>General Relativity</i> . S.W. Hawking, G.F.R Ellis, <i>The large scale structure of space-time</i> .	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Konieczna znajomość: kursu z matematyki i fizyki I i II rok, ze szczególnym uwzględnieniem rachunku form różniczkowych. Przydatna znajomość: geometrii różniczkowej.	
Forma zaliczenia:	

Przedmiot: 465 Renormalizacja hamiltonianów w kwantowej teorii pola	
Wykładowca: prof. dr hab. Stanisław Głazek	
Semestr: letni	Liczba godzin wykl./tydz.: 3 Liczba godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 13.204465	Liczba punktów kredytowych: 4
Program: Omówione zostaną zasady konstrukcji teorii kwantowych z uwzględnieniem osobliwości, które powstają wtedy, gdy rozmiary zjawisk obserwowanych doświadczalnie są znacznie większe od rozmiarów elementarnych stopni swobody w podstawowej teorii (taka sytuacja charakteryzuje większość teorii mikroskopowych). Gdy stosunek tych rozmiarów dąży do nieskończoności i prowadzi do rozbieżności w wynikach obliczeń teoretycznych, wtedy niezbędna jest procedura renormalizacji, która służy do wyprowadzenia skończonej teorii efektywnej, tzn. takiej, która opisuje zjawiska mierzalne za pomocą nowych parametrów, odnoszących się tylko do zjawisk o rozmiarach dostępnych w doświadczeniu. Materiał wykładu będzie ilustrowany prostymi przykładami, które ułatwiają zrozumienie.	
1. Przykłady teorii fizycznych, które prowadzą do rozbieżności: zespoły statystyczne, równanie Schroedingera, elektrodynamika kwantowa, relatywistyczna fizyka jądrowa, chromodynamika kwantowa	

2. Renormalizacja potencjału typu delta-Diraca w równaniu Schroedingera
3. Renormalizacja obserwabli (np. macierzy rozpraszania)
4. Pojęcie grupy renormalizacji dla hamiltonianów według Wilsona
5. Cykl graniczny i rola stanów związanych w teoriach podstawowych
6. Teoria efektywna i pojęcie uniwersalności teorii efektywnych
7. Renormalizacja hamiltonianów za pomocą transformacji podobieństwa
8. Formy dynamiki hamiltonowskiej w klasyfikacji Diraca
9. Procedura grupy renormalizacji dla cząstek efektywnych
10. Renormalizacja generatorów grupy Poincare
11. Oddziaływania efektywnych bozonów cechowania (i kwarków) w QCD
<i>Proponowane podręczniki:</i> Literatura współczesna, podawana na wykładzie.
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Algebra, Analiza, Mechanika kwantowa I
<i>Forma zaliczenia:</i> Wykład monograficzny.

Przedmiot: 469 Aktualne kierunki badań teoretycznych fizyki cząstek elementarnych	
Wykładowca: prof. dr hab. Stefan Pokorski	
Semestr: letni	Liczba godzin wykł./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 13.204469	Liczba punktów kredytowych: 2,5
Program: Wykład rozpocznie się od przeglądu argumentów empirycznych i teoretycznych za istnieniem fizyki poza Modelem Standardowym (z uwzględnieniem nowych wyników doświadczalnych w astrofizyce i kosmologii). Następnie omówione zostaną najważniejsze idee teoretyczne wykraczające poza Model Standardowy: supersymetria, dodatkowe wymiary i dekonstrukcja. Szczególna uwaga zwrócona będzie na teoretyczną spójność tych teorii oraz na ich aspekty fenomenologiczne i na możliwości ich doświadczalnego sprawdzenia.	
<i>Proponowane podręczniki:</i>	
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i>	
<i>Forma zaliczenia:</i> Zaliczenie na podstawie obecności.	

