

1.3 Studia specjalistyczne (IV, V i VI rok)

1.3.1 Kierunek Fizyka

1.3.1.1 Fizyka Doświadczalna i Geofizyka

Wykłady kursowe i specjalistyczne:

Fizyka Cząstek Elementarnych i Oddziaływań Fundamentalnych:

<i>Przedmiot: Fizyka cząstek elementarnych i wysokich energii I</i>	
<i>Wykładowca: prof. dr hab. Andrzej K. Wróblewski</i>	
<i>Semestr: zimowy</i>	<i>Liczba godzin wykł./tydz.: 2</i> <i>Liczba godzin ćw./tydz.: 0</i>
<i>Kod: 1101-404-1</i>	<i>Liczba punktów kredytowych: 2,5</i>
<i>Program:</i> Program wykładu obejmuje podstawowe wiadomości o systematyce cząstek elementarnych i ich oddziaływań. <ol style="list-style-type: none"> 1. Wiadomości wstępne: układ jednostek $\hbar = c = 1$, eksperymenty formacji i produkcji cząstek. 2. Systematyka cząstek w modelu kolorowych kwarków i gluonów (konstrukcja multipletów mezonowych i barionowych). 3. Model kwarkowo - partonowy oddziaływań cząstek. Diagramy kwarkowe. Kąt Cabbibo, macierz Kobayashi-Maskawy (CKM). 4. Zasady zachowania w fizyce cząstek. Zachowanie zapachów: S, C, B, T. Parzystość P, parzystość ładunkowa C, parzystość G, parzystość kombinowana CP. Wnioski z zasady zachowania izospinu w oddziaływaniach silnych (formalizm Szmuskiewicza). 5. System neutralnych kaonów, oscylacje dziwności, regeneracja składowej krótkożyciowej. Niezachowanie parzystości CP. 6. Oscylacje neutrin słonecznych i atmosferycznych. Eksperymenty Superkamiokande, SNO i inne. Macierz mieszania Maki-Nakagawy-Sakaty (MNS). 7. Kinematyka oddziaływań. Wnioski z transformacji Lorentza. Zmienna x Feynmana, Pospieszność (rapidity) i pseudospieszność (pseudorapidity). Rozpraszanie leptonów na hadronach. Zmienna x Bjorkena. Rozpraszanie głębokonieelastyczne (DIS). 8. Elementy analizy fal cząstkowych (PWA) w eksperymentach formacji. 9. Przegląd danych doświadczalnych dotyczących produkcji cząstek w oddziaływaniach lepton-lepton, lepton-hadron, hadron-hadron (Przekroje czynne, krotności). 	
<i>Proponowane podręczniki:</i> D. H. Perkins, <i>Wstęp do fizyki wysokich energii</i> .	
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> <i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem:</i>	
<i>Forma zaliczenia:</i> Egzamin.	

Przedmiot: Fizyka cząstek elementarnych i wysokich energii II	
Wykładowca: prof. dr hab. Jan Królikowski	
Semestr: letni	Liczba godzin wykład./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 1101-404-2	Liczba punktów kredytowych: 2,5
Program: Wykład jest kontynuacją wykładu z cząstek elementarnych z semestru zimowego. Wykorzystując podstawowe pojęcia tam wprowadzone wykład w semestrze letnim obejmuje: <ol style="list-style-type: none"> 1. Aspekty integracyjne eksperymentów w fizyce cząstek. 2. Podstawowe wyniki doświadczalne świadczące o poprawności modelu standardowego (badania oddziaływań $e+e^-$, $e p$ i hadron-hadron, dokładne testy modelu standardowego w rozpadach Z^0). 3. Przyszłe eksperymenty, czyli poszukiwania fizyki poza modelem standardowym. Wykład dotyczy zagadnień i wyników aktualnych, jego dokładny program zmienia się co roku w miarę napływu nowych danych. Wykład nawiązuje do seminarium z fizyki wysokich energii, na którym niektóre omawiane zagadnienia są prezentowane bardziej szczegółowo.	
Proponowane podręczniki: Żaden podręcznik nie odpowiada ściśle programowi wykładu. Literatura (głównie prace oryginalne i artykuły przeglądowe) jest podawana bieżąco na wykładzie.	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Fizyka I, II, III, Mechanika kwantowa I lub Fizyka kwantowa, Fizyka cząstek elementarnych i wysokich energii (semestr zimowy).	
Forma zaliczenia: Egzamin.	

Fizyka Jądra Atomowego i Spektroskopia Jądrowa

Przedmiot: III Pracownia fizyczna fizyki jądra atomowego	
Kierownik: prof. dr hab. Krystyna Siwek-Wilczyńska	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykład./tydz.: 0 Liczba godzin ćw./tydz.: 12
Kod: 1101-407	Liczba punktów kredytowych: 15
Program: <ul style="list-style-type: none"> • Szkolenie z ochrony radiologicznej związane z pracą z promieniowaniem jonizującym. • Poznanie elementów pracy eksperymentalnej - produkcja tarcz, próżnia akceleratorowa, separator izotopów. • Zapoznanie się z nowoczesnymi urządzeniami pomiarowymi - cyfrowe oscyloskopy. • Wykonanie 1 lub 2 ćwiczeń w zależności od ich trudności. Ćwiczenia pozwalają zapoznać się z współczesnymi metodami pomiarowymi stosowanymi w fizyce jądrowej. 	
Proponowane podręczniki: W. R. Leo, <i>Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments</i> .	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Zaliczenie II pracowni (a) i (b) oraz zdanie egzaminu ze Wstępu do fizyki jądra atomowego i cząstek elementarnych.	
Forma zaliczenia:	

Zaliczenie ćwiczeń na ocenę.

Przedmiot: Fizyka jądra atomowego	
Wykładowca: prof. dr hab. Chrystian Droste, prof. dr hab. Jan Żylicz	
Semestr: zimowy i letni	Liczba godzin wykt./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 1101-408	Liczba punktów kredytowych: 5
Program: 1. Model kroplowy - energia wiązania nuklidów, linia stabilności, linia zerowej energii wiązania protonów i neutronów - spontaniczne rozszczepienie według modelu kroplowego 2. Model gazu Fermiego - poziom Fermiego, głębokość studni potencjału, gęstość stanów jądrowych 3. Model powłokowy jądra sferycznego - doświadczalne dowody istnienia powłok w jądrach atomowych - potencjał jądrowy, stany jednocząstkowe, własności jądra według modelu powłokowego - zastosowania modelu: hiperjądra, struktura powłokowa daleko poza linią stabilności 4. Model Nilssona jąder niesferycznych - potencjał anizotropowego harmonicznego oscylatora, potencjał Nilssona, własności jądra 5. Oddziaływanie typu δ , krótkozasięgowe korelacje dwójkowe ("pairing") - wyniki teorii BCS, kwazicząstki, obsadzanie stanów jądrowych, szczelina energetyczna, wpływ oddziaływań pairing na własności jąder parzysto-parzystych i nieparzystych 6. Poprawka powłokowa - kształty jądra, izomery kształtu, jądra superciężkie, nowe magiczne liczby 7. Przejścia elektromagnetyczne - klasyfikacja przejść gamma, reguły wyboru, jednostki Weisskopfa, konwersja wewnętrzna 8. Modele kolektywne - niskie spiny - vibracje jądra sferycznego i zdeformowanego, rotacja, pasma rotacyjne, silne sprzężenie 9. Jądro atomowe w warunkach szybkiego obrotu - uszeregowanie rotacyjne, "back-bending", przecinanie się pasm, superdeformacja 10. Rozpad beta - zarys teorii rozpadu beta, rozpad neutronu, stałe oddziaływania słabego - rozpad beta Fermiego, stany analogowe, rozpad mionu, test Modelu Standardowego - rozpad beta Gamowa-Tellera, rezonanse Gamowa-Tellera, wygaszanie ("quenching") nasilenia GT - fizyka neutrin, podwójny rozpad beta, poszukiwanie bezneutrinowego podwójnego rozpadu 11. Emisja naładowanych cząstek i neutronów - rozpad alfa i emisja cząstek cięższych, zastosowanie przybliżenia WKB - emisja protonów ze stanu podstawowego, opóźniona emisja protonów i neutronów 12. Przegląd metod doświadczalnych spektroskopii "na wiązce" ciężkich jonów - współczesne spektrometry promieniowania gamma, układy wielodetektorowe - rozkłady katowe, metoda DCO, pomiary momentów magnetycznych i czasów życia.	
Proponowane podręczniki: A. Strzałkowski, <i>Wstęp do fizyki jądra atomowego</i> . T. Mayer-Kuckuk, <i>Fizyka jądrowa</i> . B. Nerlo-Pomorska i K. Pomorski, <i>Zarys teorii jądra atomowego</i> .	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:	

Mechanika kwantowa I, Wstęp do fizyki jądra atomowego i cząstek elementarnych.
Forma zaliczenia: Egzamin ustny.

Przedmiot: Reakcje jądrowe	
Wykładowca: prof. dr hab. Krystyna Siwek-Wilczyńska i dr Brunon Sikora	
Semestr: zimowy i letni	Liczba godzin wykt./tydz.: 2 Liczba godzin ew./tydz.: 0
Kod: 1101-504	Liczba punktów kredytowych: 5
Program: <ol style="list-style-type: none"> 1. Kinematyka reakcji dwuciałowych. Ciepło reakcji. Układ laboratoryjny i układ środka masy. Geometryczna interpretacja przekroju czynnego reakcji. Różniczkowy przekrój czynny. 2. Rozpraszanie cząstek przez sferyczny symetryczny potencjał. Funkcja odchylenia. 3. Opis kwantowy rozpraszania. Metoda fal parcjalnych. Przekroje czynne reakcji i rozpraszania. Rozpraszanie ciężkich jonów. Rozpraszanie Fresnela i Fraunhofera. 4. Macierz S. Zasada równowagi szczegółowej. 5. Podstawowe mechanizmy reakcji wywołanych przez lekkie i średnio ciężkie cząstki w obszarze niskich energii. Metody ich rozróżniania. 6. Jądro złożone. Model Bohra. Przekrój czynny reakcji. Reakcje rezonansowe. Rozpraszanie rezonansowe i potencjałowe. Wzór Brieta-Wignera. 7. Model statystyczny jądra złożonego. Wzór Hausera-Feshbacha. Gęstość poziomów jądrowych. Model równoodległych poziomów jednocząstkowych. Zależności spinowe gęstości poziomów jądrowych. 8. Krótki przegląd metod detekcji cząstek naładowanych. Teleskopy półprzewodnikowe. Metoda czasu przelotu. 9. Jądro złożone dla reakcji wywołanych przez ciężkie jony. Ograniczenia reakcji pełnej fuzji. Siła kontaktowa. Model krytycznego promienia. Model krytycznego momentu pędu. Synteza jąder ciężkich. Kanały rozpadu układu złożonego. Konkurencja rozszczepienie-wyparowanie. 10. Reakcje niepełnej fuzji jądrowej. 11. Model optyczny oddziaływań jądrowych. Potencjały optyczne. 12. Reakcje bezpośrednie przekazu nukleonów i wzbudzenia nieelastycznego. Metoda fal zaburzonych Borna. Zastosowanie w badaniach struktury jąder. Czynniki spektroskopowe. Zarys metody kanałów sprzężonych. 13. Reakcje głęboko nieelastyczne ciężkich jonów. Diagram Wilczyńskiego. Doświadczalny dowód odchylenia do kątów ujemnych. Mechanizm dyssypacji energii i krętu. Potencjały oddziaływania jądro-jądro. Wielowymiarowy model trajektorii dla reakcji głęboko nieelastycznych i fuzji. 14. Rozszczepienie jąder atomowych. Warunki rozszczepialności. Bilans energii. Krzywe wzbudzenia. Rozkłady masowe produktów. Kształt bariery rozszczepienia. Poprawka powłokowa Strutinskiego. Prawdopodobieństwo rozszczepienia. Czasy życia nuklidów rozszczepiających się. 15. Reakcje jądrowe przy energiach średnich i niskich-relatywistycznych. Kinematyka: śpieszność i jej własności. Efekty kolektywne. Płaszczyzna reakcji. Rodzaje pływów. Opis teoretyczny: Zarys metod BUU i QMD. Równanie stanu materii jądrowej. Multifragmentacja. Produkcja nowych cząstek. 	
Proponowane podręczniki: P. Fröbrich, R. Lipperheide, <i>Theory of nuclear reactions</i> . E. Gadioli, P. Hodgson, <i>Preequilibrium nuclear reactions</i> , rozdz.1-4. L.P. Csernai, <i>Introduction to relativistic heavy ion collisions</i> .	

T. Mayer-Kuckuk, <i>Fizyka jądrowa</i> . A. Strzałkowski, <i>Wstęp do fizyki jądra atomowego</i> .
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Mechanika kwantowa I, Wstęp do fizyki jądra atomowego i cząstek elementarnych. <i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia/wysłuchania przed wykładem:</i> Termodynamika lub Fizyka statystyczna I (od roku 2002/2003 Termodynamika fenomenologiczna i Mechanika statystyczna).
<i>Forma zaliczenia:</i> Egzamin.

Optyka:

Przedmiot: Optyka instrumentalna	
Wykładowca: prof. dr hab. Czesław Radzewicz	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykładów/tydz.: 2 Liczba godzin ćwiczeń/tydz.: 0
Kod: 1101-413A	Liczba punktów kredytowych: 2,5
Program: <ol style="list-style-type: none"> 1. Materiały optyczne: transmisja, współczynnik załamania, dyspersja. Specyfikacja parametrów technicznych elementów optycznych. 2. Ośrodki anizotropowe, propagacja światła w kryształach dwójłomnych: promień zwyczajny i nadzwyczajny, kąt dryfu 3. Pokrycia metaliczne i dielektryczne - współczynniki transmisji i odbicia, charakterystyki fazowe. 4. Polaryzacja światła; polaryzatory foliowe i krystaliczne, płytki falowe, kompensator Babinet-Soleil'a. 5. Wybrane przyrządy optyczne: obiektyw, luneta, mikroskop, etc. (2 lub 3 wykłady). 6. Interferometry: Michelson, Mach-Zender, Fabry-Perot. 7. Przyrządy spektralne: spektrometr przyrządowy i siatkowy, spektrometr furierowski, interferometr Fabry-Perot. 8. Wiązki gaussowskie; definicja, własności, propagacja przy pomocy macierzy ABCD. 9. Światłowodów planarne i cylindryczne, mody światłowodów, elementy optyczne typu GRIN. 10. Rezonatory optyczne zamknięte i otwarte; warunek stabilności, rezonatory stabilne i astabilne, mody i częstotliwości. 11. Modulatory światła; efekt Pockelsa, rozpraszanie fotonów na fononach, nieliniowy współczynnik załamania światła, modulatory elektro-optyczne, akusto-optyczne, optyczno-optyczne. 12. Przetwarzanie częstotliwości w procesach nieliniowych: generacja harmonicznych, suma i różnica częstotliwości, procesy parametryczne. 13. Detekcja światła; zjawisko fotoelektryczne, fotopowielacz, fotodioda, fotoopór, detektory 2-wymiarowe, zliczanie fotonów, detekcja homodynowa i heterodynowa. 	
Proponowane podręczniki: W. Demtroder, <i>Spektroskopia laserowa</i> . A. Corney, <i>Atomic and Laser Spectroscopy</i> .	
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Fizyka I-IV, Elektrodynamika, Mechanika kwantowa I bądź Fizyka kwantowa. <i>Zajęcia sugerowane do wysłuchania przed tym wykładem:</i> Wstęp do optyki i fizyki ciała stałego.	
Forma zaliczenia: ocena: zadania domowe (30%) + egzamin końcowy (70%).	

Przedmiot: Atomy, cząsteczki, klastery	
Wykładowca: prof. dr hab. Paweł Kowalczyk	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykt./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 1101-413B	Liczba punktów kredytowych: 2,5
<p>Program:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Krótki zarys teorii grup i jej zastosowań w mechanice kwantowej. 2. Atom wodoru: <ul style="list-style-type: none"> - struktura prosta; - struktura subtelna, przesunięcie Lamba. 3. Atomy alkaliczne. 4. Atom helu. 5. Atomy wieloelektronowe: <ul style="list-style-type: none"> - przybliżenie pola centralnego; - termy atomowe w sprzężeniu L-S i j-j; - konfiguracje elektronowe i wynikające z nich termy; - reguły Hunda; - układ okresowy. 6. Atomy rydbergowskie. 7. Zjawisko Zeemana. 8. Zjawisko Starka. 9. Rozdzielenie ruchu jąder i elektronów w cząsteczce, przybliżenia adiabatyczne i Borna-Oppenheimera, powierzchnie energii potencjalnej. 10. Struktura elektronowa cząsteczek. <ul style="list-style-type: none"> - Cząsteczki dwuatomowe, postać orbitali molekularnych i ich kolejność energetyczna, stany elektronowe cząsteczek i ich energie; - Cząsteczki liniowe; - Cząsteczki wieloatomowe: H₂O, cząsteczki węglowodorów, benzen, polieny; - Klastery. 11. Energia ruchu jąder w cząsteczce - oscylacje i rotacje. <ul style="list-style-type: none"> - Cząsteczki dwuatomowe, oscylacje jąder, rotacja cząsteczki, struktura energetyczna cząsteczki dwuatomowej; - Cząsteczki wieloatomowe - energia rotacyjna, energia oscylacyjna (opis klasyczny, drgania cząsteczek symetrycznych, opis kwantowy, powierzchnie potencjalne z wieloma minimumami, oddziaływanie Coriolisa). 12. Widma cząsteczkowe. <ul style="list-style-type: none"> - Widma rotacyjne; - Widma oscylacyjne (zmiana poziomu oscylacyjnego, przejścia oscylacyjno-rotacyjne); - Przejścia elektronowe; - Zanik wzbudzenia w cząsteczce. - Widma ramanowskie. <p>Proponowane podręczniki: P.W. Atkins, <i>Molekularna mechanika kwantowa</i>. F.A. Cotton, <i>Teoria grup. Zastosowania w chemii</i>. A.S. Dawydow, <i>Mechanika kwantowa</i>. M. Hamermesh, <i>Teoria grup w zastosowaniu do zagadnień fizycznych</i>. A. Gołębiewski, <i>Elementy mechaniki i chemii kwantowej</i>. W. Kołos, <i>Chemia kwantowa</i>. W. Kołos, J. Sadlej, <i>Atom i cząsteczka</i>. G.K. Woodgate, <i>Struktura atomu</i>.</p>	

P. Kowalczyk, <i>Fizyka cząsteczek</i> .
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Mechanika kwantowa I lub Fizyka kwantowa, Wstęp do optyki i fizyki ciała stałego.
<i>Forma zaliczenia:</i> Egzamin ustny.

Przedmiot: Fizyka laserów	
Wykładowca: prof. dr hab. Czesław Radzewicz	
Semestr: letni	<i>Liczba godzin wykl./tydz.: 2</i> <i>Liczba godzin ew./tydz.: 0</i>
Kod: 1101-413C	<i>Liczba punktów kredytowych: 2,5</i>
<p><i>Celem wykładu jest przybliżenie słuchaczom praktycznych, tzn. użytecznych w pracy doświadczalnej, aspektów wiedzy o laserach. Stosowany (i wymagany od studentów) aparat matematyczny będzie ograniczony do minimum niezbędnego do zrozumienia omawianych zagadnień. Wszędzie tam gdzie to jest możliwe stosowany będzie opis klasyczny omawianych zjawisk; teoria kwantowa pojawi się tylko w opisie materii i niektórych własności światła laserowego. Duży nacisk położony będzie na omówienie technik doświadczalnych (metody pomiarowe i instrumenty) oraz kształcenie umiejętności rozwiązywania konkretnych zagadnień praktycznych.</i></p> <p><i>Program:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Półklasyczna teoria promieniowania. 2. Wiązki gaussowskie i rezonatory optyczne. 3. Wzmocnienie światła: nienasycone i nasycone, warunek progowy akcji laserowej. 4. Podstawowe charakterystyki światła laserowego. 5. Dynamika laserów: oscylacje relaksacyjne, modulacja dobroci rezonatora, synchronizacja modów. 6. Przegląd wybranych konstrukcji laserowych. 7. Wybrane zastosowania laserów. 	
<p><i>Proponowane podręczniki:</i> P.W. Miloni and J.H. Eberly, <i>Lasers</i>. O. Svelto, <i>Principles of Lasers</i>. A. Siegman, <i>Introduction to Lasers</i>. K. Shimoda, <i>Wstęp do Fizyki Laserów</i>. A. Yariv, <i>Quantum Electronics</i>.</p>	
<p><i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Fizyka I-IV, Elektrodynamika, Mechanika kwantowa I bądź Fizyka kwantowa, Optyka instrumentalna.</p> <p><i>Zajęcia sugerowane do wysłuchania przed tym wykładem:</i> Wstęp do optyki i fizyki ciała stałego.</p>	
<p><i>Forma zaliczenia:</i> ocena: zadania domowe (30%) + egzamin końcowy (70%).</p>	

Course: Laser spectroscopy	
Lecturer: prof. dr hab. Paweł Kowalczyk	
Semester: summer	<i>Lecture hours per week: 2</i> <i>Class hours per week: 0</i>
Code: 1101-413D-A	<i>Credits: 2,5</i>
<i>The aim of this course is to present and discuss the most important experimental techniques of</i>	

<p>laser spectroscopy and their applications.</p> <p><i>Syllabus:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Spectroscopy – a historical outline • Doppler-limited laser spectroscopy: <ul style="list-style-type: none"> - absorption spectroscopy - excitation spectroscopy - intracavity absorption - ionisation spectroscopy - optogalvanic spectroscopy - optoacoustic spectroscopy - optothermal spectroscopy - cavity ringdown spectroscopy (CRDS) - multiphoton spectroscopy - optical pumping and double resonance spectroscopy - population labelling and polarisation labelling of levels with laser light - laser induced fluorescence (LIF) • Laser Raman spectroscopy <ul style="list-style-type: none"> - spontaneous Raman scattering - stimulated Raman scattering - coherent anti-Stokes Raman spectroscopy (CARS) - hyper-Raman effect • Methods of Doppler-free spectroscopy <ul style="list-style-type: none"> - laser spectroscopy in atomic and molecular beams - supersonic beams - fast ion beams - saturation spectroscopy - polarisation spectroscopy - Doppler-free two-photon and multiphoton spectroscopy • Time-resolved laser spectroscopy <ul style="list-style-type: none"> - observation of fluorescence decay - delayed coincidence technique - phase shift method - lifetime measurements in fast beams - Hanle effect - level crossing spectroscopy - quantum beat spectroscopy - picosecond and femtosecond spectroscopy - laser femtochemistry • Laser cooling and trapping of atoms, applications (including Bose-Einstein condensation) • Photoassociation spectroscopy of molecules • Applications of laser spectroscopy in chemistry, biology, medicine, environmental research and engineering.
<p><i>Literature:</i></p> <p>W. Demtröder, <i>Laser spectroscopy</i> (also in Polish translation).</p> <p>A. Corney, <i>Atomic and laser spectroscopy</i>.</p>
<p><i>Prerequisites:</i></p> <p>Quantum mechanics I or Quantum physics, Introduction to optics and solid state physics.</p>
<p><i>Examination:</i></p> <p>Test / oral examination.</p>

Course: Introduction to nonlinear optics	
Lecturer: dr hab. Marek Trippenbach	
Semester: summer	Lecture hours per week: 2 Class hours per week: 2
Code: 1102-523	Credits: 5
Syllabus: This course is meant to provide basics of theoretical nonlinear optics. It is focused on the propagation phenomena: derivation of propagation equation in nonlinear media, harmonic generation, parametric processes, scattering, self focusing of optical beams and resonant phenomena. It is addressed to the students interested in the theory and experiments in modern optics.	
Literature: Yariv, <i>Nonlinear Optics</i> . Shen, <i>Introduction to Nonlinear Optics</i> . Boyd, <i>Nonlinear Optics</i> .	
Prerequisites: Basic knowledge of optics, quantum physics.	
Examination: Written exam.	

Fizyka Ciała Stałego:

Przedmiot: Fizyka ciała stałego	
Wykładowca: prof. dr hab. Roman Stępniewski	
Semestr: zimowy i letni	Liczba godzin wykt./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 1101-417	Liczba punktów kredytowych: 5
Program: Program wykładu obejmuje podstawowe zagadnienia fizyki ciała stałego: <ol style="list-style-type: none"> 1. Opis struktury energetycznej stanów elektronowych w kryształach, pasma energetyczne. 2. Przybliżenie masy efektywnej. 3. Metale, półprzewodniki, izolatory. 4. Półprzewodnikowe struktury obniżonego wymiaru. Półprzewodnikowe studnie, druty i kropki kwantowe. 5. Domieszki w półprzewodnikach. 6. Drgania sieci krystalicznej, fonony. 7. Transport nośników prądu, zlinearyzowane równanie Boltzmanna 8. Zjawiska optyczne w półprzewodnikach. Dynamiczna funkcja dielektryczna. Osobliwości van Hoofta. Ekscytony swobodne i związane. Magnetooptyka na swobodnych nośnikach i międzypasmowa. 9. Zjawiska kwantowe w strukturach półprzewodnikowych o obniżonej wymiarowości. Kwantowy Efekt Halla. Uwaga: Głównym celem tego wykładu jest opanowanie podstawowej wiedzy z Fizyki Półprzewodników; przygotowanie do wykonania pracy magisterskiej w Zakładzie Fizyki Ciała Stałego IFD.	
Proponowane podręczniki: Ch. Kittel, <i>Wstęp do fizyki ciała stałego</i> . P. Yu, M. Cardona, <i>Fundamentals of Semiconductors</i> . J.M. Ziman, <i>Wstęp do teorii Ciała Stałego</i> . I.M Cydlikowski, <i>Elektrony i dziury w półprzewodnikach</i> . N.W. Ashcroft, N.D. Mermin, <i>Fizyka ciała stałego</i> .	

<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Wstęp do optyki i fizyki ciała stałego, Mechanika kwantowa I.
<i>Forma zaliczenia:</i> Egzamin ustny

Przedmiot: Proseminarium z Fizyki Ciała Stałego	
Wykładowca: prof. dr hab. Michał Nawrocki (sem. zimowy), prof. dr hab. Jan Gaj (sem. letni)	
Semestr: zimowy i letni	Liczba godzin wykład./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 1101-418	Liczba punktów kredytowych: 5
<i>Cele:</i> 1. Zapoznać się z tematyką w dziedzinie fizyki ciała stałego (głównie półprzewodników) uprawianą aktualnie w Warszawie i na świecie. 2. Nauczyć się pracy seminaryjnej (zarówno udziału jako słuchacz, jak i przygotowywania i wygłaszania referatów). <i>Program:</i> Uczestnicy wybierają do przygotowania tematy referatów po jednym na semestr. Tematy podzielone są na dwie grupy: 1. Narzędzia badawcze i technologiczne przykłady: ciśnienia hydrostatyczne, spektroskopia pojemnościowa, epitaksja z wiązki molekularnej, mikroskop sił atomowych 2. Zagadnienia fizyczne przykłady: kropki kwantowe, tunelowanie rezonansowe w półprzewodnikowych strukturach kwantowych, badania magnetycznych układów warstwowych, głębokie domieszki i defekty w półprzewodnikach	
<i>Proponowane podręczniki:</i>	
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed seminarium:</i> Wstęp do optyki i fizyki ciała stałego.	
<i>Forma zaliczenia:</i> Zaliczenie za udział w seminarium i wygłoszenie dwóch referatów.	

Przedmiot: Structural and electronic properties of solids (Selected problems of solid state physics). Wykład w języku angielskim	
Wykładowca: prof. dr hab. Jacek Baranowski	
Semestr: zimowy i letni	Liczba godzin wykład./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 1101-509	Liczba punktów kredytowych: 5
<i>Celem wykładu</i> jest pokazanie jak startując z atomowych stanów s i p można przewidzieć większość strukturalnych i elektronowych własności ciał stałych. W szczególności jednym z głównych celów jest pokazanie jak opierając się na jednoelektronowych stanach atomowych można przewidzieć większość własności półprzewodników. <i>Program:</i> Wykład zaczyna się poprzez wprowadzenie tzw. Tablicy Periodycznej Ciała Stałego opartej na jednoelektronowych stanach atomowych. Następnie wprowadzone są wiązania van der Waals'a i wiązania jonowe. Zaprezentowane jest wyprowadzenie strukturalnych własności (długość wiązania) jak i elektronowych własności (przerwa energetyczna) w oparciu o stany atomowe i energię Madelung w materiałach jonowych. Przedyskutowane są też wiązania występujące w	

<p>klasycznym wysokotemperaturowym nadprzewodniku YBACUO.</p> <p>W następnym kroku wprowadzone są wiązania kowalenne występujące w molekułach i ciałach stałych. Wprowadzone są oddziaływania s i p pomiędzy stanami s i p, wraz z podstawowymi ideami silnego wiązania. Wprowadzone są pojęcia hybryd, metalicznej, jonowej i kowalencyjnej energii. W ramach podejścia silnego wiązania wprowadzone są proste obliczenia długości wiązań, energii kohezji i stałych siłowych w półprzewodnikach.</p> <p>Następna część wykładu dotyczy wprowadzenia symetrii translacyjnej w sieci krystalicznej. Przeprowadzone są rachunki struktury pasmowej w bazie stanów atomowych i w bazie stanów wiążących i antywiązących. Przedyskutowane są własności elektronowe i optyczne półprzewodników wynikające wprost ze struktury pasmowej. W szczególności przeprowadzone są oszacowania dla przesunięć pasm energetycznych w heterostrukturach. Wprowadzone są też obliczenia wpływu ciśnień hydrostatycznych na strukturę pasmową.</p> <p>Następna grupa zagadnień objętych wykładem dotyczy domieszek i defektów. Przedyskutowane są chemiczne trendy położenia energetycznych domieszek w przerwie energii wzbronionej. Następnie wprowadzone są klasyczne defekty strukturalne takie jak luki, atomy międzywęzłowe i antypołożeniowe. Wyliczone są struktury elektronowe dla luki w krzemie i luk anionowych i kationowych w związkach półprzewodnikowych.</p> <p>Ostatnia grupa problemów objęta wykładem dotyczy fizyki powierzchni. Wprowadzeniem do tej tematyki jest rozwiązanie struktury pasmowej grafitu. Następnie wprowadzona jest struktura pasmowa wywołana zerwanymi wiązaniami w krzemie. Omówiona jest też rekonstrukcja 2x1 i 7x7 powierzchni krzemu. W końcu przedyskutowane są mechanizmy będące siłą napędową rekonstrukcji powierzchni w innych materiałach.</p>
<p><i>Proponowane podręczniki:</i></p> <p>W. Harrison, <i>Electronic structure of solids</i>.</p>
<p><i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i></p> <p>Fizyka Ciała Stałego</p>
<p><i>Forma zaliczenia:</i></p> <p>Egzamin testowy</p>

Metody Jądrowe Fizyki Ciała Stałego:

Przedmiot: Struktura i dynamika sieci fazy skondensowanej	
Wykładowca: w roku akademickim 2005/2006 wykład nie odbywa się	
Semestr: zimowy i letni	Liczba godzin wykł./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 0
Kod: : 1101-421	Liczba punktów kredytowych: 5
<p>Program:</p> <p>Wykład jest poświęcony elementom współczesnej krystalografii. Zawiera on omówienie elementów symetrii występujących w ciałach stałych, włączając symetrię struktur modulowanych i kwazikryształów. Przedmiotem wykładu będą związki pomiędzy strukturą krystaliczną, dynamiką wewnętrzną i własnościami fizycznymi materiałów. Przedstawione będą również oddziaływania wewnętrzne w fazie skondensowanej materii. Omówione zostaną struktury i własności magnetyków, ferroelektryków, nadprzewodników, superjonowych przewodników, substancji amorficznych, ciekłych kryształów i kwazikryształów. Podane będą różne metody badania struktury materiałów oraz porównanie różnych technik badawczych. Przedmiotem wykładu będą również zmiany własności materiałów pod wpływem czynników zewnętrznych: ciśnienia, temperatury i pola magnetycznego. Omówione zostaną również przejścia fazowe w fazie skondensowanej materii i metody ich badania.</p>	
<i>Proponowane podręczniki:</i>	

M. T. Dove, <i>Structure and Dynamics</i> , Oxford Uni. Press, 2003. S. Bundell, <i>Magnetism in Condensed Matter</i> , Oxford Uni. Press, 2002. Z. Bojarski, M. Gigla, K. Stróż, M. Surowiec, <i>Krystalografia</i> , PWN, 1996. B. K. Weinstein, <i>Krystalografia Współczesna</i> , wyd. Nauka, Moskwa 1979 (wydana w jęz. angielskim i rosyjskim), tom 1-4.
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Podstawy dyfrakcji promieni X i neutronów, Fizyka V, Struktura i dynamika sieci fazy skondensowanej (wykłady).
<i>Forma zaliczenia:</i> Egzamin ustny.

Przedmiot: Metody jądrowe fizyki ciała stałego	
Wykładowca: w roku akademickim 2005/2006 wykład nie odbywa się	
Semestr: zimowy i letni	Liczba godzin wykt./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 1101-511	Liczba punktów kredytowych: 5
Program: Rola metod jądrowych we współczesnej krystalografii i fizyce fazy skondensowanej materii. Badania fazy skondensowanej przy reaktorach jądrowych, źródłach spallacyjnych i źródłach promieniowania synchrotronowego. Oddziaływanie promieniowania materią. Rozpraszanie neutronów - określanie funkcji korelacji. Atomowe i magnetyczne uporządkowania w ciałach stałych. Czynniki Debye'a-Wallera i Lamba-Mössbauera. Relacje dyspersji fononów i magnonów. Przejścia fazowe. Funkcja gęstości stanów. Dyfuzja. Metody badania struktury i dynamiki wewnętrznej fazy skondensowanej. Rozpraszanie neutronów powolnych w fizyce materiałów oraz porównanie tej techniki z innymi metodami jądrowymi takimi jak: efekt Mössbauera, jądrowy rezonans magnetyczny (NMR) oraz promieniowanie synchrotronowe.	
Proponowane podręczniki: M. T. Dove, <i>Structure and Dynamics</i> , Oxford Uni. Press, 2003 Z. Bojarski, M. Gigla, K. Stróż, M. Surowiec, <i>Krystalografia</i> , PWN, S. Bundell, <i>Magnetism in Condensed Matter</i> , Oxford Uni. Press, 2002. Z. Bojarski, M. Gigla, K. Stróż, M. Surowiec, <i>Krystalografia</i> , PWN, 1996. B.K. Weinstein, <i>Krystalografia Współczesna</i> , wyd. Nauka, Moskwa 1979 (wydana w jęz. angielskim i rosyjskim), tom 1-4.	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Podstawy dyfrakcji promieni X i neutronów, Fizyka V, Struktura i dynamika sieci fazy skondensowanej (wykłady).	
Forma zaliczenia: Egzamin ustny.	

Rentgenowskie Badania Strukturalne:

Przedmiot: Fizyka promieni X	
Wykładowca: prof. dr hab. Jerzy Gronkowski	
Semestr: zimowy i letni	Liczba godzin wykt./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 1101-425	Liczba punktów kredytowych: 5
Program: 1. Źródła promieniowania rentgenowskiego (lampy, źródła synchrotronowe). 2. Oddziaływanie promieniowania rentgenowskiego z materią (rozpraszanie, absorpcja, załamanie).	

3. Oddziaływanie promieniowania rentgenowskiego z tkankami żywymi (ochrona radiologiczna). 4. Defekty w kryształach. 5. Dynamiczna teoria dyfrakcji promieni X na kryształach (kryształy idealne i zdeformowane, równania Takagiego-Taupina, wysokorozdzielcza dyfraktometria wielokrystaliczna).
<i>Proponowane podręczniki:</i> J. Gronkowski, <i>Materiały do wykładu 1995/96</i> (biblioteka IFD UW) Z. Trzaska Durska, H. Trzaska Durska, <i>Podstawy krystalografii strukturalnej i rentgenowskiej</i> , Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1994 Z. Bojarski, M. Gigla, K. Stróż, M. Surowiec, <i>Krystalografia. Podręcznik wspomagany komputerowo</i> , Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001 P. Jaracz, <i>Promieniowanie jonizujące w środowisku człowieka. Fizyka. Skutki radiologiczne. Społeczeństwo</i> , Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2001
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Fizyka I, II, III, IV, Podstawy dyfrakcji promieni X i neutronów <i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem:</i> Wstęp do optyki i fizyki ciała stałego Elektrodynamika ośrodków materialnych
<i>Forma zaliczenia:</i> egzamin ustny

Biofizyka:

<i>Przedmiot: Mechanika kwantowa II</i> (dla studentów Biofizyki)	
<i>Wykładowca: dr hab. Maciej Geller</i>	
<i>Semestr: zimowy</i>	<i>Liczba godzin wykl./tydz.: 2</i> <i>Liczba godzin ćw./tydz.: 1</i>
<i>Semestr: letni</i>	<i>Liczba godzin wykl./tydz.: 1</i> <i>Liczba godzin ćw./tydz.: 1</i>
<i>Kod: 1101-428-1, 1101-428-2</i>	<i>Liczba punktów kredytowych: 6,5</i>
<i>Program:</i> <ol style="list-style-type: none"> 1. Częsteczka chemiczna - opis kwantowy: Separacja ruchu jąder i elektronów 2. Opis stanu układu elektronowego cząsteczki: przybliżenie adiabatyczne i Born-Oppenheimera metody przybliżone rozwiązywania stacjonarnego, elektronowego równania Schroedingera: metoda Hartree-Focka: przybliżenie jednoelektronowe, spinorbitale molekularne, metoda pola samouzgodnionego (SCF) metoda Hartree-Focka-Roothana: metody ab initio i półempiryczne bazy funkcyjne problem obliczania energii korelacji elektronowej: metody CI i MP 3. Stabilność cząsteczki: twierdzenie wirialne elektrostatyczne tw. Hellmanna-Feynmanna 4. Architektura cząsteczki: układy pi-elektronowe 	

energia delokalizacji bariery rotacji wolne pary elektronowe orbitale zlokalizowane hybrydyzacja orbitali 5. Jak cząsteczki oddziałują ze sobą: oddziaływania elektrostatyczne, indukcyjne i dyspersyjne, odpychanie walencyjne wiązania wodorowe oddziaływania hydrofobowe 6. Opisy uproszczone układów cząsteczkowych: mechanika molekularna - metody „pól siłowych” metody Monte Carlo - algorytm Metropolis dynamika molekularna
<i>Proponowane podręczniki:</i> W. Kołos, <i>Chemia kwantowa</i> .
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Mechanika kwantowa I.
<i>Forma zaliczenia:</i> Egzamin pisemny i ustny.