Przedmiot: 570 Hadrony w nieperturbacyjnej chromodynamice kwantowej	
Wykładowca: prof. dr hab. Józef M. Namysłowski	
Semestr: zimowy i letni	Liczba godzin wykł./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 13.205570	Liczba punktów kredytowych: 5
Program: Ten monograficzny wykład jest kontynuacją i poszerzeniem wykładów z poprzednich lat, noszących nazwę „Relatywistyczne stany związane”. W roku akademickim 2003/2004 będzie szczegółowo przypomniana niesatysfakcjonująca teoria równania Bethe-Salpethera, ze szczególnym podniesieniem jej podstawowej wady, jaką jest istnienie tzw. rozwiązań „nienormalnych” (abnormal solutions with no nonrelativistic limit). Program wykładu obejmuje:	
1. Relatywistyczne sformułowanie zagadnienia stanu związanego, oparte na istnieniu wspól-	

<p>nego rozwiązania dwóch operatorów Casimira dla grupy Poincare.</p> <ol style="list-style-type: none"> Nieudanej próby sformułowania równania relatywistycznego stanu związanego w postaci równania Bethe-Salpethera i jego wielorakich redukcji. Nieadekwatność opisu relatywistycznego stanu związanego przy użyciu jakiegokolwiek opisu hamiltonowskiego, w tym także na froncie świetlnym, jak również na sieci, ze szczególnym uwzględnieniem chromodynamiki kwantowej. Zastosowanie znajdowania wartości własnych operatorów Casimira dla grupy Poincare w przypadku mezonów π, η oraz ρ. <p>Zrozumienie bardzo małej szerokości połówkowej mezonu η oraz wyjaśnienie kontinuum dwóch mezonów π w typowym rozpadzie mezonu ρ, z równoczesnym istnieniem tylko punktowego spektrum dla masy mezonu ρ, uzyskanego na przykład w układzie dwóch kwarków i dwóch antykwarków.</p>
<p><i>Proponowane podręczniki:</i> C. Itzykson, J-B. Zuber, <i>Quantum Field Theory</i>. Prace oryginalne, podane na wykładzie.</p>
<p><i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i></p>
<p><i>Forma zaliczenia:</i> Do zaliczenia wykładu konieczna jest aktywna obecność na około 90% wykładów oraz zdanie egzaminu ustnego.</p>

Przedmiot: 572 Basics of QED	
Wykładowca: prof dr hab. Maria Krawczyk	
Semestr: letni	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 1
Kod: 13.205572	Liczba punktów kredytowych: 4
<p><i>Program:</i> Lecture is devoted to the introduction to Quantum Electrodynamics, the oldest, and the best known theory of fundamental interactions. It is based on the R.P. Feynman book "The Theory of Fundamental Processes", with emphasis on basic ideas often lost in the complex formulation. "Because the rules are much simpler than the steps leading to them" - Feynman rules will be given and the cross sections of the most important processes involving leptons and photons will be calculated.</p> <p>The lecture will cover following topics:</p> <ol style="list-style-type: none"> Principles of Quantum Mechanics. Amplitudes, probabilities, adding amplitudes. Spin and statistics. Rotation and angular momentum; composition of angular momentum Relativistic description of particles. Lorentz transformation. States with positive and negative energies. Scattering and decay processes. Fundamental electromagnetic coupling - emission and absorption of light. Transition amplitude. Cross section and decay rate. Scalar particle and its propagator Photon. Polarization vectors. Propagator. 	

6.	Real and virtual photons
7.	The two-body processes involving photons and scalar particles. Transition amplitudes for scattering of two scalar particles, one scalar particle and the photon, and for annihilation of two scalar particles
8.	Bremsstrahlung process
9.	Particle of spin $1/2$ h. Massless and massive particle. Properties of the four-component spinors.
10.	The Compton effect. Calculation of the transition amplitude and the cross section for the photon scattering on the electron
11.	Higher-order processes. Higher order corrections to electron-electron scattering. The infrared and ultraviolet catastrophe.
<i>Proponowane podręczniki:</i> R. P. Feynman, <i>Wykłady z fizyki</i> . R. P. Feynman, <i>Teoria procesów fundamentalnych</i> .	
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Quantum Mechanics, Relativity, Electromagnetism.	
<i>Forma zaliczenia:</i> Wykład: Egzamin pisemny. Ćwiczenia: Opracowanie dwóch zadań domowych i zaliczenie jednego z dwóch testów.	