Przedmiot: Chemia organiczna	
Wykładowca: dr hab. Janusz Stępiński	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykl./tydz.: 4 Liczba godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 1101-430	Liczba punktów kredytowych: 5
<i>Program:</i> Wykład stanowi podstawowe ujęcie chemii organicznej. Zostaną scharakteryzowane związki monofunkcyjne: węglowodory, fluorowcopochodne węglowodorów, alkohole, fenole, etery, nitropochodne węglowodorów, aminy, aldehydy, ketony, kwasy karboksylowe, estry, halogenki kwasowe, bezwodniki kwasowe, amidy, nityle, niektóre organiczne związki fosforu i siarki. Kolejno, omawiane są zagadnienia dotyczące struktury i właściwości cząsteczek biologicznie ważnych: aminokwasów, białek, węglowodanów, związków heteroaromatycznych (w tym nukleozydów i nukleotydów), steroidów i karotenoidów. Poruszane są zagadnienia budowy elektronowej i przestrzennej związków organicznych, w tym podstawowe mechanizmy reakcji oraz wszystkie rodzaje izomerii. Omówione też zostaną metody wyodrębniania, oczyszczania i ustalania budowy związków organicznych.	
<i>Proponowane podręczniki:</i> R. T. Morrison, R. N. Boyd, <i>Chemia organiczna</i> , Tom 1 i 2. P. Mastalerz, <i>Chemia organiczna</i> .	
<i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia/wystuchania przed wykładem:</i> Wstęp do biofizyki.	
<i>Forma zaliczenia:</i> Egzamin.	

Przedmiot: Biochemia	
Wykładowca: prof. dr hab. Edward Darżynkiewicz, dr hab. Janusz Stepinski, dr Jacek Jemielity	
Semestr: letni	Liczba godzin wykl./tydz.: 4

	Liczba godzin éw./tydz.: 0
Kod: 1101-432	Liczba punktów kredytowych: 5
<p><i>Program:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Białka - struktura I, II, III i IV- rzędowa. Ewolucja molekularna białek, systematyka białek. 2. Enzymy. Terminy i jednostki, specyficzność, systematyka i nomenklatura enzymów. Kine-tyka enzymatyczna - teoria Michaelisa. Rodzaje inhibicji i aktywacji enzymów. Allosteria. Regulacja aktywności enzymów. Mechanizm działania enzymów - budowa miejsca aktyw-nego, mechanizmy katalityczne. Kompleksy enzymatyczne. Koenzymy - budowa, rodzaje reakcji katalizowanych, wybrane mechanizmy elektronowe. 3. Metabolizm białek. Enzymy proteolityczne. Transaminacja, dekarboksylacja, dezaminacja oksydacyjna. Cykl mocznikowy. Oksydacyjna dekarboksylacja α-ketokwasów. 4. Kwasy nukleinowe. Struktura I- rzędowa. Biosynteza z prekursorów. DNA-struktura II- i III- rzędowa. RNA: t-RNA, m-RNA, r-RNA. Enzymy rozszczepiające kwasy nukleinowe. Funkcje genetyczne: replikacja DNA, transkrypcja RNA- processing, splicing. Geny mo-zaikowe. Mechanizm przekazywania informacji genetycznej. Kod genetyczny. Translacja - biosynteza białka. 5. Wirusy - budowa, cykl życiowy i patogenność, wirus HIV. 6. Węglowodany - budowa i metabolizm. Mono-, di- i polisacharydy zwierzęce i roślinne. Glikozydy. Hydroliza i fosforoliza polisacharydów. Glikoliza i fermentacja. Fosforylacja substratowa. Cykl Krebsa. Cykl pentozowy. Glukoneogeneza. Fotosynteza - proces ciem-niowy - cykl Calvina. 7. Lipidy - budowa i metabolizm. Tłuszcze właściwe, fosfolipidy, glikolipidy, sterydy, woski, izoprenoidy, witaminy. Metabolizm: trawienie tłuszczów, β-oksydacja kwasów tłuszczo-wych, biosynteza kwasów tłuszczowych, glicerydów i fosfolipidów. 8. Utleńanie biologiczne - podstawy bioenergetyki. Sprężenie przez ATP i inne związki "wysokoenergetyczne" procesów endo- i egzoergicznych. Przyczyny wysokiej zmiany ental-pii swobodnej hydrolizy związków "bogatych w energię". Łańcuch oddechowy. Przenośniki elektronów i ich potencjały oksydoredukcyjne. Mechanizm fosforylacji oksydacyjnej wg. Mitchella. Porównanie bilansu energetycznego fosforylacji oksydacyjnej i substratowej. Budowa mitochondrium. 9. Fotosynteza - proces świetlny. Budowa chloroplastu. Barwniki kompleksu antenowego. Fotochemiczne pompowanie chlorofilu. Fotosystem I i II. Transport elektronów w proce-sach fosforylacji cyklicznej i niecyklicznej. 10. Biochemia organelli komórkowych - lokalizacja procesów biochem. Błona komórkowa - budowa, skład chemiczny. Mechanizmy i energetyka transportu błonowego aktywnego i biernego. Kanały i pory błonowe, przenośniki, kotransport, jonofory. ATP-azowa pompa sodowo-potasowa w błonie. Pompa wapniowa. Jądro komórkowe - budowa chromosomu pro- i eukariotycznego, plazmidy, transposony. Biochemia mitochondrium, funkcje bioche-miczne retikulum endoplazmatycznego rybosomów. 11. Współzależności metaboliczne. Etapy katabolizmu komórkowego. Dopływy i odpływy z cyklu Krebsa do puli białek, węglowodanów i tłuszczowców. Współgranie katabolizmu tle-nowego i beztlenowego, regulacja allosteryczna. 12. Regulacja metabolizmu. Jacoba-Monda model indukcji i represji enzymatycznej. Inne me-chanizmy regulacji na poziomie genetycznym. Regulatory endogenne allosterczne. Sygnali-zacja międzykomórkowa. 13. Regulacja hormonalna - mechanizmy. System fosforylacji białek przez kinazy białkowe zależne od cAMP. 14. Regulacja przez układ nerwowy. Przewodzenie wzdłuż neuronu i na synapsach. Neuro-transmitery. Rola jonów Ca^{2+} i kalmoduliny. 	
<i>Proponowane podręczniki:</i>	

L. Stryer, <i>Biochemia</i> . B. D. Hames, N. M. Hooper, J. D. Houghton, <i>Krótkie wykłady - Biochemia</i> .
<i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem:</i> Chemia organiczna. <i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Wstęp do biofizyki.
<i>Forma zaliczenia:</i> Egzamin.

Przedmiot: Spektroskopia molekularna	
Wykładowca: prof. dr hab. Ryszard Stolarski	
Semestr: letni	Liczba godzin wykład./tydz.: 3 Liczba godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 1101-433	Liczba punktów kredytowych: 4
Program: Program wykładu obejmuje teoretyczne i doświadczalne podstawy spektroskopii cząsteczek organicznych w zakresie bliskiego ultrafioletu, podczerwieni, mikrofal i magnetyczny rezonans jądrowy (NMR). Zagadnienia wstępne dotyczą przypomnienia fizycznych podstaw struktury molekuł z uwzględnieniem problemów symetrii (teoria grup) i konformacji, energii pojedynczej cząsteczki i makroskopowego układu cząsteczek, oddziaływania układu cząsteczkowego z promieniowaniem elektromagnetycznym (absorpcja, emisja, rozpraszanie) oraz podstaw aparaturowych rejestracji widm z uwzględnieniem transformacji Fouriera i laserów. Kolejno omawiane są widma rotacyjne (MW), oscylacyjno-rotacyjne (IR) i elektronowo-oscylacyjno rotacyjne (UV-VIS), dichroizm liniowy (LD) i kołowy (CD), zjawisko Ramana i rezonansowe zjawisko Ramana. W zakresie spektroskopii NMR prezentowane są zagadnienia klasycznego i kwantowego opisu oddziaływania jąder z zewnętrznymi polami magnetycznymi i otoczeniem molekularnym (relaksacja) oraz jądrowy efekt Overhausera. Spektroskopia jednowymiarowa jest rozszerzona do metod wieloimpulsowych i wielowymiarowych w zastosowaniu do makromolekuł biologicznych. Omawiane są zastosowania NMR w identyfikacji cząsteczek i wyznaczaniu ich struktury i dynamiki ruchów molekularnych.	
Proponowane podręczniki: P. W. Atkins, <i>Molekularna mechanika kwantowa</i> . W. Demtroder, <i>Spektroskopia laserowa</i> . T. Evans, <i>Biomolecular NMR spectroscopy</i> .	
<i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem:</i> Mechanika klasyczna, Elektrodynamika, Fizyka statystyczna <i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Mechanika kwantowa I	
Forma zaliczenia: Egzamin ustny.	

Przedmiot: Pracownia biochemiczna	
Wykładowca: prof. dr hab. Edward Darżynkiewicz	
Semestr: letni	Liczba godzin wykład./tydz.: 0 Liczba godzin ćw./tydz.: 4
Kod: 1101-434	Liczba punktów kredytowych: 5
Program:	

1.3 Katalog zajęć studiów magisterskich: studia specjalistyczne

<ol style="list-style-type: none"> 1. Wyznaczanie parametrów kinetycznych (V_{\max} i K_m) w reakcjach enzymatycznych. 2. Analiza elektroforetyczna białek w żelu poliakrylamidowym w warunkach denaturujących. 3. Rozdzielanie barwników roślinnych za pomocą chromatografii adsorpcyjnej. 4. Otrzymywanie DNA z grasicy cielęcej. 5. Frakcjonowanie wątroby szczura wg Schneidera i ilościowe oznaczanie w niej kwasów nukleinowych. 6. Ćwiczenia komputerowe: zapoznanie ze strukturami przestrzennymi biomolekuł i typów oddziaływań między nimi przy użyciu najnowszych pakietów programów do modelowania molekularnego i wizualizacji.
<i>Proponowane podręczniki:</i> L. Kłyszko-Stefanowicz (red), <i>Ćwiczenia z biochemii</i> . L. Stryer, <i>Biochemia</i> .
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed pracownią:</i> Wykład z chemii.
<i>Forma zaliczenia:</i> Zaliczenie na ocenę.

Przedmiot: Biofizyka molekularna I	
Wykładowca: prof. dr hab. Ryszard Stolarski	
Semestr: zimowy	<i>Liczba godzin wykl./tydz.: 4</i> <i>Liczba godzin ew./tydz.: 0</i>
Kod: 1101-515	<i>Liczba punktów kredytowych: 5</i>
Program: Program wykładu obejmuje zagadnienia struktury przestrzennej /konformacja/, dynamiki ruchów molekularnych i oddziaływań międzycząsteczkowych polimerów biologicznych, białek i kwasów nukleinowych oraz podstawowych metod doświadczalnych i teoretycznych badania tych zagadnień. Zagadnienia wstępne obejmują przypomnienie budowy chemicznej, mechanizmów biosyntezy i roli biologicznej kwasów nukleinowych i białek. Następnie omawiane są szczegółowo metody badania konformacji i dynamiki biopolimerów: sekwencjonowanie, elektroforeza, ultrawierowanie, magnetyczny rezonans jądrowy (NMR), dyfrakcja promieniowania rentgenowskiego na monokryształach i włóknach, dynamika molekularna (MD), z rozszerzeniem kwantowym i na dynamikę brownowską. Omawianie struktur i dynamiki kwasów nukleinowych DNA i RNA oraz białek jest prowadzone od poziomu monomerów składowych do poziomu struktur trzecio- i czwartorzędowych. Szczególny nacisk położony jest na najbardziej aktualne, „gorące” zagadnienia prezentowane w literaturze światowej, np. zwijanie /folding/ białek in vitro i in vivo, specyficzne rozpoznawanie wzajemne białek i kwasów nukleinowych o ściśle określonych sekwencjach, niemichaelisowskie przebiegi kinetyki reakcji enzymatycznych.	
<i>Proponowane podręczniki:</i> W. Saenger, <i>Principles of nucleic acid structure</i> . T.E. Creighton, <i>Proteins. Structures and molecular properties</i> .	
<i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem:</i> Pracownia chemii fizycznej, Pracownia biochemii, Mechanika kwantowa II.	
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Spektroskopia molekularna, Biochemia.	
<i>Forma zaliczenia:</i> Egzamin ustny.	

Przedmiot: Genetyka molekularna
--

Wykładowca: prof. dr hab. Edward Darżyniewicz	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykład./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 1101-516	Liczba punktów kredytowych: 2,5
Program: Wykład obejmuje wybrane, a jednocześnie będące kluczowymi, zagadnienia ze współczesnej genetyki molekularnej. W rozważaniach nad strukturą i funkcją DNA omawiane są takie tematy, jak: dlaczego DNA ma strukturę helikalną, różne rodzaje heliksów, formy heliksów w przestrzeni, superzwinięcie DNA, DNA i chromosomy, metody stosowane do badania struktury DNA, DNA jako matryca w procesach replikacji i transkrypcji, zasady procesu transkrypcji, organizacja sekwencji DNA, kompleks transkrypcyjny, regulacja procesu transkrypcji, transkrypcja a nukleosomy. Kolejnym cyklem tematów są sprawy związane ze strukturą i funkcją różnych rodzajów RNA, m.in.: procesy dojrzewania RNA (splicing, capping, poliadenylacja), transport wewnątrzkomórkowy kwasów rybonukleinowych i jego regulacja, mechanizmy biosyntezy białka. Sporo miejsca w wykładach poświęcone jest molekularnym mechanizmom oddziaływania czynników białkowych z odpowiednimi strukturami kwasów nukleinowych w kluczowych dla biologii molekularnej procesach. Wydzielony blok wykładów obejmuje tematy związane z inżynierią genetyczną, w tym: uzyskiwanie genu do rekombinacji, wprowadzanie rekombinowanego genu do komórek pro- i eukariotycznych, analiza zrekombinowanych komórek, sekwencjonowanie genów i genomów, praktyczne wykorzystanie genetyki molekularnej (molekularna medycyna, kontrolowane modyfikacje genetyczne mikroorganizmów roślin i zwierząt).	
Proponowane podręczniki: T. A. Brown, <i>Genomy</i> . L. Stryer, <i>Biochemia</i> . Alberts i inni, <i>Podstawy biologii komórki</i> . P. C. Winter, G. I. Hickey, H. L. Fletcher, <i>Krótkie wykłady - Genetyka</i> . Literatura uzupełniająca: P. Węgleński (red.), <i>Genetyka molekularna</i> . A. Jerzmanowski, <i>Geny i ludzie</i> . A. Jerzmanowski, <i>Geny i życie</i> . J. D. Watson, <i>Podwójna helisa</i> . S. B. Primrose, <i>Zasady analizy genomu</i> . P. Berg, M. Singer, <i>Język genów</i> .	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Biochemia (dla studentów Biofizyki).	
Forma zaliczenia: Egzamin.	

Przedmiot: Pracownia biofizyczna	
Koordinator: dr hab. Jan Antosiewicz	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykład./tydz.: 12 Liczba godzin ćw./tydz.: 12
Kod: 1101-517	Liczba punktów kredytowych: 15
Program: Celem Pracowni jest zapoznanie z doświadczalnymi i teoretycznymi metodami badania białek i kwasów nukleinowych, stosowanymi w Zakładzie Biofizyki, Pracownia obejmuje wykonanie dwóch ćwiczeń. Na każde ćwiczenie jest przeznaczony 90 godzin zajęć. Zakres tematyczny prowadzonych ćwiczeń: 1. Badanie mechanizmu działania enzymów metodami spektroskopii fluorescencji statycznej i czasoworozdzielczej.	

2. Pomiary fosforescencji białek w matrycach niskotemperaturowych, analiza przejść elektronowych i określenie czasów życia stanów trypletowych w białkach.
3. Kinetyka procesów asocjacji białko-ligand badana metodami spektroskopii zatrzymanego przepływu.
4. Badanie dynamiki konformacyjnej białek i kwasów nukleinowych metodami dynamiki molekularnej.
5. Badanie elektrostatycznych właściwości białek i kwasów nukleinowych metodami elektrodynamiki ośrodków ciągłych, w oparciu o model Poissona-Boltzmanna.
6. Badanie kinetyki procesów asocjacji białko-ligand metodami dynamiki brownowskiej.
<i>Proponowane podręczniki:</i> Literatura do ćwiczeń podawana jest przez prowadzących, stosownie do tematu i zakresu ćwiczenia.
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed Pracownią:</i> Pracownia Chemii Fizycznej dla studentów IV roku biofizyki; Pracownia Biochemii dla studentów IV roku biofizyki; Termodynamika fenomenologiczna i Fizyka statystyczna.
<i>Forma zaliczenia:</i> Wykonanie ćwiczeń i opisy oceniane są przez asystentów prowadzących, oceną ostateczną jest średnia z obu ocen.

Przedmiot: Wstęp do metod modelowania matematycznego i komputerowego w naukach przyrodniczych	
Wykładowca: prof. dr hab. Bogdan Lesyng	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 1101-518	Liczba punktów kredytowych: 5
Wykład przeznaczony jest dla studentów nauk przyrodniczych (fizyki, chemii, biologii oraz międzywydziałowych studiów matematyczno-przyrodniczych) oraz matematyki i informatyki.	
<i>Program:</i>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Teoria i eksperyment. Modelowanie i symulacje procesów fizycznych, chemicznych i biologicznych. Redukcjonizm. 2. Współczesne architektury komputerowe. Superskalarne stacje robocze. Komputery dużej mocy o architekturach skalowalnych równoległych i wektorowo/równoległych. 3. Trajektorie w przestrzeni fazowej. Klasyfikacja systemów dynamicznych. Procesy stochastyczne i kwantowe. 4. Przybliżenie Borna Oppenheimera. Przegląd popularnych kwantowych metod: metoda orbitali molekularnych (MO), wiązań walencyjnych (VB) i funkcjonału gęstości elektronowej (DFT). 5. Generatory liczb losowych. Algorytmy Monte-Carlo (MC) 6. Algorytmy dynamiki molekularnej (MD). Stabilność numeryczna algorytmów MD. 7. Symulacje układów dyskretnych w stanach równowagowych: <ol style="list-style-type: none"> o Podstawowe zespoły statystyczne i właściwości termodynamiczne. o Mikroskopowy obraz ciśnienia, temperatury oraz ciepła właściwego. o Symulacje energii swobodnej. Całkowanie termodynamiczne. 8. Symulacje ewolucji układów dyskretnych: <ol style="list-style-type: none"> o Czasowe funkcje korelacji. Współczynniki transportu. Proste procesy dyfuzyjne. o Lepkość i inne właściwości makroskopowe. Czasowo-przestrzenne funkcje korelacji. 9. Przegląd wybranych zastosowań. Proste układy materiałowe i biomolekularne. 	
Uwaga: Wykład odbywa się w siedzibie ICM, budynek Matematyki, Banacha 2, sala 5470.	

Pierwszy wykład: środa, 8 października. Terminy ćwiczeń będą ustalone na pierwszym wykładzie.
<p><i>Proponowane podręczniki:</i></p> <p>M. P. Allen, D.J.Tildesley, <i>Computer Simulation of Liquids</i>, Clarendon Press, Oxford, 1989.</p> <p>J. M. Haile, <i>Molecular Dynamics Simulation. Elementary Methods</i>, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1992.</p> <p>R. W. Hockney, J.W.Eastwood, <i>Computer Simulation Using Particles</i>, McGraw Hill, New York, 1981.</p> <p>A. R. Leach, <i>Molecular Modelling: Principles and Applications</i> (2nd Edition), Prentice Hall; ISBN: 0582382106, 2001.</p> <p>B. Lesyng, <i>Simulations of Biomolecular Systems and Processes: Perspectives and Limitations</i>, in "Modelling and Simulation: A Tool for the Next Millenium", 13th European Simulation Multi-conference, June 1-4, 1999, Warsaw, Poland. A Publication of the Society for Computer Simulation International, vol. 1, pp. 26-32, 1999.</p>
<p><i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem:</i></p> <p>Od uczestników oczekiwana jest znajomość podstaw fizyki teoretycznej oraz programowania w C++ i/lub FORTRANie.</p>
<p><i>Forma zaliczenia:</i></p> <p>Zaliczenie ćwiczeń. Egzamin.</p>

Przedmiot: Biofizyka Molekularna II	
Wykładowca: dr hab. J. Antosiewicz, dr hab. A. Bzowska, dr hab. B. Kierdaszuk - koordynator, prof. dr hab. R. Stolarski	
Semestr: letni	Liczb godzin wykt./tydz.: 4 Liczb godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 1101-519	Liczba punktów kredytowych: 5
<p><i>Program:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Teoretyczne i doświadczalne podstawy metod relaksacyjnych. 2. Zastosowanie metod spektroskopii zatrzymanego przepływu i skoku temperatury w badaniach reakcji enzymatycznych, asocjacji receptor-ligand, związania białek i przejść strukturalnych w kwasach nukleinowych. 3. Zastosowanie metod spektroskopii skoku pola elektrycznego w określaniu struktury dużych kompleksów biomolekularnych. 4. Doświadczalne i teoretyczne metody badania równowag protonacyjnych grup funkcyjnych w biopolimerach. 5. Zastosowanie metod dynamiki brownowskiej w określaniu stałych szybkości asocjacji receptor-ligand. 6. Krystalografia białek - ogólne omówienie możliwości metody, podstaw fizycznych i teoretycznych, technik doświadczalnych, etapów rozwiązywania struktury białek oraz problemów, jakie stwarzają poszczególne etapy, problem fazowy, zdolność rozdzielcza. 7. Krystalizacja białek - czynniki wpływające na rozpuszczalność białek, nukleację i wzrost kryształów, diagram fazowy dla rozpuszczalności białek, najczęściej stosowane precypitanty, techniki krystalizacyjne - metoda wiszącej i siedzącej kropli, dializa, mikro- i makroposiew, "screeny"; jakość i właściwości kryształów białek. 8. Ogólne scharakteryzowanie metody magnetycznego rezonansu jądrowego w świetle zastosowań w naukach biologicznych. 9. Nieinwazyjne badanie metabolizmu komórek i tkanek (in vivo NMR). 10. Obrazowanie struktur i funkcji żywych organizmów- magnetic resonance imaging (MRI). 11. Łączenie technik "in vivo NMR" i "MRT":topical magnetic resonance (TMR) i chemical shift imaging (CSI). 	

12. Badanie dynamiki i struktur błon biologicznych technikami "broad line" i "cross-polarization magic angle spinning" (CPMAS). 13. Podstawowa wiedza o emisji fluorescencji i fosforescencji cząsteczek, aparatura dla spektroskopii emisyjnej. 14. Pomiar czasu życia stanów wzbudzonych. 15. Interpretacja zaników natężenia emisji fluorescencji i fosforescencji. 16. Jednoczesna absorpcja dwóch fotonów - doświadczalne potwierdzenie przewidywań teoretycznych, podobieństwa i różnice między fluorescencją powstającą w wyniku wzbudzeń jedno- i dwu-fotonowych. 17. Polaryzacja (anizotropia) wzbudzenia i emisji, zaniki anizotropii fluorescencji - czas korelacji rotacyjnej i jego związek z dynamiką cząsteczek biologicznych. 18. Rezonansowe przeniesienie energii fluorescencji (FRET). 19. Wielofotonowe techniki w mikroskopii konfokalnej. 20. Obrazowanie strukturalne preparatów komórkowych i tkankowych - sondy emisyjne. 21. Spektroskopia dichroizmu kołowego (CD) - zastosowania w badaniach struktury białek. 22. Widma absorpcji w podczerwieni (IR) białek i kwasów nukleinowych.
<i>Proponowane podręczniki:</i> C. R. Cantor i P.R. Schimmel, <i>Biophysical Chemistry</i> . C. F. Bernasconi, <i>Relaxation Kinetics</i> . J. A. McCammon, S. Harvey, <i>Dynamics of Proteins and Nucleic Acids</i> . T. L. Blundell, L.N. Johnson, <i>Protein Crystallography</i> . K. Wuthrich, <i>NMR in Biological Research: Peptides and Proteins</i> . J. R. Lakowicz, <i>Principles of fluorescence spectroscopy</i> . A. R. Fersht, <i>Enzyme Structure and Mechanism</i> . A. Kowski, <i>Fotoluminescencja Roztworów</i> . W. Saenger, <i>Principles of Nucleic Acid Structure</i> .
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Biofizyka Molekularna I, Wstęp do Spektroskopii Molekularnej.
<i>Forma zaliczenia:</i> Egzamin pisemny.

Przedmiot: Metody modelowania molekularnego	
Wykładowca: prof. dr hab. Bogdan Lesyng	
Semestr: letni	Liczba godzin wykład./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 1101-520	Liczba punktów kredytowych: 5
<p>Wykład przeznaczony jest głównie dla studentów starszych lat nauk przyrodniczych: fizyki, chemii i biologii jak również dziedzin interdyscyplinarnych. Od studentów oczekuje się znajomości podstaw fizyki oraz nauk obliczeniowych.</p> <p>Podstawowym celem wykładu jest zapoznanie słuchaczy z metodami bioinformatyki oraz molekularnego modelowania, tak aby słuchacz po zakończeniu kursu potrafił samodzielnie badać podstawowe układy i procesy biomolekularne.</p> <p>Program:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Od sekwencji do struktury kwasów nukleinowych i białek. ▪ Narzędzia biologii molekularnej: enzymy restrykcyjne, elektroforeza, hybrydyzacja, klonowanie, sekwencjonowanie DNA. ▪ Metody analizy sekwencji kwasów nukleinowych i białek 	

<ul style="list-style-type: none"> - Dwuwymiarowe wykresy ("dot plots"), - Proste uliniowania ("alignments"), - przerwy („gaps”), - algorytmy Needlemana i Wunscha, - globalne i lokalne uliniowania, - algorytm Smitha-Watermana, - algorytmy BLAST, FASTA i pochodne, - uliniowania wielu sekwencji jednocześnie. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Wzory podstawień <ul style="list-style-type: none"> - Schematy podstawień wewnątrz genów, - oszacowania podstawień, - molekularny zegar. ▪ Filogeneza bazująca na pojęciu odległości <ul style="list-style-type: none"> - Molekularna filogeneza, - Drzewa filogenetyczne, - metoda macierzy odległości. ▪ Inne metody filogenetyczne. ▪ Genomika i rozpoznawanie genów. ▪ Ekspresja genów. ▪ Trzeczorzędowa struktura białek i metody jej przewidywania. ▪ Algorytmy zwijania białek. ▪ Przewidywania struktury drugorzędowej RNA. ▪ Elementy proteomiki. ▪ Jak zrozumieć strukturę i funkcję złożonych układów biomolekularnych ? ▪ Fizyka układów (bio)molekularnych. <ul style="list-style-type: none"> - Kwantowe teorie układów molekularnych, - Kwantowe modele oddziaływań międzycząsteczkowych, - podstawy fizyki statystycznej i związku wielkości mezoskopowych i/lub makroskopowych z teoriami mikroskopowymi. ▪ Zastosowania kwantowych teorii w badaniach stabilności strukturalnej układów biomolekularnych, w tym nośników kodu genetycznego. ▪ Metody atomowej mechaniki i dynamiki molekularnej (MM i MD) oraz ich zastosowania w badaniach kwasów nukleinowych i białek. ▪ Metody Monte-Carlo. ▪ Energia swobodna układów biomolekularnych i sposoby jej symulacji. ▪ Mikroskopowy i mezoskopowy opis oddziaływań elektrostatycznych w układach biomolekularnych, modele Poissona-Boltzmanna. ▪ Mezoskopowy opis oddziaływań hydrofobowych w układach biomolekularnych. ▪ Mechanizmy specyficznego rozpoznawania się układów biomolekularnych, mechanizmy tworzenia złożonych struktur. ▪ Wybrane zagadnienia projektowania leków. ▪ Modele kwantowej oraz kwantowo-klasycznej dynamiki molekularnej i ich zastosowania w badaniu funkcji wybranych układów, m.in. enzymów. ▪ Wybrane zagadnienia modelowania wieloskalowego układów i procesów biomolekularnych.
<p>Zajęcia odbywają się we wtorki godz. 12-14 oraz w środy godz. 12-14, sala ICM UW 5470 w budynku Matematyki, Banacha 2, wejście od Pasteura.</p>
<p><i>Proponowane podręczniki:</i></p>
<p><i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem:</i></p>
<p>Od studentów oczekuje się znajomości podstaw fizyki oraz nauk obliczeniowych.</p>

Forma zaliczenia:

Przedmiot: Pracownia genetyczna	
Wykładowca: prof. dr hab. Edward Darzynkiewicz	
Semestr: letni	Liczb godzin wykt./tydz.: 0 Liczb godzin ćw./tydz.: 4
Kod: 1101-521	Liczba punktów kredytowych: 5
Program: <p style="text-align: center;">Genetyka bakterii</p> <p>I Bakterie i ich różnorodność biologiczna</p> <ol style="list-style-type: none"> Podłoża i podstawowe techniki mikrobiologiczne. <p>II Przekazywanie materiału genetycznego</p> <ol style="list-style-type: none"> Koniugacja u bakterii, transdukcja, transformacja komórek kompetentnych. Wirusy bakteryjne - oznaczanie miana bakteriofagów oraz indukcja profaga u szczepów <i>Lactococcus</i>. <p>III Podstawowe techniki biologii molekularnej</p> <ol style="list-style-type: none"> Klonowanie genów w <i>Escherichia coli</i> (trawienie DNA endonukleazami restrykcyjnymi i jego ligacja z wektorem). Transformacja bakterii oraz metody selekcji i różnicowania transformantów. PCR kolonijny w analizie transformantów. Izolacja plazmidowego DNA z transformantów i analiza restrykcyjna. Geny reporterowe i metody oznaczania ich biologicznej aktywności. <p>IV Seminarium</p> <ol style="list-style-type: none"> Zastosowanie technik mikrobiologicznych oraz metod biologii molekularnej w badaniach naukowych i biotechnologii. <p><i>Proponowane podręczniki:</i> L. Stryer, <i>Biochemia</i>. T.A. Brown, <i>Genomy</i>. Piotr Węgleński (red.), <i>Genetyka Molekularna</i>. P.C. Winter, G.I. Hickey, H.L. Fletcher, <i>Genetyka: Krótkie Wykłady</i>.</p> <p><i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i></p> <p><i>Forma zaliczenia:</i> Zaliczenie na ocenę.</p>	

Przedmiot: Pracownia chemii fizycznej (dla studentów Biofizyki)	
Wykładowca: dr Elżbieta Bojarska	
Semestr: zimowy i letni	Liczb godzin wykt./tydz.: 0 Liczb godzin ćw./tydz.: 6
Kod: 1101-431	Liczba punktów kredytowych: 15
Cel: zapoznanie studentów z podstawowymi metodami doświadczalnymi stosowanymi w Zakładzie Biofizyki IFD w badaniach procesów fizykochemicznych związków biologicznie aktywnych (składników kwasów nukleinowych i białek, koenzymów). Program: Zajęcia obejmują podstawowe techniki pracy laboratoryjnej (przygotowywanie roztworów, po-	

miary pH, obliczanie siły jonowej, wyznaczanie stężeń roztworów) oraz badania procesów fizykochemicznych zachodzących w roztworach elektrolitów (równowagi kwasowo-zasadowe, równowagi redoks, równowagi tautomeryczne) przy pomocy różnych metod doświadczalnych: spektroskopii absorpcyjnej UV/VIS, IR, fluorescencji, NMR oraz metod elektrochemicznych.
<i>Proponowane podręczniki:</i> P.W. Atkins, <i>Podstawy chemii fizycznej</i> Praca zbiorowa, <i>Metody spektroskopowe i ich zastosowanie do identyfikacji związków organicznych</i> A. Cyganski, <i>Metody elektroanalityczne</i> C. A. Parker, <i>Photoluminescence of solutions</i>
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i>
<i>Forma zaliczenia:</i> średnia ocen z wykonanych ćwiczeń (na ocenę każdego ćwiczenia składa się wynik kolokwium wstępnego, wykonanie ćwiczenia, opis, kolokwium końcowe)

Fizyka Biomedyczna:

<i>Przedmiot: Podstawy biologii komórki i organizmu człowieka</i>	
<i>Wykładowca: dr Małgorzata Zimowska</i>	
<i>Semestr: zimowy</i>	<i>Liczba godzin wykładów/tydz.: 2</i> <i>Liczba godzin ćwiczeń/tydz.: 0</i>
<i>Kod: 1400-435</i>	<i>Liczba punktów kredytowych: 2,5</i>
<i>Program:</i> Przedstawienie w syntetycznej i nowoczesnej formie wybranych elementów cytologii i fizjologii zwłaszcza z punktu widzenia związków z fizyką medyczną. Program: Przedmiotem wykłady są podstawowe zasady budowy i funkcji komórek (ze szczególnym uwzględnieniem komórek mięśniowych i nerwowych) oraz wybranych tkanek i układów, zwłaszcza układu krążenia, układu nerwowego i układu wewnętrznego wydzielania. Omówione są również zależności łączące prawidłowe i patologiczne zjawiska na poziomie komórkowym, narządowym i ustrojowym, zwłaszcza związane z procesami regulacyjnymi ich zaburzeniami. Tematyka obejmuje również zasady działania podstawowych metod badawczych stosowanych w badaniach cytologicznych i niektórych metod terapeutycznych.	
<i>Proponowane podręczniki:</i> W. Z. Traczyk i A. Trzebski (red.) <i>Fizjologia człowieka z elementami fizjologii stosowanej i klinicznej</i> , wyd. 2, PZWL. W. Z. Traczyk, <i>Fizjologia człowieka w zarysie</i> . J. Kawiak i in. (red.), <i>Podstawy cytofizjologii</i> , PWN. A. Pilawski (red.), <i>Podstawy biofizyki - podręcznik dla studentów medycyny</i> , PZWL. R. K. Murray i in. (red.), <i>Biochemia Harpera</i> , wyd. 3, PZWL. J. Sokołowska-Pituchowa (red.), <i>Anatomia człowieka</i> , wyd. 5, PZWL. A. Michajlik, W. Ramotowski, <i>Anatomia i fizjologia człowieka</i> . <i>Patofizjologia - podręcznik dla studentów medycyny</i> , PWZL.	
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i>	
<i>Forma zaliczenia:</i>	
Egzamin ustny.	

<i>Przedmiot: Fizyczne podstawy radiodiagnostyki</i>
<i>Wykładowca: prof.dr hab. Jerzy Tołwiński</i>

1.3 Katalog zajęć studiów magisterskich: studia specjalistyczne

<i>Semestr: zimowy</i>	<i>Liczba godzin wykl./tydz.: 4</i> <i>Liczba godzin ćw./tydz.: 0</i>
Kod: 1101-436	Liczba punktów kredytowych: 5
Program: <ol style="list-style-type: none"> 1. Problematyka fizyczna w radiodiagnostyce. 2. Techniki badań diagnostycznych (rozwój historyczny i technologiczny) 3. Diagnostyczna aparatura obrazująca 4. Źródła promieniowania w technikach obrazowania 5. Detektory promieniowania 6. Dozymetria promieniowania X i gamma 7. Oddziaływanie promieniowania z materią w zakresie energii stosowanych w diagnostyce 8. Parametry fizyczne urządzeń obrazujących. 9. Odwzorowanie obiektu na płaszczyznę obrazu 10. Metody statystyczne w obrazowaniu medycznym 11. Zniekształcenia obrazu wprowadzane przez aparaturę odwzorowującą 12. Techniki cyfrowe w diagnostyce medycznej 13. Przetwarzanie danych cyfrowych 14. Metody prezentacji obrazów 15. Metody oceny jakości obrazów (Teoria detekcji sygnałów) 16. Dawki otrzymywane przez pacjentów w badaniach diagnostycznych 17. Badania fantomowe w technikach obrazowania 18. Kontrola jakości pracy aparatury diagnostycznej. 19. Rola fizyka medycznego w obrazowaniu medycznym. 	
Proponowane podręczniki: Zbiór podręczników i czasopism w bibliotece Zakładu Fizyki Medycznej Centrum Onkologii w Warszawie do korzystania na miejscu w godzinach pracy Zakładu.	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Nie ma.	
Forma zaliczenia: Końcowy indywidualny egzamin ustny.	

Przedmiot: Wnioskowanie statystyczne	
Wykładowca: dr hab. Piotr J. Durka	
<i>Semestr: zimowy</i>	<i>Liczba godzin wykl./tydz.: 2</i> <i>Liczba godzin ćw./tydz.: 2</i>
Kod: 1101-467	Liczba punktów kredytowych: 5
Program: Wykład przygotowuje do świadomego i poprawnego stosowania najczęściej wykorzystywanych w praktyce (nie tylko naukowej) metod statystycznych: <ol style="list-style-type: none"> I. Statystyka z komputerem zamiast wzorów (<i>resampling statistics</i>, repróbkiwanie): <ol style="list-style-type: none"> 1. Monte Carlo. 2. Bootstrap. 3. Testy permutacyjne. II. Podstawy teorii klasycznej: <ol style="list-style-type: none"> 1. Prawdopodobieństwo: definicje i podstawowe rozkłady (jednostajny, dwumianowy, Poissona, Gaussa, Studenta, χ^2). 2. Centralne Twierdzenie Graniczne. 3. Statystyki i estymatory. 4. Weryfikacja hipotez statystycznych (przykłady: test Studenta, χ^2, analiza wariancji). 	