Przedmiot: 573 Chromodynamika Kwantowa	
Wykładowca: prof. dr hab. Józef M. Namysłowski	
Semestr: zimowy i letni	Liczba godzin wykł./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 13.205573	Liczba punktów kredytowych: 5
Program: <ol style="list-style-type: none"> Podstawy relatywistycznej mechaniki kwantowej, ze szczególnym uwzględnieniem równań: <ol style="list-style-type: none"> P. A. M. Diraca, H. A. Bethe i A. S. Salpetera, F. Dysona i J. S. Schwingera oraz V. Focka i J. S. Schwingera. Podstawy kwantowej teorii pola, na przykładzie pól: skalarnego, elektromagnetycznego oraz fermionowego. Oddziaływanie pola elektromagnetycznego z klasycznymi źródłami pola, oraz pola fermionowego z polem klasycznym. Teoria rozpraszania, z uwzględnieniem wzorów redukcyjnych Lehmann-Symanzik-Zimmermann oraz przykładów obliczania grafów R. P. Feynmana. Elementy rachunku renormalizacyjnego w kwantowej teorii pola oraz rola symetrii lokalnych i globalnych w teorii pola. Nieabelowe teorie pola na przykładzie chromodynamiki kwantowej, z uwzględnieniem asymptotycznej swobody oraz nieustającego uwięzienia kwarków i gluonów. <p>Główny akcent wykładu będzie poświęcony trzem zagadnieniom:</p> <ol style="list-style-type: none"> Praktycznemu obliczaniu anomalnych wymiarów dla propagatorów pól kwarkowych, gluonowych oraz duchów Faddeeva-Popova, jak również trzech funkcji trójpunktowych i czteropunktowej funkcji wierzchołkowej dla gluonów. 	

2. Znajdowaniu odpowiednich rozwiązań grupy renormalizacyjnej.
3. Znajdowaniu rozwiązań równań F. Dysona i J. S. Schwingera w ramach nieperturbacyjnej chromodynamiki kwantowej.
<i>Proponowane podręczniki:</i> C. Itzykson, J-B. Zuber, <i>Quantum Field Theory</i> . J. D. Bjorken, S. D. Drell, <i>Relatywistyczna teoria kwantów</i> . P. Pascual, R. Tarrach, <i>Renormalization Group for Practitioners</i> .
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i>
<i>Forma zaliczenia:</i> Zaliczenie przedmiotu uzyskują osoby, które: 1) uczęszczają systematycznie na wykłady, zadając punktowane pytania; 2) zaliczą egzamin pisemny; 3) zaliczą egzamin ustny. Uwaga: na ćwiczeniach i na kolokwium obecność jest nieodzowna, zaś aktywność na wykładach jest gratyfikowana dodatkowymi punktami, które podnoszą końcową ocenę.

Przedmiot: 574 Group theory in particle physics	
Wykładowca: prof. dr hab. Maria Krawczyk	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykład./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 1
Kod: 13.205574	Liczba punktów kredytowych: 4
<p><i>Program:</i> Wykład poświęcony jest zastosowaniom teorii grup w fizyce cząstek elementarnych. Teoria grup zajmuje się badaniem symetrii układów fizycznych. Stanowi podstawę opisu cząstek elementarnych i ich oddziaływań. Uważa się, że wnioski wynikające z symetrii są trwalsze i bardziej fundamentalne, niż modele a nawet teorie fizyczne. Według S. Weinberga cząstka elementarna to po prostu reprezentacja jej grup symetrii.</p> <p><i>Plan wykładu:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Grupy skończone. 2. Grupy Liego. 3. SU(2). 4. Operatory tensorowe. 5. Izospin. 6. SU(3). 7. Metody tensorowe. 8. Hiperładunek i dziwność. 9. SU(N). 10. SU(6) i model kwarkowy. 11. Kolor. 12. Teoria Wielkiej Unifikacji i SU(5). 	
<i>Proponowane podręczniki:</i> H. Georgi, <i>Lie Algebras in Particle Physics: From Isospin to Unified Theories</i> .	
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Dobre zaliczenie wykładów z algebry i mechaniki kwantowej.	
<i>Forma zaliczenia:</i> Wykład: Egzamin pisemny. Ćwiczenia: Zaliczenie dwóch testów i zadań domowych.	

Przedmiot: 575 Optyka kwantowa	
Wykładowca: prof. dr hab. Krzysztof Wódkiewicz	
Semestr: zimowy	Liczb godzin wykl./tydz.: 3 Liczb godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 13.205575	Liczba punktów kredytowych: 4
Program: <ol style="list-style-type: none"> 1. Kwantowanie swobodnego pola elektromagnetycznego. 2. Stany Foka, ściśnięte, koherentne i termiczne. 3. Opis stanów pola w przestrzeni fazowej. 4. Spójność pola elektromagnetycznego i statystyka fotonów. 5. Grupowanie i antygrupowanie fotonów. 6. Spójność 4-rzędu. Interferencja Hanbury Brown-Twiss. 7. Oddziaływanie z polem elektromagnetycznym. 8. Transformacja Powera-Zienaua. Teoria kwantowej reakcji promienistej. 9. Tłumienie i emisja spontaniczna. 10. Kwantowe równanie Langevin. Kwantowe równanie Master. 11. Rezonansowe oddziaływanie z atomem o 2 poziomach. 12. Równania Blocha, oscylacje Rabiego i zjawiska koherentne. 13. Model Jaynes-Cummingsa. Nieliniowa dynamika. 14. Generatory optyczne. Jedno i dwu modowe generatory parametryczne. 15. Zależne od fazy generatory optyczne. 16. Elementy teorii lasera. Statystyka fotonów światła laserowego. 17. Elementy optyki nieliniowej. Generatory Kerra. Solitony optyczne. 18. Elementy kwantowej informacji optycznej. 	
Proponowane podręczniki: M. S. Scully, M. S. Zubairy, <i>Quantum Optics</i> . L. Allen, J. H. Eberly, K. Rzażewski, <i>Rezonans optyczny</i> . D. F. Walls, G. J. Milburn, <i>Quantum Optics</i> .	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Mechanika kwantowa	
Forma zaliczenia: Zadania domowe i test. Ustny egzamin końcowy.	

Przedmiot: 576 Spinory i twistory	
Wykładowca: prof. dr hab. Andrzej Trautman	
Semestr: zimowy i letni	Liczb godzin wykl./tydz.: 2 Liczb godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 13.205576	Liczba punktów kredytowych: 2,5
Program: <ol style="list-style-type: none"> 1. Wstęp. Krótki zarys historii spinorów, poczynając od starożytności. Spinory w czasoprzestrzeni Minkowskiego. 2. Reprezentacje spinorowe grupy $SL(2, \mathbb{C})$ i grupy Lorentza. Opis spinorowy pola elektromagnetycznego i tensora krzywizny konforemnej Weyla; klasyfikacja Cartana-Petrowa-Penrose'a pól grawitacyjnych. 3. Algebry Clifforda i ich reprezentacje. Spinory Diraca, Weyla, Pauliego i Majorany. 4. Formy biliniowe w przestrzeniach spinorów; sprzężenie ładunkowe i równanie Diraca w płaskiej przestrzeni. Zegar spinorowy i szachownica. 5. Struktury spinorowe na rozmaitościach Riemanna i Lorentza; przykłady takich struktur na 	

2.4 Katalog zajęć studiów magisterskich: wykłady monograficzne

rozmaitościach o nietrywialnej topologii. Operator Diraca. Dwa podejścia do pól spinorowych na rozmaitościach.
6. Spinory i równanie Diraca na hiperpowierzchniach i przestrzeniach jednorodnych. Przykład: widmo operatora Diraca na sferach.
7. Spinory „czyste” w sensie Cartana.
8. Twistory według Penrose’a i w sensie Atiyah-Hitchin-Singera. Ich związki ze spinorami czystymi. Konforemne uzwarzenie i kompleksyfikacja przestrzeni Minkowskiego. Zastosowania twistorów.
9. Rozmaitości Robinsona jako lorentzowski odpowiednik przestrzeni Hermite’a.
10. Grupa Mobiusa i jej przedstawienie przy pomocy odwzorowania ułamkowo-liniowego o współczynnikach w algebrze Clifforda.
11. Oktoniony, grupy wyjątkowe i troistość.
<i>Proponowane podręczniki:</i> J. Komorowski, <i>Od liczb zespolonych do tensorów, spinorów, algebr Liego i kwadryk</i> . P. Budinich, A. Trautman, <i>The Spinorial Chessboard</i> . R. Penrose and W. Rindler, <i>Spinors and space-time</i> , vol. 1 and 2.
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Teoria grup w zakresie wykładu na II roku. Pożądana znajomość elementów geometrii różniczkowej.
<i>Forma zaliczenia:</i> Zaliczenie na podstawie obecności na wykładach albo egzamin.