<p>5. Testy nieparametryczne (przykłady: test serii Walda-Wolfowitza i test rang Wilcoxona-Manna-Whitneya).</p> <p>6. Metoda największej wiarygodności.</p> <p>7. Krótko: twierdzenie Bayesa, analiza dyskryminacyjna, analiza skupień.</p> <p><i>Uwaga:</i> Ćwiczenia prowadzone z użyciem programu Matlab, wprowadzanego od podstaw.</p> <p><i>Proponowane podręczniki:</i> P. J. Durka, <i>Wstęp do współczesnej statystyki</i>, Wyd. Adamantan 2003, plus dodatkowe skrypty dostępne pod adresem http://statystyka.durka.info lub http://brain.fuw.edu.pl/~durka/statystyka/. Ponadto, teorię klasyczną opisują szerzej np. R. Nowak, <i>Statystyka dla Fizyków</i>, PWN 2002; L. Gajek i M. Kałuska, <i>Wnioskowanie Statystyczne</i>, WNT 2000; A. Plucińska, E. Pluciński, <i>Probabilistyka</i>, WNT 2000.</p> <p><i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia/wysłuchania przed wykładem:</i> Analiza, Algebra, Programowanie/Metody Numeryczne.</p> <p><i>Forma zaliczenia:</i> Egzamin indywidualny z ćwiczeń (ew. dodatkowo praca semestralna), egzamin ustny z wykładu.</p>

Przedmiot: Analiza sygnałów	
Wykładowca: dr Piotr J. Durka	
Semestr: letni	Liczba godzin wykt./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 1101-437	Liczba punktów kredytowych: 5
<p><i>Program:</i> Wykład obejmuje podstawy klasycznej (widmowej) i współczesnej (falki, czas-częstość) analizy sygnałów:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Systemy liniowe niezmiennicze w czasie (LTI): niezmienniki i funkcja odpowiedzi impulsowej. • Szereg i transformata Fouriera. • Procesy stochastyczne, AR, estymacja widma mocy. Twierdzenie o splocie. • Próbkowanie sygnałów ciągłych – twierdzenie Nyquista, aliasing. • Zasada nieoznaczoności, spektrogram, przekształcenie Wignera, falki (<i>wavelets</i>), przybliżenia adaptacyjne (<i>matching pursuit</i>). • <i>Krótko:</i> analiza sygnałów wielowymiarowych (PCA, ICA), algorytmy genetyczne. 	
<p><i>Proponowane podręczniki:</i> Skrypt do wykładu dostępny pod adresem http://as.durka.info lub http://brain.fuw.edu.pl/~durka/as/. Ponadto, teoria klasyczna przedstawiona jest m.in. w <i>Metody analizy szeregów czasowych</i> A. G. Piersol, J.S. Bendat, PWN, Warszawa 1976 oraz <i>Analiza Szeregów Czasowych</i>, G. E. P. Box, G. M. Jenkins PWN, Warszawa, 1983. Problemy NP-trudne i notcja O(.) w <i>Rzecz o Istocie Informatyki. Algorytmika</i>, D. Harel, WNT, Warszawa 1992. Wreszcie dla ambitnych – świetna pozycja prezentująca większość poruszanych zagadnień od strony bardziej matematycznej niż praktycznej, w jęz. angielskim: <i>A Wavelet Tour of Signal Processing</i>, S. Mallat, Academic Press 1999.</p>	
<p><i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Wnioskowanie Statystyczne 467 – głównie ze względu na fakt, że ćwiczenia prowadzone są z użyciem programu Matlab, wprowadzanego od podstaw na ćwiczeniach do w/w wykładu.</p> <p><i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia/wysłuchania przed wykładem:</i> Analiza, Algebra, Programowanie/Metody Numeryczne.</p>	
<i>Forma zaliczenia:</i>	

Egzamin indywidualny z ćwiczeń (ew. dodatkowo praca semestralna), egzamin ustny z wykładu.
--

Przedmiot: Bioelektryczność i elementy biocybernetyki	
Wykładowca: prof. dr hab. Katarzyna Cieślak-Blinowska	
Semestr: zimowy i letni	<i>Liczba godzin wykt./tydz.: 2</i> <i>Liczba godzin ćw./tydz.: 0</i>
Kod: 1101-438	<i>Liczba punktów kredytowych: 4,5</i>
Program: 1. Zjawiska progowe w komórkach nerwów i mięśni. Przewodnictwo jonowe i powstawanie różnic potencjałów w poprzek błony aktywnej. Teoria Hodgkina Huxleya. 2. Propagacja pobudzenia elektrycznego. Przewodnictwo skokowe. Przewodnictwo synaptyczne i potencjały postsynaptyczne. Synapsy elektryczne. Transmisja w zespołach neuronów. 3. Zjawiska elektryczne w komórkach mięśniowych. Sterowanie mięśniami. 4. Zjawiska elektryczne w narządach zmysłów. Aktywna transdukcja bodźca. Mechanizmy zapewniające wysoką czułość i rozdzielczość percepcji. 5. Przewodnictwo objętościowe. Właściwości elektryczne tkanki i ich wpływ na potencjały mierzone w różnych reżimach eksperymentalnych. Rodzaje elektrod. 6. Sterowanie i regulacja w organizmach żywych. 7. Elementy analizy sygnałów stochastycznych. 8. Powstawanie, rejestracja, metody analizy sygnałów elektrycznych i magnetycznych: elektroencefalogramów (EEG), potencjałów wywołanych (EP), lokalnych potencjałów polowych (LFP), elektromiogramów (EMG), elektroretinogramów (ERG), elektrookulogramów (EOG), elektrodermogramów (EDG), elektrogastrogramów (EGG), magnetoencefalogramów (MEG), magnetokardiogramów (MKG).	
Proponowane podręczniki: P. Nunez, <i>Electric fields of the brain</i> . W. J. Freeman, <i>Mass action in the nervous system</i> .	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Wymienione w spisie przedmiotów wymaganych do przyjęcia na Specjalizację Fizyka Medyczna.	
Forma zaliczenia: Egzamin pisemny, ewentualnie uzupełniony ustnym.	

Przedmiot: Pracownia Fizyki Medycznej	
Wykładowca: prof. dr hab. Katarzyna Cieślak-Blinowska	
Semestr: zimowy i letni	<i>Liczb godzin wykt./tydz.: 0</i> <i>Liczb godzin ćw./tydz.: 6</i>
Kod: 1101-439	<i>Liczba punktów kredytowych: 12(za semestr)</i>
Program: Pracownia ma za zadanie zapoznanie studentów z różnymi technikami z dziedziny fizyki medycznej i inżynierii biomedycznej oraz z aparaturą stosowaną w diagnostyce i terapii, niejednokrotnie o unikalnym charakterze. Pracownia obejmuje cztery ćwiczenia o różnej tematyce, wykonywane w PFM UW i innych instytucjach o profilu medycznym lub technicznym. Tematyka Pracowni dotyczy: analizy sygnałów biologicznych (w szczególności EEG i EMG), radioterapii, radiodiagnostyki, technik ultradźwiękowych w medycynie.	
Proponowane podręczniki:	

1.3 Katalog zajęć studiów magisterskich: studia specjalistyczne

Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Zajęcia wymagane do przyjęcia na Specjalizację.
Forma zaliczenia: Średnia ocen uzyskanych z poszczególnych ćwiczeń.

Przedmiot: Fizyczne problemy radioterapii	
Wykładowca: dr Wojciech Bulski	
Semestr: letni	Liczb godzin wykt./tydz.: 2 Liczb godzin ćw./tydz.: 1
Kod: 1101-441	Liczba punktów kredytowych: 4
Program: <ol style="list-style-type: none"> 1. Oddziaływanie promieniowania jonizacyjnego z materią. 2. Dozymetria promieniowania jonizującego: detektory, metody pomiarowe. 3. Urządzenia do teleradioterapii : bomby kobaltowe, akceleratory, cyklotrony etc., zasady konstrukcji i działania. 4. Systemy zapewnienia jakości w teleradioterapii. 5. Techniki teleradioterapii : teleradioterapia, stacjonarna, dynamiczna, technika konformalna, stereotaksja, modulacja intensywności dawki. 6. Planowanie leczenia w teleradioterapii, systemy planowania leczenia. 7. Obrazowanie medyczne w planowaniu i realizacji radioterapii. 8. Dane dozymetryczne dla systemów planowania leczenia. 9. Modele matematyczne obliczania rozkładów dawki w radioterapii. 10. Izotopy promieniotwórcze stosowane w brachyterapii. 11. Techniki stosowane w brachyterapii i urządzenia afterloading. 12. Systemy planowania leczenia w brachyterapii. 13. Systemy zapewnienia jakości w brachyterapii. 14. Komputerowe systemy zarządzania radioterapią. 	
Proponowane podręczniki: G. Pawlicki, T. Pałko, N. Golnik, B. Gwiazdowska, L. Królicki, <i>Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna 2000</i> . Fizyka medyczna. Tom 9. Akademicka Oficyna Wydawnicza Exit, Warszawa, 2002. J. R. Williams, D. I. Thwaites, <i>Radiotherapy physics</i> , Oxford University Press, New York, 2000. F. M. Khan, <i>The physics of radiation therapy</i> . Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, 1994. A. Hryniewicz, <i>Człowiek i promieniowanie jonizujące</i> . Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2001. A. Hryniewicz, E. Rokita, <i>Fizyczne metody diagnostyki medycznej i terapii</i> . Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2000.	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:	
Forma zaliczenia: Egzamin ustny.	

Przedmiot: Matematyczne modelowanie procesów w biologii i medycynie	
Wykładowca: dr Jarosław Żygierewicz	
Semestr: zimowy	Liczb godzin wykt./tydz.: 2 Liczb godzin ćw./tydz.: 2

Kod: 1101-524	Liczba punktów kredytowych: 5
<p><i>Program:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> Modele w naukach biologicznych. Elementy analizy jakościowej modeli dynamicznych przestrzennie jednorodnych (analiza stanów stacjonarnych, bifurkacje, analiza cykli granicznych, obrazy fazowe) <ol style="list-style-type: none"> Modelowanie wzrostu i oddziaływania populacji organizmów: <ol style="list-style-type: none"> Modele dyskretne: <ol style="list-style-type: none"> Dyskretne modele opisujące wzrost populacji Dyskretne modele populacyjne - oddziaływanie między populacjami Chaos w układach deterministycznych Modele ciągłe: <ol style="list-style-type: none"> Modele liczebności pojedynczej populacji i dwóch oddziałujących populacji Ciągłe modele liczebności: kultywator przepływowy Elementy kinetyki reakcji chemicznych z udziałem enzymów: metoda stężeń quasi stacjonarnych, łańcuchy reakcji enzymatycznych Modelowanie neuronów biologicznie realistycznych: <ol style="list-style-type: none"> Modelowanie kompartmentowe neuronów <ol style="list-style-type: none"> Model Hodgkina-Huxleya Teoria Ralla Model Fitzhugh-Nagumo Model integrate and fire, leaky integrator Modele populacji neuronów <ol style="list-style-type: none"> Model Wilsona i Cowana Model Freemana Elementy analizy jakościowej modeli dynamicznych przestrzennie niejednorodnych: <ol style="list-style-type: none"> modelowanie rozprzestrzeniania się choroby w populacji model wzrostu tkanki rakowej 	
<p><i>Proponowane podręczniki:</i></p> <p>J. D. Murray, <i>Mathematical biology</i>, Berlin : Springer, cop. 1989. D. S. Černavskij, <i>Modelowanie matematyczne w biofizyce</i>, PWN, 1979. Materiały do wykładu i ćwiczeń można znaleźć na stronie http://brain.fuw.edu.pl/~jarek/MODELOWANIE/Modelowanie.html .</p>	
<p><i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Algebra, Analiza matematyczna I</p> <p><i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia/wysłuchania przed wykładem:</i> Analiza matematyczna II , Metody numeryczne, Kurs MatLab (217)</p>	
<p><i>Forma zaliczenia:</i> Egzamin pisemny i ustny .</p>	

Fizyka Środowiska:

Studenci Fizyki Środowiska w obrębie ramowego programu studiów specjalistycznych mają możliwość wyboru profilu. Szczegółowe informacje dostępne są w Internecie na stronie <http://www.igf.fuw.edu.pl/fs> .

Przedmiot: Chemia	
Wykładowca: dr hab. Krystyna Pyrzyńska	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ew./tydz.: 0
Kod: 1200-215	Liczba punktów kredytowych: 2,5

<i>Program:</i>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Stężenia. Sposoby wyrażania stężeń (molowe, procentowe i inne). Przykłady obliczeń. Przygotowywanie roztworów. 2. pH - definicja, przykłady obliczeń. Kwasy i zasady. Stała dysocjacji. Stałe dysocjacji kwasów i zasad. Mocne i słabe kwasy i zasady. Bufory. Roztwory buforowe. Wskaźniki. Obliczenia. Przygotowywanie roztworów o określonym składzie. 3. Woda i roztwory (oczyszczanie wody, dysocjacja jonowa wody, właściwości roztworów, rozpuszczalność soli, kwasów, zasad i gazów w cieczach, roztwory koloidalne i układy dyspersyjne). 4. Podstawy chemii analitycznej (podział kationów i anionów na grupy analityczne, typowe reakcje charakterystyczne kationów i anionów). 5. Właściwości związków chemicznych występujących w dużych ilościach w środowisku naturalnym, pierwiastki śladowe, zanieczyszczenia i trucizny, metody utylizacji. 6. Rozpoznawanie typowych zanieczyszczeń nieorganicznych występujących w glebach, wodzie i powietrzu oraz metody ich usuwania (źródła zanieczyszczeń, metale ciężkie, azotyny i azotany, fosforany, SO₂, tlenki azotu, kwaśne deszcze, freony, dziura ozonowa i promieniowanie ultrafioletowe). 7. Wiązania chemiczne (jonowe, kowalencyjne, van der Waalsa, wodorowe). Przykłady. Kowalencyjność a struktura elektronowa (cząsteczki kowalencyjne, ukierunkowanie wiązań kowalencyjnych w przestrzeni, orbitale typu σ i π, częściowo jonowy charakter wiązań kowalencyjnych, elektroujemność pierwiastków, zasada elektroobojętności i odstępstwa od niej). 8. Równowaga chemiczna i szybkość reakcji chemicznej (czynniki wpływające na szybkość reakcji, zależność szybkości reakcji od temperatury, mechanizm reakcji, kataliza, równowaga chemiczna - dynamiczny stan stacjonarny, reguła Le Chateliera, wpływ temperatury na stan równowagi chemicznej). 9. Reakcje utleniania - redukcji (elektroliza wodnego roztworu soli, reakcje redoks, szereg napięciowy pierwiastków, potencjały standardowe układów redoks, ogniwa galwaniczne i akumulatory). 	
<i>Proponowane podręczniki:</i>	
L. Pauling, P. Pauling, <i>Chemia</i> .	
T. Lipiec, Z.S. Szmal, <i>Chemia analityczna</i> .	
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i>	
<i>Forma zaliczenia:</i>	
Egzamin.	

Przedmiot: Chemia - laboratorium	
Kierownik: dr Elżbieta Wagner-Czarderna	
Semestr: letni	Liczba godzin ćw./tydz.: 39 godz. w semestrze podzielone na 6 spotkań w pracowni po 6.5 godz.
Kod: 1200-216	Liczba punktów kredytowych: 3,5
<i>Program:</i> Zajęcia obejmują: Podstawowe czynności laboratoryjne: rozpuszczanie, roztwarzanie, ogrzewanie, strącanie osadów, sączenie, przemywanie, ważenie na wagach analitycznych. Poznanie różnych typów reakcji chemicznych: synteza, wymiana oraz ocena zachodzenia reakcji na podstawie parametrów: równowagi reakcji chemicznych, wpływ temperatury na szybkość reakcji, katalizatory reakcji. Prowadzenie reakcji w roztworach: zobojętnianie, strącanie, kompleksowanie, utlenianie i redukcja. Poznanie właściwości niektórych substancji chemicznych mających znaczenie w środowisku naturalnym, reakcje charakterystyczne, identyfikacja kationów i anionów.	

<i>Proponowane podręczniki:</i> <i>Ćwiczenia z chemii ogólnej i analitycznej dla studentów I roku Międzywydziałowych Studiów Ochrony Środowiska UW, skrypt dostępny u kierownika Pracowni.</i>
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> 215 Chemia - wykład.
<i>Forma zaliczenia:</i> Zaliczenie ćwiczeń.

Przedmiot: Kurs MatLab I	
Wykładowca: dr Ryszard Buczyński, dr Rafał Kasztelaniec	
Semestr: letni	<i>Liczba godzin wykt./tydz.: 0</i> <i>Liczba godzin ćw./tydz.: 1</i>
Kod: 1103-217-1	<i>Liczba punktów kredytowych: 1</i>
Program: Zajęcia mają na celu opanowanie środowiska programistycznego Matlab na poziomie podstawowym, umożliwiającym korzystanie z wbudowanych funkcji Matlaba, oraz tworzenie prostych funkcji i skryptów na własny użytek. Zagadnienia poruszane w czasie kursu Matlab I: <ol style="list-style-type: none"> 1. Opis środowiska Matlaba, 2. Operacje algebraiczne na wektorach i macierzach, 3. Wizualizacja danych, wykresy 2 i 3 wymiarowe, 4. Rozwiązywanie układów równań liniowych, 5. Interpolacja i aproksymacja funkcji, 6. Podstawy programowania: skrypty i funkcje, 7. Podstawy statystyki w Matlabie. Uwaga: zajęcia prowadzone są w grupach w języku polskim i angielskim.	
<i>Proponowane podręczniki:</i> A. Zalewski, R. Cegiela, <i>Matlab - obliczenia numeryczne i ich zastosowania</i> . B. Mrozek, Z. Mrozek, <i>Matlab 6 - poradnik użytkownika</i> . D. Higham, N. Higham: <i>Matlab guide</i> . The MathWorks Inc, <i>Numerical Computing with MATLAB</i> . http://www.mathworks.com/ .	
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i>	
<i>Forma zaliczenia:</i> Zaliczenie na ocenę. Zaliczenie wszystkich ćwiczeń.	

Przedmiot: Monitoring środowiska przyrodniczego	
Wykładowca: dr Bogusław Kazimierski	
Semestr: letni	<i>Liczba godzin wykt./tydz.: 2</i> <i>Liczba godzin ćw./tydz.: 2</i>
Kod: 1300-323	<i>Liczba punktów kredytowych: 5</i>
Cel i zadania przedmiotu: Przekazanie wiadomości o istocie, zakresie i zadaniach monitoringu środowiska przyrodniczego w Polsce. Rodzaj sieci monitoringu, ich organizacja i zasady funkcjonowania w szczególności w odniesieniu do monitoringu przyrody nieożywionej. Zapoznanie ze stanem środowiska w Polsce, w świetle wyników funkcjonowania monitoringu państwowego. Studenci zdobędą umiejętność samodzielnego projektowania sieci monitoringowych lokalnych, osłonowych i poszczególnych obiektów obserwacyjnych monitoringu krajowego, określenia dla nich zadań, za-	

<p>sad funkcjonowania i zakresu obserwacji - w odniesieniu do monitoringu wód, częściowo powierzchni ziemi (gleb) i następnie interpretacji wyników monitoringu.</p> <p><i>Program:</i></p> <p>WYKŁAD</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cele i zadania monitoringu środowiska (i źródeł zanieczyszczeń) (1 godzina) 2. Regulacje prawne dotyczące ochrony środowiska w Polsce, na tle wymagań Unii Europejskiej. Struktura i organizacja służb ochrony środowiska w Polsce. (1 godzina) 3. Systemy monitoringu środowiska: cele i zadania, zasady funkcjonowania <ol style="list-style-type: none"> 3.1. Monitoring powietrza i źródeł zanieczyszczeń (2 godziny) 3.2. Monitoring wód powierzchniowych (2 godziny) 3.3. Monitoring wód podziemnych (2 godziny) 3.4. Monitoring gleb i powierzchni ziemi (2 godziny) 3.5. Monitoring żywej przyrody (2 godziny) 3.6. Monitoring odpadów niebezpiecznych. (2 godziny) 4. Baza laboratoryjna monitoringu, struktura laboratoriów ich wyposażenie i zalecane metody analityczne; progi dokładności oznaczeń. (2 godziny) 5. Informatyczne systemy zbierania, przetwarzania i udostępniania wyników monitoringu. (2 godziny) 6. Sieć obserwacyjna wód podziemnych na terenie Polski; lokalizacja punktów obserwacyjnych, zadania, zasady funkcjonowania i interpretacji wyników oraz ich udostępniania i rozpowszechniania. (3 godziny) 7. Monitoring regionalny, lokalny, osłonowy; zasady organizacji, funkcjonowania i interpretacji wyników, współdziałanie z wyższymi szczeblami monitoringu. (3 godziny) 8. Zintegrowany monitoring środowiska (ZMP), stacje benzynowe ZMP i ich zadania w ochronie przyrody żywej i nieożywionej. (2 godziny) 9. Aktualny stan środowiska przyrodniczego w Polsce w świetle wyników monitoringu. (4 godziny) <p>ĆWICZENIA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Projekt monitoringu lokalnego ujęcia wód podziemnych, określenia zasad funkcjonowania poboru i transportu prób, terminów i zakresu obserwacji. (4 godziny) 2. Interpretacja wyników monitoringu lokalnego wód podziemnych z okresu jednego roku, ocena klas i jakości wód, ich typu i tła hydrogeochemicznego, identyfikacja (potencjalnych i rzeczywistych) źródeł zagrożenia jakości wód. (6 godzin) 3. Projekt monitoringu osłonowego oczyszczalni ścieków (wymienne komunalnego wysypiska śmieci, stacji paliw, magazynu materiałów łatwo ługowalnych...). (4 godziny) 4. Projekt (lub wytyczne do projektu) monitoringu lokalnego Parku Narodowego (wymienne: Parku Krajobrazowego, rezerwatu przyrody...) dla wód powierzchniowych, podziemnych, powierzchni ziemi,...uwzględniający bilans transportu substancji (masy) rozpuszczonych w wodach. (6 godzin) 5. Opracowanie wytycznych dla regionalnego monitoringu wód podziemnych wybranego województwa, regionu geograficznego. (4 godziny) 6. Opracowanie wytycznych dla stacji hydrogeologicznej (wymienne: stacji monitoringu zinterowanego, punktu monitorowania jakości wód powierzchniowych lub podziemnych). (6 godzin)
<i>Proponowane podręczniki:</i>
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i>
<i>Forma zaliczenia:</i>

Optyka Fourierowska i Przetwarzanie Informacji:

Przedmiot: Optyka fourierowska	
Wykładowca: dr hab. Marek Kowalczyk	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykład./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 1103-448	Liczba punktów kredytowych: 5
Program: 1. Definicje i warunki istnienia przekształcenia Fouriera. Opis sygnałów i układów dwuwymiarowych. 2. Sygnał analityczny i transformata Hilberta. 3. Podstawy teorii dyfrakcji. Dyfrakcja Fresnela i Fraunhofera. 4. Analiza koherentnych układów optycznych przy użyciu pojęć optyki falowej. 5. Analiza układów obrazujących metodami teorii układów liniowych. 6. Fizyczne metody modulacji frontu falowego. 7. Spójność fal świetlnych i spektroskopia fourierowska. Twierdzenie Van Citterta-Zernikego. 8. Obrazowanie przy użyciu światła częściowo spójnego. 9. Obrazowanie w układach konfokalnych. 10. Ułamkowa transformata Fouriera. 11. Struktura plamkowa światła laserowego.	
Proponowane podręczniki: K. Gniadek, <i>Optyczne przetwarzanie informacji</i> . K. Gniadek, <i>Optyka fourierowska</i> . J.W. Goodman, <i>Introduction to Fourier Optics</i> . E.G. Steward, <i>Fourier Optics - an introduction</i> . W.T. Cathey <i>Optyczne przetwarzanie informacji i holografia</i> .	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:	
Forma zaliczenia:	
Egzamin ustny.	

Przedmiot: Optyczne przetwarzanie informacji	
Wykładowca: prof. dr hab. Katarzyna Chałasińska-Macukow	
Semestr: letni	Liczba godzin wykład./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 1103-449	Liczba punktów kredytowych: 5
Program: 1. Światło jako nośnik informacji optycznej - rys historyczny. 2. Holografia optyczna. a) rodzaje hologramów b) zapis hologramów c) zastosowania 3. Optyczne przetwarzanie informacji a) procesor optyczny b) filtracja optyczna c) korelator - procesor do rozpoznawania obrazów 4. Nieliniowe korelatory optyczne a) filtry standardowe b) podstawowe kryteria oceny c) podwójnie nieliniowa korelacja optyczna	

d) procesor za zmienną zdolnością dyskryminacyjną	
5. Problem niezmienniczości w metodach korelacyjnych	
6. Optoelektroniczne sieci neuropodobne	
a) model Hopfielda	
b) holograficzna pamięć skojarzeniowa	
7. Dyfrakcyjne elementy optyczne	
a) klasyczne (np soczewki Fresnela, siatki dyfrakcyjne)	
b) obrazujące (hologramy cyfrowe, kinoformy itd)	
c) maski formujące dowolny front falowy	
d) macierze wiązek laserowych	
e) dyfrakcyjne elementy zabezpieczające	
8. Metody zapisu informacji optycznej	
a) materiały światłoczułe	
b) przestrzenne modulatory światła	
c) zapis fazowy i amplitudowy, kodowanie sceny wejściowej	
d) kinoform złożony	
9. Optyka fotorefrakcyjna i jej zastosowania	
a) kryształy elektrooptyczne i zjawisko fotorefrakcji	
b) mieszanie fal a holografia optyczna	
c) zastosowania	
<i>Cel wykładu:</i> Wykład jest przede wszystkim przeznaczony dla studentów specjalizacji <i>Optyka Fourierowska i Przetwarzanie Informacji</i> .	
<i>Proponowane podręczniki:</i>	
K. Gniadek, <i>Optyczne przetwarzanie informacji</i> .	
W. T. Cathey, <i>Optyczne przetwarzanie informacji i holografia</i> .	
<i>Literatura uzupełniająca:</i>	
odbitki najważniejszych publikacji i notatki wykładowcy	
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i>	
Optyka fourierowska.	
<i>Forma zaliczenia:</i>	
Zaliczenie ćwiczeń. Egzamin ustny.	

Przedmiot: Nieliniowe przetwarzanie obrazów	
Wykładowca: prof. dr hab. Tomasz Szoplik	
Semestr: letni	Liczba godzin wykł./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 1103-530	Liczba punktów kredytowych: 5
<p><i>Program:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Liniowe układy optyczne (sploty, układy obrazujące, korelatory 4f i cieniowe). Nieliniowości w układach optycznych. 2. Anamorficzne przekształcenie Fouriera i kątowna analiza widma. 3. Nieliniowe przetwarzanie obrazów w płaszczyźnie obrazu (klasyczne filtry cyfrowe, dekompozycja progowa, optyczne liczenie lokalnych histogramów). 4. Nieliniowe filtry porządkujące typu L, R i M. 5. Morfologiczne przetwarzanie obrazów (operacje, filtry, algorytmy, procesory). 6. Kompresja i kodowanie obrazów (piramidy, podpasma). 7. Rozpoznawanie obrazów metodą momentów Hu. 8. Wizualizacja obiektów fazowych (filtry Zernike, Foucault, Hoffmana, pierwiastkowy). 9. Mikroskopia optyczna bliskiego pola. 	

10. Metamateriały z ujemnym współczynnikiem załamania.
<i>Proponowane podręczniki:</i> Z. Bielecki, A. Rogalski, <i>Detekcja sygnałów optycznych</i> , WNT, Warszawa (2001).
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Optyka fourierowska, Optyczne przetwarzanie informacji. <i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia/wysłuchania przed wykładem:</i> Elementy fotoniki w optyce informacyjnej.
<i>Forma zaliczenia:</i> Zaliczenie ćwiczeń, egzamin ustny.

Przedmiot: Elementy fotoniki w optyce informacyjnej	
Wykładowca: prof. dr hab. Katarzyna Chałasińska-Macukow, dr Ryszard Buczyński, dr Rafał Kasztelanic	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ew./tydz.: 0
Kod: 1103-531	Liczba punktów kredytowych: 2,5
Program: 1. Rozwiązania fotoniczne w optycznym przetwarzaniu informacji (K. Chałasińska-Macukow) <ol style="list-style-type: none"> rozwój metod optycznego przetwarzania informacji - rys historyczny optyczna realizacja operacji matematycznych - metody analogowe i cyfrowe identyfikacja optyczna obiektów zdeformowanych dwu i trójwymiarowych: <ol style="list-style-type: none"> złożone filtry rozpoznające transformata falkowa jako obróbka wstępna typowe klasyfikatory optyczne: korelator i sieci neuropodobne identyfikacja na podstawie cech biometrycznych holografia cyfrowa i jej zastosowanie fotoniczne systemy zabezpieczające i kodujące - kryptografia optyczna i „znaki wodne” 2. Elementy fotoniczne w technikach informacyjnych i telekomunikacji optycznej (R. Buczyński) <ol style="list-style-type: none"> przewodzenia światła w strukturach falowodowych budowa światłowodów, światłowody specjalne, czujniki światłowodowe, charakterystyka światłowodów; połączenia optyczne w wolnej przestrzeni, „smart pixels”; źródła światła, modulatory telekomunikacyjne i detektory - diody laserowe, macierze mikrolaserów, telekomunikacja optyczna - schemat ogólny sieci, typy sieci i protokoły transmisji, elementy optyczne w sieci telekomunikacyjnej, sieć optycznie przezroczysta, WDM. 3. Technologie i elementy mikro-optyczne (R. Kasztelanic) <ol style="list-style-type: none"> technologie mikro-optyczne mechaniczne i opto-mechaniczne mikroukłady (MEMS, MOEMS) zintegrowane elementy optyczne przestrzenne modulatory światła, wyświetlacze, modulatory detekcja sygnałów optycznych, kamery CCD, CMOS itd charakterystyka elementów mikro-optycznych. 	
Cel wykładu: Wykład przeznaczony jest przede wszystkim dla studentów specjalizacji	

<i>Optyka fourierowska i przetwarzanie informacji.</i>
<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>. J. Petykiewicz, <i>Podstawy fizyczne optyki scalonej</i> G. Einarsson, <i>Podstawy telekomunikacji światłowodowej</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: Metody obliczeniowe mikrooptyki i fotoniki I	
Wykładowca: dr Rafał Kotyński	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ew./tydz.: 2
Kod: 1103-605-1	Liczba punktów kredytowych: 5
<p><i>Program:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <u>Przegląd podstawowych pojęć optyki.</u> Równania Maxwella w ośrodku liniowym; warunki brzegowe; prawa skalowania; przybliżenia semi-wektorowe, skalarnie i optyki geometrycznej; opis polaryzacji światła, sfera Poincaree; prędkość fazowa, grupowa, przenoszenia energii. Dyspersja. Koherencja. - ćwiczenia: użycie notacji Jonesa i Stokesa opisu stanu polaryzacji światła przechodzącego przez układ. Przykłady z dziedziny wyświetlaczy ciekłokrystalicznych i światłowodów. <u>Optyka gaussowska i geometryczna (ray-tracing).</u> Podstawowe prawa optyki geometrycznej. Punkty główne układu. Przybliżenie przyosiowe i optyka gaussowska. Odpowiedź impulsowa układu. - ćwiczenia: obliczenie działania prostego układu obrazującego, z użyciem optyki gaussowskiej oraz analizy biegu promieni (ray-tracing). <u>Dyfrakcja światła.</u> Wzory całkowite Kirchhoffa, Rayleigha-Sommerfelda, Fresnela i Fraunhofer. Elementy ścisłego wektorowego sformułowania problemu dyfrakcji. Szybka transformata Fouriera. - ćwiczenia: obliczanie dyfrakcji w polu dalekim z użyciem FFT dla wybranych apertur. Optymalizacja prostego elementu dyfrakcyjnego, obliczanie dyfrakcji w polu bliskim. <u>Metoda różnic skończonych.</u> Równania Maxwella i FDTD. Równania w trzech wymiarach, a także w dwóch wymiarach dla przypadku TE i TM. Światłowodowy i podstawy metody BPM. Warunki brzegowe PML dla FDTD. Symulacja źródła. Analiza widmowa wyników. - ćwiczenia: z użyciem gotowego kodu FDTD. Symulacja rozpraszania na szczelinie o zadanym profilu. Powstawanie fali stojącej w rezonatorze. Przejście światła przez szczelinę w folii z metalu, oraz ogniskowanie wiązki spolaryzowanej radialnie. <u>Równania Maxwella w ośrodku periodycznym - kryształy fotoniczne.</u> Twierdzenie Blocha-Floqueta. Przerwa fotoniczna. Prędkość fazowa, grupowa i prędkość przepływu energii. Uogólnione prawo załamania. Defekty sieci i mody zlokalizowane. -ćwiczenia: przypadek jednowymiarowy - siatki Bragga w światłowodach; powłoki antyrefleksyjne, zwierciadła braggowskie w VCSELach. Obliczanie współczynników transmisji i 	

odbicia. 6. <u>Metoda fal płaskich (dekompozycji fourierowskiej).</u>
<p><i>Proponowane podręczniki:</i> D. Griffiths, <i>Podstawy Elektrodynamiki</i>, PWN 2001, M. Born, E. Wolf, <i>Principles of Optics</i>, Cambridge University Press, (7. wydanie) 1999. M. Sadiku, <i>Numerical Techniques in Electromagnetics</i>, London, New York, Washington, CRC Press, 2. wyd. 2001. A. Taflov, S. Hagness, <i>Computational Electrodynamics - the finite difference time-domain method</i>, wyd. 2, Artech House, Boston, 2000. K. Sakoda, <i>Optical Properties of Photonic Crystals</i>, Springer-Verlag, 2001.</p>
<p><i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Wymagana jest podstawowa znajomość Matlab i wybranego języka programowania (najlepiej C/C++).</p>
<p><i>Forma zaliczenia:</i> Zaliczenie na podstawie samodzielnej pracy numerycznej.</p>

Przedmiot: Metody obliczeniowe mikrooptyki i fotoniki II	
Wykładowca: dr Rafał Kotyński	
Semestr: letni	Liczba godzin wykład./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 1103-605-2	Liczba punktów kredytowych: 5
<p><i>Program:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <u>Światłowodowy i światłowód fotoniczny</u>. Zasada działania, własności modów. Prędkość fazowa, grupowa, długość fali odcięcia, dwójłomność, dyspersja i dyspersja polaryzacyjna. Znajdowanie modów metodą fal płaskich. Wyznaczanie struktury pasmowej płaszcza. Przewodzenie światła w powietrzu. - ćwiczenia: znajdowanie modów metodą dekompozycji fourierowskiej z użyciem gotowego kodu. Znajdowanie przerw fotonicznych płaszcza. <u>Metoda elementów skończonych</u>. Podstawy. - ćwiczenia: z wykorzystaniem Femlab. Przykład z elastooptyki. <u>Metody optymalizacji</u>. Projektowanie elementu dyfrakcyjnego, soczewki, siatki, bądź całego układu optycznego jako problem optymalizacji. Więzy. Rozwiązania optymalne w sensie więcej niż jednego kryterium. Metoda mnożników Lagrange'a. Metoda gradientów i modyfikacje, symulowane wyżarzanie itp. ćwiczenia: optymalizacja hologramu według złożonego kryterium i z zadaną dziedziną kodowania. <u>Semianalityczne metody macierzowe</u>. Lokalny rozkład pola na mody. Konstrukcja macierzy przejścia i odbicia. Znajdowanie modów układu. <u>Rachunek zaburzeń</u>. Poprawka wektorowa do skalarnego równania falowego. Metoda modów sprzężonych w zastosowaniu do światłowodów. <u>Rachunek zaburzeń</u>. Poprawka wektorowa do skalarnego równania falowego. Metoda modów sprzężonych w zastosowaniu do światłowodów. Sprawność wprowadzenia światła do falowodu lub światłowodu. - ćwiczenia: wyznaczanie sprawności wprowadzenia światła do różnych modów mikroukładu optycznego. <u>Funkcja Greena</u>. Całkowanie numeryczne. Funkcja Greena dla równania Helmholtza. Przypadek przestrzeni swobodnej. Rozpraszanie na siatce dyfrakcyjnej, albo podobne zagadnienie. 	
<i>Proponowane podręczniki:</i>	

D. Griffiths, <i>Podstawy Elektrodynamiki</i> , PWN 2001, M. Born, E. Wolf, <i>Principles of Optics</i> , Cambridge University Press, (7. wydanie) 1999. M. Sadiku, <i>Numerical Techniques in Electromagnetics</i> , London, New York, Washington, CRC Press, 2. wyd. 2001. A. Taflov, S. Hagness, <i>Computational Electrodynamics - the finite difference time-domain method</i> , wyd. 2, Artech House, Boston, 2000. K. Sakoda, <i>Optical Properties of Photonic Crystals</i> , Springer-Verlag, 2001.
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Wymagana jest podstawowa znajomość Matlaba i wybranego języka programowania (najlepiej C/C++).
Forma zaliczenia: Zaliczenie na podstawie samodzielnej pracy numerycznej.