Przedmiot: 577 Teoria kinetyczna	
Wykładowca: prof. dr hab. Jarosław Piasecki	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykł./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 13.205577	Liczba punktów kredytowych: 5
<i>Program:</i> 1. Równanie Liouville’a. Hierarchia BBGKY. 2. Równanie Boltzmanna: teoria i zastosowania. 3. Model Lorentza. 4. Równanie Enskog: mody hydrodynamiczne. 5. Teoria Landaua-Placzka: dynamika rozpraszania światła. 6. Stany stacjonarne: efekty zderzeń nieelastycznych. 7. Teoria anihilacji balistycznej.	
<i>Proponowane podręczniki:</i> K. Huang, <i>Mechanika Statystyczna</i> P. Resibois, M. De Leneer, <i>Classical Kinetic Theory of Fluids</i> .	
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i>	
<i>Forma zaliczenia:</i> Wykład monograficzny - zaliczenie wysłuchania wykładu i uczestnictwa w ćwiczeniach.	

Przedmiot: 578 Teoria strun	
Wykładowca: prof. dr hab. Jacek Pawełczyk	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykł./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 13.205578	Liczba punktów kredytowych: 5

<i>Program:</i>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Co to są struny. 2. Klasyczna teoria strun swobodnej. 3. Kanoniczna kwantyzacja strun <ul style="list-style-type: none"> - wymiar krytyczny - spektrum strun - tachion. 4. Oddziaływanie strun <ul style="list-style-type: none"> - efektywna teoria pola stanów bezmasowych. 5. D-brany <ul style="list-style-type: none"> - efektywna teoria pola D-brany 6. Układy wielu D-bran i model macierzowy. 	
<i>Proponowane podręczniki:</i>	
M.Green, J.Schwarz, E.Witten, <i>Superstring theory</i> .	
J. Polchinski, <i>String theory</i> .	
C. Johnson, <i>D-branes</i> .	
<i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem:</i>	
Mechanika teoretyczna, Mechanika kwantowa I	
<i>Forma zaliczenia:</i>	

<i>Przedmiot: 581 Higgs Physics at Future Colliders</i>	
<i>Wykładowca: prof. dr hab. Maria Krawczyk, dr hab. Aleksander F. Żarnecki</i>	
<i>Semestr: zimowy i letni</i>	<i>Liczba godzin wykl./tydz.: 2</i> <i>Liczba godzin ćw./tydz.: 0</i>
<i>Kod: 13.505581</i>	<i>Liczba punktów kredytowych: 5</i>
<i>Program:</i>	
<p>An advanced workshop which is devoted to one of the most important open problem of particle physics - how particles are getting their masses. A Higgs mechanism is expected to lead to mass generation in a Standard Model (SM) and its various extensions, like the Minimal Supersymmetric Standard Model (MSSM) or the Two Higgs Doublet Model (2HDM). A search for a neutral, spin 0 Higgs particle, predicted in a Standard Model, or neutral and charged, scalar and pseudo-scalar Higgs particles in MSSM or 2HDM is the main task of all future colliders. However the potential of the Large Hadron Collider, e+e- Linear Collider and gamma-gamma or e-gamma Photon Collider are different, and to test Higgs sector in detail results from various colliders have to be combined.</p> <p>During the workshop, senior physicists will give introductory lectures and lead discussions among participants on selected subjects. On-going analyses and new results will be presented, mainly by young researchers.</p> <p>The workshop will allow students (Master, Ph D) and post docs specialized in particle physics - both in theory and experiment - to learn and to exchange their experiences about various theoretical and experimental aspects of Higgs sector in SM and MSSM/2HDM or other models.</p>	
<i>Proponowane podręczniki:</i>	
<i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem:</i>	
<i>Forma zaliczenia:</i>	