Geofizyka - Fizyka Atmosfery:

Przedmiot: Podstawy meteorologii dynamicznej	
Wykładowca: dr Michał Ziemiański (IMGW)	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykl./tydz.: 4 Liczba godzin ew./tydz.: 2
Kod: 1103-400	Liczba punktów kredytowych: 7,5
Program: 1. Powietrze jako płyn. Budowa i struktura atmosfery. 2. Równanie ruchu płynu w układzie nieinercyjnym, równanie ciągłości i I zasada termodynamiki. 3. Atmosfera jako cienka warstwa płynu na wirującej kuli. Przybliżenie geostroficzne, przybliżenie hydrostatyczne, równowaga geostroficzna, równowaga hydrostatyczna, temperatura potencjalna. 4. Problem wieloskalowości przepływów atmosferycznych. Filtracja równań. 5. Równania progностyczne, równania ruchu we współrzędnych naturalnych. Układy wysokiego i niskiego ciśnienia. 6. Rola warstwy granicznej w dynamice atmosfery. Warstwa przyziemia i Ekmana. 7. Cyrkulacja i wirowość. Wirowość potencjalna. Cyrkulacja cykloniczna i antycykloniczna. 8. Przybliżenie quasi-geostroficzne, równania tendencji i omega. Cyrkulacje w umiarkowanych szerokościach geograficznych. 9. Fale w atmosferze. Przybliżenie linowe. Fale akustyczne, grawitacyjne, inercyjno-grawitacyjne i Rossby-ego. 10. Niestabilności hydrodynamiczne. Niestabilność baroklinowa. Inne rodzaje niestabilności spotykane w przepływach atmosferycznych. Cyrkulacje mezoskalowe. 11. Cyrkulacja globalna. Energetyka cyrkulacji atmosferycznych. Elementy meteorologii tropikalnej. 12. Elementy numerycznych prognoz pogody.	
Proponowane podręczniki: J.R. Holton, <i>An Introduction to dynamic meteorology</i> . M. L. Salby, <i>Fundamentals of Atmospheric Sciences</i> .	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Podstawy hydrodynamiki.	
Forma zaliczenia: Zaliczenie ćwiczeń, egzamin pisemny.	

Przedmiot: Procesy radiacyjne w atmosferze	
Wykładowca: dr Krzysztof Markowicz	
Semestr: letni	Liczba godzin wykład./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 1103-470	Liczba punktów kredytowych: 5
<p>Program:</p> <p>1. Wstęp Definicje podstawowych wielkości, stosowane nazewnictwo, układy współrzędnych. Promieniowanie ciała doskonale czarnego: wzór Plancka, prawo Wien'a, Stefana-Boltzmann, oraz Kirchhoffa. Słońce oraz Ziemia jako główne źródła promieniowania, pojęcie stałej słonecznej.</p> <p>2. Oddziaływanie materii z promieniowaniem Podstawy fizyczne absorpcji, linie widmowe oraz ich opis, poszerzenia dopplerowskie i ciśnieniowe. Widma absorpcyjne gazów w atmosferze a przejścia elektronowe, oscylacyjne i rotacyjne cząsteczek. Rozpraszanie Rayleigha, pojęcie funkcji fazowej i współczynnika rozpraszania. Rozpraszanie Mie, macierz Muellera. Anomalna teoria dyfrakcji. Rozpraszanie na niesferycznych cząstkach.</p> <p>3. Wprowadzanie do równania transferu promieniowania w atmosferze Prawo Lamberta-Beer'a. Równanie transferu w pełnej formie, pojęcie funkcji źródłowej. Warunki brzegowe równania transferu na szczycie atmosfery i na powierzchni ziemi (parametryzacja podłoża, albedo, dwukierunkowy współczynnik odbicia)</p> <p>4. Metody rozwiązywania równania transferu promieniowania w atmosferze Równanie transferu bez rozpraszania (podczerwień) oraz bez promieniowania termicznego Ziemi i atmosfery. Przybliżenie pojedynczego rozpraszania oraz metoda kolejnych przybliżeń. Przybliżenie 2-strumieniowe. Przybliżenie Delta-Eddington. Dyskretyzacja równania transferu. Metoda adding and doubling. Metoda Monte-Carlo</p> <p>5. Modele transferu promieniowania w atmosferze Omówienie modeli: MODTRAN, Streamer, Fu-Liou. Metoda K-correlated dla pasm. Modele linia po linii - GENSPEC</p> <p>6. Bilans radiacyjny Równowaga radiacyjna w atmosferze. Bilans promieniowania w atmosferze- struktura termiczna atmosfery. Równowaga radiacyjno-konwekcyjna</p> <p>7. Promieniowanie a klimat Temperatura efektywna. Wymuszanie radiacyjne. Efekt cieplarniany. Aerosole a klimat- bezpośredni i pośredni wpływ aerozolu na klimat. Własności radiacyjne i optyczne aerozoli. Wpływ chmur na klimat</p> <p>8. Podstawy teledetekcji Pasywna i aktywna teledetekcja. Wyznaczanie grubości optycznej, albedo pojedynczego rozpraszania oraz funkcji fazowej dla aerozolu, zawartości ozonu w atmosferze oraz pary wodnej przy pomocy sun fotometrów. Teledetekcja satelitarna (aerosole, para wodna, ozon, gazy śladowe, kolor oceanu). Lidary oraz radary jak przykłady aktywnej teledetekcji</p>	
<p>Proponowane podręczniki:</p> <p>K. N. Liou, <i>An Introduction to Atmospheric Radiation</i>. G. W. Petty, <i>A First Course in Atmospheric Radiation</i>. G. T. Thomas, K. Stamnes, <i>Radiative Transfer in the Atmosphere and Ocean</i>. C. F. Bohren, D. R. Huffman, <i>Absorption and Scattering of Light by Small Particles</i>. G. L. Stephens, <i>Remote Sensing of the Lower Atmosphere. An Introduction</i>. M. L. Salby, <i>Fundamentals of Atmospheric Sciences</i>.</p>	
<p>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Elementy termodynamiki atmosfery i fizyki chmur, Podstawy meteorologii dynamicznej.</p> <p>Zajęcia sugerowane do zaliczenia/wystuchania przed wykładem: Elektrodynamika ośrodków materialnych.</p>	

Forma zaliczenia:

Zaliczenie ćwiczeń i egzamin pisemny oraz ustny.

Przedmiot: Metody matematyczne geofizyki I i II	
Wykładowca: dr Lech Krysiński	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykl./tydz.: 3 Liczba godzin ėw./tydz.: 3
Semestr: letni	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ėw./tydz.: 2
Kod: 1103-483-1, 11203-483-2	Liczba punktów kredytowych: 7,5+5
Program: Wykład jest skierowany jest do studentów IV roku specjalizacji geofizycznej oraz do wszystkich zainteresowanych prostym wprowadzeniem do metod równań różniczkowych cząstkowych. Zostaną omówione podstawowe klasy równań różniczkowych (równania nieliniowe pierwszego rzędu, równania eliptyczne, paraboliczne i hiperboliczne), z naciskiem na podstawowe przykłady równań, zadania stawiane dla tych równań, jawne formuły rozwiązań i własności rozwiązań. W odniesieniu do operatorów rozwiązujących podstawowe typy równań i zagadnienie Sturm-Liouville'a, zostaną omówione podstawy teorii operatorów zwartych. Ponadto wykład będzie zawierał tematykę o dużym znaczeniu praktycznym: krótki wstęp do szeregów Fouriera i transformaty Fouriera, omówienie geometrycznych podstaw mechaniki ośrodków ciągłych, wstęp do geometrii różniczkowej na sferze (sferyczna reprezentacja pola wektorowego), jak również (zależnie od czasu) wstęp do rachunku wariacyjnego. W ramach ćwiczeń zostaną omówione i szczegółowo przeliczone liczne przykłady wywodzące się z fizyki, przede wszystkim zaś z geofizyki, a dalej zadania te zostaną porównane z odpowiednimi podejściami numerycznymi ilustrującymi przede wszystkim metodę elementów skończonych.	
Proponowane podręczniki: L. C., Evans, <i>Równania różniczkowe cząstkowe</i> , Wydawnictwo Naukowe PWN (tyt. oryg. : <i>Partial Differential Equations</i>). H. Marcinkowska, <i>Dystrybucje, przestrzenie Sobolewa, równania różniczkowe</i> , PWN Warszawa 1993. R. Courant, D. Hilbert, <i>Methods of Mathematical Physics</i> , vol. II. J. Herczynski, <i>Wstęp do równań fizyki matematycznej dla przyrodników</i> , http://www.icm.edu.pl/dzialalnosc/dydaktyka02_03/wyklad_jh.ps .	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Algebra, Analiza.	
Zajęcia sugerowane do zaliczenia/wysłuchania przed wykładem: Metody Matematyczne Fizyki, Mechanika Kwantowa I lub Elektrodynamika.	
Forma zaliczenia: Kolokwia i egzaminy w semestrze zimowym i letnim.	

Przedmiot: Wybrane zagadnienia hydrodynamiki	
Wykładowca: dr Konrad Bajer	
Semestr: letni	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ėw./tydz.: 2
Kod: 1103-484	Liczba punktów kredytowych: 5
Program: 1. Niestabilność warstwy cieczy podgrzewanej od spodu (Rayleigh-Benard). Przybliżenie Bo-	

<p>ussinesqa. Stan stacjonarny. Sprowadzanie równań do postaci bezwymiarowej, wielkości charakterystyczne. Bezwymiarowe liczby Rayleigha i Prandtla. Liniowa stabilność. Warunki brzegowe. Zjawisko "wymiany stabilności" dwóch stanów. Zasada wariacyjna. Krytyczna liczba Rayleigha. Stabilność dla obu powierzchni swobodnych, sztywnej u dołu i swobodnej u góry oraz obu sztywnych. Rolki konwekcyjne. Inne odmiany problemu niestabilności konwekcyjnej.</p> <p>2. Teoria warstwy granicznej. Wyprowadzenie równań warstwy przyściennej. Przykład warstwy przyściennej w równaniu różniczkowym zwyczajnym z osobliwym zaburzeniem, porównanie teorii warstwy przyściennej z rozwiązaniem ścisłym. Warstwa przyścienna na płaskiej płycie o zerowym kącie natarcia.</p> <p>3. Przepływy, w których bezwładność płynu można zaniedbać. Równanie Stokes'a i jego zastosowania. Przepływ o małej liczbie Reynoldsa wywołany przez poruszające się ciało. Sztywna kula w ruchu jednostajnym. Poprawka Oseena. Wzór Stokes'a na siłę oporu, prędkość grawitacyjnego opadania.</p> <p>4. Opadająca kropla innej cieczy, prędkość grawitacyjnego opadania. Wznoszący się pęcherzyk gazu. Dwuwymiarowy przepływ Stokes'a w narożu.</p> <p>5. Przepływy w obracającym się układzie odniesienia. Wiatr termiczny. Twierdzenie Taylora-Proudmana. Kolumny Taylora. Przepływ geostroficzny. Liczby Rossby'ego i Eckmana.</p> <p>6. Teoria nielepkiej płytkiej wody w układzie obracającym się. Zachowanie wirowości potencjalnej. Liniowa teoria fal na płytkiej wodzie.</p> <p>7. Fale płaskie w warstwie o stałej głębokości. Fale w nieskończenie długim kanale o stałej głębokości. Związek dyspersyjny. Fale Kelvina. Fale Poincar'e. Promień Rossby'ego. Topograficzne fale Rossby'ego. Płaszczyzna β ..</p>	<p><i>Proponowane podręczniki:</i> D.J. Acheson, <i>Elementary Fluid Dynamics</i>. G.K. Batchelor, <i>An Introduction to Fluid Dynamics</i>. M.J. Lighthill, <i>An informal Introduction to Theoretical Fluid Mechanics</i>. A.R. Patterson, <i>A first Course in Fluid Dynamics</i>. M. Van Dyke, <i>An Album of Fluid Motion</i>. Cz. Rymarz, <i>Mechanika ośrodków ciągłych</i>. J. Bukowski, <i>Mechanika Płynów</i>. C. Gołębiewski, E. Łuczywek, E. Walicki, <i>Zbiór Zadań z mechaniki płynów</i>. B. Średniawa, <i>Hydrodynamika i Teoria Sprężystości</i>.</p> <p><i>Zajęcia wymagane do zaliczenia/wysłuchania przed wykładem:</i> Podstawy hydrodynamiki.</p> <p><i>Forma zaliczenia:</i> Zaliczenie ćwiczeń i egzamin.</p>
--	---

Przedmiot: Meteorologia doświadczalna	
Wykładowca: dr Krzysztof Markowicz	
Semestr: letni	Liczba godzin wykl./tydz.: 3 Liczba godzin ew./tydz.: 1
Kod: 1103-485	Liczba punktów kredytowych: 5
Program: <ol style="list-style-type: none"> 1. Pomiary w fizyce atmosfery. Ogólna charakterystyka przyrządów pomiarowych. 2. Pomiary wielkości charakteryzujących stan atmosfery: temperatura, ciśnienie atmosferyczne, wiatr. 3. Hydrometeorologia: wilgotność powietrza, parowanie, chmury, opady, hydrometria. 4. Optyka atmosfery: widzialność, aerozol atmosferyczny, promieniowanie niejonizujące w atmosferze. 	

5. Elektryczność atmosferyczna: pole elektryczne, jony, chmura burzowa. 6. Aerologia: pomiar wiatru górnego, radiosondy. 7. Metody teledetekcyjne: radar mikrofalowy, sodar, lidar. 8. Meteorologia satelitarna: obserwacje zachmurzenia, pomiar temperatury, światowy system obserwacji meteorologicznych (WWW).
<i>Proponowane podręczniki:</i> E. Strauch, <i>Metody i przyrządy pomiarowe w meteorologii i hydrologii</i> . J.V. Iribarne, H.R. Cho, <i>Fizyka atmosfery</i> . <i>Miernictwo elektryczne wielkości nieelektrycznych</i> . <i>Atlas chmur</i> (IMGW). I. Rózdzyński, <i>Miernictwo meteorologiczne</i> , tom 1 - 1995, tom 2 - 1996, tom3 - 1998 (IMGW). G. Guyot, <i>Physics of the environment and climate</i> . R. J.Dovjak, D. S. Zrnic, <i>Doppler radar and weather observations</i> . S. Q. Kidder, T.H. Vonder Haar, <i>Satellite Meteorology</i> . D. G. Andrews, <i>An introduction to atmospheric physics</i> . J. Seinfeld, S. N. Pandis, <i>Atmospheric chemistry and physics</i> .
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Fizyka I-V. <i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia/wystuchania przed wykładem:</i> Podstawy meteorologii dynamicznej.
<i>Forma zaliczenia:</i> Egzamin ustny.

Przedmiot: Elementy termodynamiki atmosfery i fizyki chmur	
Wykładowca: prof. dr hab. Hanna Pawłowska	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykl./tydz.: 3 Liczba godzin ew./tydz.: 2
Kod: 1103-490	Liczba punktów kredytowych: 6,5
Program 1. Skład i struktura atmosfery. 2. Równanie stanu gazu dla atmosfery. Stała gazowa mieszaniny. 3. Podstawowe zagadnienia termodynamiki atmosfery: 4. Wykorzystanie zasad termodynamiki w analizie procesów atmosferycznych. 5. Przemiany adiabatyczne i izobaryczne. Procesy politropowe. 6. Termodynamika powietrza suchego i wilgotnego. Diagramy termodynamiczne. Temperatura potencjalna. Temperatura wirtualna. 7. Woda w atmosferze. Przemiany fazowe. Ciepło utajone. Temperatura punktu rosy. Temperatura ekwiwalentna. Temperatura wilgotnego termometru. 8. Gradient wilgotno-adiabatyczny. Warunki równowagi w atmosferze. Stabilność hydrostatyczna bezwarunkowa i warunkowa. Niestabilność potencjalna. Metoda cząstki i metoda warstwy. Diagramy aerologiczne 9. Procesy prowadzące do powstawania chmur i mgieł. Jądra kondensacji. Kondensacyjny i koalescencyjny wzrost kropeł chmurowych. Nukleacja i zamarzanie. Kryształ chmurowe. Mechanizmy opadowe. Powstawanie opadów różnych typów. 10. Elementy dynamiki chmur i termodynamiki chmur. Procesy mieszania i wciągania masy. Chmury a procesy radiacyjne. Chmury i opady a cykl hydrologiczny. 11. Chmury i aerozol. Rola chmur w procesach klimatycznych.	
<i>Proponowane podręczniki:</i> M. L. Salby, <i>Fundamentals of Atmospheric Sciences</i> . R. R. Rogers, M. K. Yau, <i>A Short Course in Cloud Physics</i> .	

J.V. Iribarne, H.R. Cho, <i>Fizyka Atmosfery</i> . J. A. Curry, P. J. Webster, <i>Thermodynamics of Atmospheres and Oceans</i> . J.V. Iribarne, <i>Atmospheric thermodynamics</i> .
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Podstawy hydrodynamiki.
Forma zaliczenia: Zaliczenie ćwiczeń, egzamin pisemny i egzamin ustny.

Przedmiot: Metody przetwarzania danych meteorologicznych	
Wykładowca: prof dr hab. Krzysztof Haman	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykt./tydz.: 2 Liczba godzin ew./tydz.: 2
Kod: 1103-535	Liczba punktów kredytowych: 5
Program: 1. Wiadomości wstępne. Przetwarzanie danych jako proces redukcji i selekcji dostępnych informacji. Pojęcie redundancji. Problem reprezentacji procesów atmosferycznych w różnych skalach. Rodzaje danych meteorologicznych i klimatologicznych. Informacja o organizacji zbierania, transmisji i przetwarzania danych meteorologicznych i klimatologicznych. 2. Przetwarzanie i analiza danych synoptycznych. Weryfikacja i korekcja danych obserwacyjnych. Źródła i rodzaje błędów i przekłamań. Wykorzystanie redundancji dla detekcji i korekcji błędów. Interpolacja danych liczbowych. Reprezentacja pól ciągłych i interpolacja do węzłów siatki regularnej. Główne techniki interpolacyjne - interpolacja liniowa, wielomiany, splajny. Współczynniki wagowe. Wykorzystanie danych klimatologicznych i prognostycznych. Adaptacja i asymilacja danych niesynchronicznych. Trzy i czterowymiarowa asymilacja danych. Filtracja danych synoptycznych i jej związek z interpolacją. Analiza synoptyczna obiektywna i subiektywna. Rozkłady na komponenty ortogonalne. Wizualizacja wyników przetwarzania i analizy. Nakładanie i animacja obrazów. Automatyczna analiza obrazów radarowych i satelitarnych. 3. Przetwarzanie i analiza danych klimatologicznych Repetitorium podstaw probabilistyki, statystyki i teorii procesów stochastycznych. Pola losowe. Momenty statystyczne. Biały szum. Rozkłady kanoniczne procesów i pól losowych. Funkcje korelacyjne i autokorelacyjne. Analiza szeregów czasowych. Rozkłady kanoniczne szeregów czasowych. Szeregi stacjonarne. Klasyczna analiza Fouriera. Widmo mocy. Problemy ukrytych okresowości. Problemy praktyczne analizy fourierowskiej. FFT. Szum czerwony i szum niebieski. Inne szeregi ortogonalne. Elementy analizy falkowej. Analiza pól stochastycznych. Naturalne funkcje ortogonalne i ich zastosowania w analizie klimatologicznej. Pola jednorodne i izotropowe. Zastosowanie w tzw. Interpolacji obiektywnej pól synoptycznych.	
Proponowane podręczniki: R. Daley, <i>Atmospheric Data Analysis</i> . D. S. Wilks, <i>Statistical Methods in Atmospheric Sciences</i> . H. von Storch and F. W. Zwiers, <i>Statistical Analysis in Climate Research</i> .	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Meteorologia doświadczalna, Metody matematyczne geofizyki.	
Forma zaliczenia: Zaliczenie ćwiczeń i egzamin ustny.	