<i>Przedmiot: 589 Mechanika kwantowa 3/2</i>
<i>Wykładowca: prof. dr hab. Krzysztof Wódkiewicz</i>

Semestr: letni	Liczba godzin wykł./tydz.: 3 Liczba godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 13.205589	Liczba punktów kredytowych: 4
Program: <ol style="list-style-type: none"> 1. Stany czyste i stany mieszane. Obserwable i pomiary. 2. Dynamika kwantowa i symetrie. 3. Bit i qubit. Spin i polaryzacja jako qubit. 4. Qubity dwóch stanów. Rozkład Schmidta. Informacja kwantowa. 5. Opis stanów kwantowych w przestrzeni fazowej. 6. Transformacja Wignera-Weyla. Funkcja Wignera. 7. Inne rozkłady w przestrzeni fazowej. Rekonstrukcja stanu kwantowego. 8. Tomografia kwantowa. Rekonstrukcja funkcji Wignera stanu kwantowego. 9. Kwantowa teoria pomiaru. Operacyjne podejście do kwantowej teorii pomiaru. 10. Operacyjne pomiary położenia i pędu. Operacyjna algebra obserwabli. 11. Kwantowa trygonometria. 12. Operacyjne zasady nieoznaczoności. 13. Kwantowa teoria dekoherencji. 14. Równania Master i depolaryzacja qubitu. Operatory Krausa. CPM. 15. Stany splecione i kwantowa nielokalność. 16. Korelacje Einsteina Podolsky'ego Rosena (EPR). 17. Teoria stanów splecionych. Nierówności Bella. 18. Stany Wernera. Separowalność stanów kwantowych. 19. Teleportacja kwantowa. 20. Podmienianie i teleportacja splątania. 21. Klonowanie stanów kwantowych. 22. Manipulacje kwantowe. Komputery kwantowe. Uwaga: Wykład w oparciu o aktualne publikacje naukowe.	
Proponowane podręczniki: Notatki z wykładu i oryginalne prace naukowe.	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Mechanika kwantowa.	
Forma zaliczenia: Zadania domowe i test. Ustny egzamin końcowy.	

Przedmiot: 591 Informacja kwantowa	
Wykładowca: prof. dr hab. Jerzy Kamiński	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykł./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 13.205591	Liczba punktów kredytowych: 2,5
Program: <ol style="list-style-type: none"> 1. Eksperyment Sterna-Gerlacha, polaryzacja światła i układ dwupoziomowy. Pojęcia stanu, qubitu i macierzy gęstości. 2. Postulaty mechaniki kwantowej. 3. Bramki i obwody kwantowe. 4. Algorytmy kwantowe: <ol style="list-style-type: none"> a) Algorytm Grovera (poszukiwania). b) Algorytm Shora (kwantowa transformata Fouriera i łamanie szyfrów z kluczem publicznym). 	

5. Szumy kwantowe i dyssypacja.
6. Miary informacji kwantowej.
<i>Cel:</i> Celem tego wykładu jest jak najwcześniejsze zapoznanie studentów z najnowszymi osiągnięciami mechaniki kwantowej. Jest on adresowany do studentów trzeciego i czwartego roku. Wymagana jest elementarna znajomość Analizy i Algebry na poziomach C lub B. Wszystkie nowe pojęcia zostaną zdefiniowane i przedyskutowane. Niezbędna literatura będzie podawana na wykładzie wraz z problemami do samodzielnego rozwiązania. Nie wymagana jest znajomość mechaniki kwantowej na poziomie „Mechanika Kwantowa I”. Kontynuacją będzie wykład pt. „Mechanika Kwantowa 3/2” prowadzony w semestrze letnim przez K. Wódkiewicza.
<i>Proponowane podręczniki:</i>
<i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem:</i>
<i>Forma zaliczenia:</i>

<i>Przedmiot:</i> 594 Kwantowa teoria oddziaływań elektromagnetycznych	
<i>Wykładowca:</i> prof. dr hab. Krzysztof Pachucki	
<i>Semestr:</i> zimowy	<i>Liczba godzin wykt./tydz.:</i> 2 <i>Liczba godzin ćw./tydz.:</i> 2
<i>Kod:</i> 13.205594	<i>Liczba punktów kredytowych:</i> 5
<i>Program:</i> Wykład obejmuje wprowadzenie do relatywistycznej elektrodynamiki kwantowej w ujęciu hamiltonowskim w zastosowaniu do precyzyjnego opisu układów atomowych i molekularnych.	
<i>Przeznaczenie:</i> Wykład monograficzny dla studentów 4 i 5 roku, doktorantów fizyki i chemii kwantowej.	
<i>Proponowane podręczniki:</i> Brak wyróżnionego podręcznika. WWW: www.fuw.edu.pl/~krp/ekwant.html .	
<i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem:</i>	
<i>Forma zaliczenia:</i>	

<i>Przedmiot:</i> 595 Procesy stochastyczne w fizyce	
<i>Wykładowca:</i> prof. dr hab. Bogdan Cichocki	
<i>Semestr:</i> zimowy	<i>Liczba godzin wykt./tydz.:</i> 2 <i>Liczba godzin ćw./tydz.:</i> 2
<i>Kod:</i> 13.205595	<i>Liczba punktów kredytowych:</i> 5
<i>Program:</i> Wykład poświęcony będzie omówieniu podstawowych pojęć związanych z procesami stochastycznymi, ze szczególnym uwzględnieniem ich roli przy opisie zjawisk fizycznych. Przewodnia idea wykładu pokrywa się z ideą przedstawioną w monografii van Kampena, której tłumaczenie na język polski ukazało się kilkanaście lat temu. Wykład podzielony będzie na pięć części:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Wprowadzenie do rachunku prawdopodobieństwa 2. Podstawy teorii procesów stochastycznych 3. Procesy gaussowskie 4. Procesy Markowa 5. Opis mezoskopowy zjawisk fizycznych 	
<i>Proponowane podręczniki:</i> N. G. van Kampen, <i>Procesy stochastyczne w fizyce i chemii</i> , PWN 1990 + drugie wydanie w ję-	

zyku angielskim.
<i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem:</i>
Analiza matematyczna
<i>Forma zaliczenia:</i>
Egzamin ustny

Przedmiot: A508 Kosmologia współczesna	
Wykładowca: dr hab. Michał Chodorowski	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ew./tydz.: 0
Kod: 13.705A508	Liczba punktów kredytowych: 2,5
Program: 1. Wstęp do relatywistycznej grawitacji 2. Modele Fridmanna ekspandującego Wszechświata 3. Podstawowe parametry kosmologiczne i ich wyznaczanie. 4. Termiczna historia Wszechświata. 5. Epoka inflacji w bardzo wczesnym Wszechświecie. 6. Ewolucja pierwotnych fluktuacji pod wpływem grawitacji. 7. Barionowa teoria powstania wielkoskalowej struktury Wszechświata. 8. Ciemna materia i niebarionowe teorie powstania struktury. 9. Rozkład przestrzenny galaktyk i jego opis statystyczny. 10. Mikrofalowe promieniowanie tła: widmo i izotropia. 11. Fluktuacje mikrofalowego promieniowania tła. 12. Rozmyty gaz międzygalaktyczny. 13. Rola supernowych Ia w kosmologii. 14. Ciemna energia i obecny standardowy model kosmologiczny.	
<i>Proponowane podręczniki:</i>	
<i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem:</i>	
<i>Forma zaliczenia:</i>	

Przedmiot: A509 Helio i astrosejsmologia	
Wykładowca: prof. dr hab. Wojciech Dziembowski	
Semestr: letni	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ew./tydz.: 0
Kod: 13.705A509	Liczba punktów kredytowych: 2,5
Wykład monograficzny dla studentów czwartego i piątego roku astronomii. Będzie to wykład o sposobach wykorzystywania danych obserwacyjnych o oscylacjach Słońca i innych gwiazd. Teoria oscylacji będzie przedstawiona w niezbędnym do tego zakresie. Zastosowania obejmą gwiazdy pulsujące różnych typów, ale najwięcej uwagi poświęcę Słońcu. Powiem o tym jak wyznacza się przebieg parametrów termodynamicznych i szybkości rotacji w jego wnętrzu na podstawie mierzonych częstotliwości oscylacji. Droga do tego jest rozwiązywanie problemów odwrotnych. Przedstawię metody matematyczne, których zastosowania w astronomii przekraczają tytułowy zakres wykładu.	
Program: 1. Wielomodalne gwiazdy pulsujące, przegląd danych obserwacyjnych. 2. Teoria oscylacji adiabatycznych. 3. Mierzenie okresów i identyfikacja modów oscylacji.	

4. Modele sejsmiczne gwiazd.
5. Sejsmiczne sondowanie struktury i rotacji we wnętrzu Słońca
a) sformułowanie heliosejsmicznych problemów odwrotnych
b) metody rozwiązywania.
<i>Proponowane podręczniki:</i>
<i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem:</i>
<i>Forma zaliczenia:</i>

Przedmiot: A510 Astrofizyka relatywistyczna	
Wykładowca: prof. dr hab. Marek Demiański	
Semestr: zimowy i letni	Liczba godzin wykł./tydz.: 2
	Liczba godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 13.705A510	Liczba punktów kredytowych: 5
<p>Program:</p> <p>Wykład poświęcony będzie omówieniu podstawowych astrofizycznych efektów ogólnej teorii względności. Po krótkim wprowadzeniu do ogólnej teorii względności zaprezentowane zostanie podstawowe sferycznie symetryczne rozwiązanie równań Einsteina - rozwiązanie Schwarzschilda. Szczegółowo zostaną przedyskutowane własności czasoprzestrzeni Schwarzschilda oraz ruch cząstek próbnych i sygnałów świetlnych w tej czasoprzestrzeni. Przedyskutowane zostaną podstawowe własności sferycznie symetrycznych czarnych dziur. Następnie zostaną przedstawione ogólne własności stacjonarnych i osiowo symetrycznych czasoprzestrzeni i szczegółowo przedyskutowane rozwiązanie Kerra wraz z opisem ruchu cząstek próbnych i sygnałów świetlnych a następnie zbadamy ogólne własności stacjonarnych czarnych dziur.</p> <p>Aby powiązać teoretyczne własności czarnych dziur z możliwościami ich obserwacyjnej detekcji omówimy podstawowe własności pola grawitacyjnego wewnątrz gwiazd i przeanalizujemy procesy fizyczne zachodzące w ostatnich fazach ewolucji gwiazd. Rozpatrzmy ogólne własności białych karłów, omówimy proces wybuchu supernowych oraz ogólne własności gwiazd neutronowych. Szczegółowo opiszemy własności pulsarów radiowych oraz pulsarów rentgenowskich co pozwoli dokładniej poznać fizyczne własności gwiazd neutronowych oraz ich astrofizyczne znaczenie.</p> <p>Następnie zajmiemy się astrofizyką czarnych dziur. Przedyskutujemy procesy fizyczne zachodzące w otoczeniu obracającej się i sferycznie symetrycznej czarnej dziury a w szczególności procesem akrecji materii w układach podwójnych złożonych z normalnej gwiazdy i czarnej dziury. Zajmiemy się też ogólnymi własnościami super masywnych czarnych dziur istniejących w centralnych częściach galaktyk i kwazarów. Po omówieniu obserwacyjnych potwierdzeń istnienia czarnych dziur zajmiemy się prawami dynamiki czarnych dziur oraz promieniowaniem Hawkinga.</p> <p>Jedynie w ogólnych zarysach i skrótowo omówimy ogólne własności fal grawitacyjnych, ich astrofizyczne źródła i możliwości ich obserwacyjnej detekcji.</p>	
<i>Proponowane podręczniki:</i>	
<i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem:</i>	
<i>Forma zaliczenia:</i>	