Przedmiot: Elementy meteorologii synoptycznej - pracownia	
Wykładowca: pplk rez. mgr inż. Maciej Ostrowski	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykt./tydz.: 0 Liczba godzin ew./tydz.: 4
Kod: 1103-500	Liczba punktów kredytowych: 5
<p>Program: Wiadomości wstępne, źródła i międzynarodowa wymiana danych meteorologicznych, pomiary punktowe i obszarowe. Formy prezentacji - mapy synoptyczne, diagramy, profile, animacje komputerowe pól obszarowych. Oddziaływanie czynników atmosferycznych na start, lot i lądowanie statków powietrznych. Prędkość powietrzna i względem ziemi, wysokości lotu samolotu, atmosfera standardowa, lot po powierzchni izobarycznej Układy ciśnienia, stadia rozwoju niżu, rozwój wyżu. Niże odcinania, wyż odcinania. blokada. Stratyfikacja atmosfery, woda w atmosferze, chmury. Masy powietrza i typy ich transformacji, towarzyszące im typy pogody. Fronty, ciepły, chłodny i zokludowany; ich termiczna struktura, pole ciśnienia, pole izalobar, górna strefa frontowa. Odchylenie od modelu frontu. Uskok wiatru, przyczyny powstawania, działanie uskoku na samolot, wykrywanie uskoku. Turbulencja w atmosferze, uwarunkowania synoptyczne i orograficzne. Turbulencja w chwiejnej masie powietrza, od nagranego podłoża, dynamiczna. Skutki turbulencji. Jet-stream jako zjawisko meteorologiczne wynikające z globalnej cyrkulacji atmosfery. Warunki lotu w strefie wiatrów maksymalnych. Pomiary satelitarne w meteorologii synoptycznej i lotniczej. Rodzaje informacji IR, VIS, rodzaje satelitów. Struktury wielkoskalowej chmur frontowych, struktury mezoskalowe i falowe. Pola chmur warstwowych i konwekcyjnych. Podstawy interpretacji zdjęć i animacji satelitarnych. Pomiary na lotniskach i w sieci synoptycznej, różnice w dokładności pomiarów i kodowaniu. Depesze lotnicze METAR, TREND, TAF, omówienie struktury i zasad tworzenia i rozkodowywania. Obszarowe informacje meteo dla lotnictwa – SIGMET, AIRMET, mapy SWC. Pomiary radarowe w meteorologii synoptycznej i lotniczej. Sposób pomiaru, uwarunkowania dokładności, echa pozorne i fałszywe. Struktury chmur wykrywanych radarem – konwekcja wewnętrzmasowa, frontowa, chmury średnie. Opady na zobrazeniach radarowych. Podstawy interpretacji zdjęć i animacji radarowych. Bieg dobowy zjawisk pogodowych w jednorodnych masach powietrza. Fazy biegu dobowego, wykrywanie poprzez obserwację własną i na podstawie pomiarów. Inwersje przyziemne, podniesione, wyżowe i frontowe, rozpoznawanie, wpływ na bieg dobowy. Oblodzenie samolotów, synoptyczne warunki powstawania, metody zapobiegania. Oblodzenie pasów startowych. Niskie podstawy chmur i ograniczenie widzialności, przyczyna, oddziaływanie na lotnictwo. Wiatry lokalne – bryza, bora, wiatr dolinny i górski, fen. Synoptyczne warunki występowania wiatrów lokalnych. Oddziaływanie na przebieg pogody. Szorstkość podłoża, tworzenie się dynamicznych stref konwergencji i dywergencji pola wiatru. Minima lotnisk, samolotów i pilotów. Urządzenia radionawigacyjne i "ślepego lądowania", zasady działania. Kategorie lotnisk według standardów ICAO. Podstawowe przepisy dotyczące ostry meteo w lotnictwie komunikacyjnym, wojskowym, dyspozycyjno-usługowym i sportowym Wiatr termiczny i mapa 500/1000 hPa. Frontogeneza i frontoliza. Model Sutcliffe'a rozwoju układów ciśnienia: oddziaływania nieadiabaticzne, adiabaticzne, adwekcja wirowości, adwekcja topografii względnej. Mezoskalowe zaburzenia frontowe - fala, coma. Konwekcja w atmosferze, fazy rozwoju chmur, powstawanie opadów i strefa akumulacji w chmurze. Mezoskalowe formy chmur konwekcyjnych – uliczki, wałki, superkomórki chmur konwekcyjnych. Groźne dla lotnictwa zjawiska konwekcyjne – burza, grad, szkwał, down burst,</p>	

kolaps chmur Cb. Elementy klimatologii synoptycznej. Typowe sytuacje synoptyczne nad Europą; wyż skandynawski, wał wyżowy w zimie, cyrkulacja zachodnia, mało gradientowe pole ciśnienia w lecie, zbliżanie się do Polski z zachodu zatoki burzowej. Typy sytuacji synoptycznych powodujące opadowe wezbrania na południu Polski.
<p><i>Proponowane podręczniki:</i> S. Petterseen, <i>Weather analysis and forecasting</i>. Tł. polskie: <i>Zarys meteorologii</i>. S. P. Chromov, <i>Osnovy sinopticeskoj meteorologii</i>. A. S. Zverev, <i>Sinopticeskaja meteorologia</i>. Tł. polskie: <i>Meteorologia synoptyczna</i>. <i>Compendium of meteorology</i>, vol.1, part 3 - <i>Synoptic meteorology</i>, WMO - No. 364, 1978. Jasiński, Kroszczyński, Rymarz, Winnicki, <i>Satelitarne obrazy procesów atmosferycznych kształtujących pogodę</i>, WN PWN 1999 M. Ostrowski, <i>Meteorologia dla lotnictwa sportowego</i>, Aeroklub Polski 1999, 2004, Polskie Towarzystwo Geofizyczne, <i>Słownik meteorologiczny</i>, praca zbiorowa pod red. T. Niedźwiedzia, IMGW 2003</p> <p><i>Ilustracyjnie :</i> A. Woś, <i>Meteorologia dla geografów</i>, Wydawnictwo Naukowe PWN, W-wa, 1996 G. Roth, <i>Pogoda i klimat</i>, Świat Książki 2000 Z. Sorbjan, <i>Pogoda dla każdego</i>, Wydawnictwo Pruszyński, W-wa, 2001 S. Dunlop, <i>Pogoda, przewodnik ilustrowany – chmury, zjawiska optyczne, opady</i>. Świat Książki 2003 Z. Sorbjan, <i>Pogoda dla koneserów</i>, Wydawnictwo Meteor, W-wa, 2004.</p>
<p><i>Zajęcia wymagane do zaliczenia/wysłuchania przed wykładem:</i> Podstawy meteorologii dynamicznej, Meteorologia doświadczalna.</p>
<p><i>Forma zaliczenia:</i> Obecność i aktywność na zajęciach. Obowiązkowy udział w wycieczkach – na lotnisko do Dębina oraz do lotniczego biura prognoz na Okęciu. W pierwszej części semestru każdy student przygotowuje samodzielnie omówienie tygodniowego przebiegu jednego elementu pogody (układy ciśnienia, masy powietrza, stratyfikację, przemieszczanie i modyfikację frontów). W drugiej części semestru każdy student wykonuje ocenianą całotygodniową, kompleksową analizę wszystkich wymienionych elementów. Każdy student wykonuje projekt „Analiza i diagnoza warunków atmosferycznych na obszarze Europy i prognoza na przelot”. Ocena projektu następuje w wyniku jego publicznej prezentacji. Na ostatnich zajęciach student rozwiązuje 1,5 godzinny test z meteorologii synoptycznej i lotniczej (ok. 50 pytań), korzystać można z dowolnych książek i notatek.</p>

Przedmiot: Modelowanie numeryczne w fizyce atmosfery - pracownia	
Wykładowca: dr Lech Łobocki	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykład./tydz.: 0 Liczba godzin ew./tydz.: 6
Kod: 1103-579	Liczba punktów kredytowych: 7,5
<p><i>Program:</i> Wprowadzenie w problematykę modelowania komputerowego. Identyfikacja modelowanych procesów i skal, idealizacja przebiegu zjawisk fizycznych, uproszczenia, przybliżenia, parametryzacje i agregacja parametrów. Model matematyczny, metody numeryczne, implementacja komputerowa. Modele meteorologiczne w zastosowaniach operacyjnych i badawczych. Ogólne informacje o metodach całkowania numerycznego równań różniczkowych cząstkowych na przykładzie równania adwekcji. Podstawy konstrukcji schematów numerycznych i ich własności. Liniowa analiza stabilności schematów różnicowych; ograniczenia nakładane przez schemat i charakterystykę problemu. Błędy schematów różnicowych: zniekształcenia amplitudy</p>	

<p>i fazy zaburzeń harmoniczych, fałszywe mody obliczeniowe, odbicia, rezonans. Monotoniczność i konserwatywność schematów numerycznych. Zaburzenia nieliniowe, fałszywe częstotliwości (aliasing). Dobór schematów i parametrów całkowania. Warunki brzegowe i techniki redukcji błędów związanych z odbiciami fal na brzegach obszaru. Siatki przestawne (staggered grids). Ogólne informacje o innych metodach numerycznych - metody elementu skończonego, metody spektralne.</p> <p>Formułowanie modeli meteorologicznych. Układ równań zachowania, liniowa analiza zaburzeń, mody stabilne, problem filtracji fal. Skale zjawisk meteorologicznych i typowe przybliżenia: hydrostatyczne, płytkich ruchów atmosferycznych (płytkie Boussinesqa) i głębokiej konwekcji (anelastyczne).</p> <p>Wczesne idee modelowe, początki numerycznych prognoz meteorologicznych. Próba Richardsona. Ważniejsze odfiltrowane modele klasyczne: model płytkiej wody, model ekwiwalentno-barotropowy. Modele zlinearyzowane i możliwości ich wykorzystania.</p> <p>Modele numeryczne oparte na rozwiązywaniu układu równań pierwotnych. Modele hydrostatyczne ze współrzędną ciśnieniową. Współrzędne izentropowe, potencjał Montgomery'ego. Problem uwzględnienia rzeźby terenu w modelowaniu meteorologicznym. Formułowanie dolnego warunku brzegowego w równaniach dynamiki atmosfery, transformacja układu współrzędnych. Ważniejsze układy współrzędnych stosowane w meteorologii.</p> <p>Przekształcanie równań dynamiki atmosfery do układów krzywoliniowych. Przekształcenia konforemne, układy ortogonalne krzywoliniowe, projekcje kartograficzne. Transformacje współrzędnej pionowej. Układ równań modelowych w typowych układach współrzędnych.</p> <p>Modele niehydrostatyczne. Przybliżenie anelastyczne, równanie diagnostyczne. Uwagi n/t numerycznego całkowania równań eliptycznych. Budowa wybranych modeli.</p> <p><i>Proponowane podręczniki:</i> Pielke R. A., 1984. <i>Mesoscale meteorological modeling</i>. Acad. Press, Orlando, Fla. Jacobson M.Z., 1999: <i>Fundamentals of atmospheric modeling</i>. Cambridge Univ. Press. Washington, Parkinson, 1986: <i>An introduction to three-dimensional climate modeling</i>. Oxford Univ. Press, Oxford, NY, USA. Lalas D.P., C.F. Ratto [ed.], <i>Modelling of atmospheric flow fields</i>, World Scientific, Singapore, 1996. Haltiner G.J., Williams R.T., 1984: <i>Numerical prediction and dynamic meteorology</i>. (wyd. 2), J. Wiley & Sons, New York, NY, USA. Mesinger F., A. Arakawa, 1976. <i>Numerical methods used in atmospheric models</i>. WMO, GARP publ. series No. 17.</p> <p><i>Zajęcia wymagane do zaliczenia/wysłuchania przed wykładem:</i> Podstawy dynamiki atmosfery, Elementy termodynamiki atmosfery i fizyki chmur, Metody Numeryczne AII.</p> <p><i>Forma zaliczenia:</i> Zaliczenie pracowni.</p>
--

Geofizyka - Fizyka Litosfery:

<i>Przedmiot: Geologia</i>	
<i>Wykładowca: zajęcia na Wydziale Geologii</i>	
<i>Semestr: zimowy i letni</i>	<i>Liczba godzin wykl./tydz.: 2</i> <i>Liczba godzin ew./tydz.: 2</i>
<i>Kod: 1103-457</i>	<i>Liczba punktów kredytowych: 10</i>
<i>Program:</i> Program zostanie ustalony przez kierownika specjalizacji we wrześniu.	
<i>Proponowane podręczniki:</i>	
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i>	

Forma zaliczenia:
Egzamin

Przedmiot: Planetologia	
Wykładowcy: prof. dr hab. Jacek Leliwa-Kopystyński, dr Konrad Kossacki	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykładów/tydz.: 3 Liczba godzin ćwiczeń/tydz.: 3
Kod: 1103-476	Liczba punktów kredytowych: 7,5
<p>Program:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Układ Słoneczny i Układ Planetarny jako jego część. Skale przestrzenne, czasowe i energetyczne zjawisk występujących w tych układach. Klasyfikacja ciał Układu Słonecznego według ich rozmiarów i gęstości średniej. Ciała drobne: obłok Oorta, pas Kuipera, obiekty typu Centaur. 2. Elementy zagadnień związanych z oddziaływaniem Słońce - planety (Słońce - Ziemia). Prawa Keplera. Relacje okres obiegu - okres rotacji (rezonanse, rotacja synchroniczna z obiegiem). Nachylenia osi planet: zwrotniki, koła podbiegunowe, pory roku. Stała słoneczna. Albedo. Temperatury powierzchni planet. Porównania strumienia energii przychodzącej od Słońca i z wnętrza planety. Ucieczka atmosfer planetarnych (wzór Jeans'a). 3. Pole grawitacyjne Ziemi i planet. Rozwinięcie potencjału na szereg harmonik sferycznych. Rozwiązania przybliżone i ich zastosowanie do Ziemi z uwzględnieniem jej rotacji: figura Ziemi, rozkład przyspieszenia grawitacyjnego na powierzchni Ziemi. Precesja. Pływy. Granica Roche'a (przykład: kometa SL9). 4. Powierzchnie planet i satelitów. Główne rezultaty misji planetarnych. Zmienność powierzchni (ich odnawialność) na drodze konwekcji (Ziemia: tektonika płyt), zjawisk przypowierzchniowych (wulkanizm, erozja) lub zjawisk zderzeniowych. 5. Pochodzenie Układu Słonecznego. Wiek Układu (wzór Kelwina, datowanie izotopowe). Występowanie pierwiastków we Wszechświecie, gwiazdach (Słońcu), mgławicy przedplanetarnej, meteoroidach (ich klasyfikacja), planetach, sekwencja kondensacyjna; akrecja planet, ich satelitów oraz komet. Modelowanie akrecji: zjawiska zderzeniowe, niestabilności grawitacyjne. Skale zderzeń; zderzenia gigantyczne (pochodzenie Księżyca), zderzenia katastroficzne. 6. Model planety sferycznie symetrycznej: rozkłady ciśnienia, temperatury, przyspieszenia grawitacyjnego. Akrecja jako źródło energii wewnętrznej planet. 7. Warstwowe modele planet. Ziemia: rozkłady różnych parametrów (gęstość, ciśnienie, temperatura, skład, granice składu, granice fazowe, temperatura topnienia, prędkości fal podłużnych i fal poprzecznych, parametry materiałowe). Model PREM. <p>Uwaga: Ponieważ liczba studentów jest niewielka (do 7 osób na roku), więc wersja wykładu prowadzonego w określonym roku dostosowywana jest do poziomu wiedzy i zainteresowań tej nielicznej grupy. Tempo i materiał wykładu z roku na rok różnią się dość znacznie.</p> <p>Proponowane podręczniki: F.D. Stacey, <i>Physics of the Earth</i>. R.J. Teyssere, J. Leliwa-Kopystyński, B. Lang, <i>Evolution of the Earth and other Planetary Bodies</i>. P. Artymowicz, <i>Astrofizyka układów planetarnych</i>.</p> <p>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Termodynamika lub Fizyka statystyczna I (od roku 2002/2003 Termodynamika fenomenologiczna i Mechanika statystyczna).</p> <p>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem: Astrofizyka.</p>	

Forma zaliczenia:
Zaliczenie ćwiczeń i egzamin ustny.

Przedmiot: Geotermodynamika	
Wykładowca: dr hab. Leszek Czechowski	
Semestr: letni	<i>Liczba godzin wykl./tydz.: 2</i> <i>Liczba godzin ćw./tydz.: 2</i>
Kod: 1103-477	<i>Liczba punktów kredytowych: 5</i>
Program: Podstawy termodynamiki. Procesy termodynamiczne we wnętrzu Ziemi i innych małych planet oraz w planetach grupy jowiszowej. Przewodnictwo cieplne: prawo Fouriera, strumień ciepły i jego gęstość. Mechanizmy przewodnictwa cieplnego: sieciowe, radiacyjne, ekscytonowe i ich rola w skałach płaszczu. Pomiary strumienia ciepłego w skorupie ziemskiej i ich znaczenie dla problemów geofizyki ogólnej i stosowanej. Wykorzystanie geotermicznych źródeł ciepła. Konwekcja: proces i opis konwekcji z punktu widzenia mechaniki ośrodków ciągłych. Podstawy termodynamiki procesów nieodwracalnych. Termodynamiczny opis konwekcji. Konwekcja w płaszczu Ziemi: ogólne cechy, wpływ konwekcji na procesy ewolucji wnętrza i powierzchni Ziemi. Konwekcja w płaszczach innych małych planet i jej wpływ na procesy ewolucji. Konwekcja w jądrze Ziemi: podstawowe informacje o mechanizmie generacji pola magnetycznego.	
Proponowane podręczniki: L. Czechowski, <i>Tektonika płyt i konwekcja w płaszczu Ziemi</i> , odpowiednie rozdziały monografii: <i>Physics and evolution of the Earth's Interior</i> (ed. R. Teisseyre).	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Fizyka I, II, III, IV, Wstęp do geofizyki.	
Forma zaliczenia: Zaliczenie ćwiczeń, referat i egzamin ustny.	

Przedmiot: Metody matematyczne geofizyki I i II	
Wykładowca: dr Lech Krysiński	
Semestr: zimowy	<i>Liczba godzin wykl./tydz.: 3</i> <i>Liczba godzin ćw./tydz.: 3</i>
Semestr: letni	<i>Liczba godzin wykl./tydz.: 2</i> <i>Liczba godzin ćw./tydz.: 2</i>
Kod: 1103-483-1, 1103-483-1	<i>Liczba punktów kredytowych: 7,5+5</i>
Program: Wykład jest skierowany jest do studentów IV roku specjalizacji geofizycznej oraz do wszystkich zainteresowanych prostym wprowadzeniem do metod równań różniczkowych cząstkowych. Zostaną omówione podstawowe klasy równań różniczkowych (równania nieliniowe pierwszego rzędu, równania eliptyczne, paraboliczne i hiperboliczne), z naciskiem na podstawowe przykłady równań, zadania stawiane dla tych równań, jawne formuły rozwiązań i własności rozwiązań. W odniesieniu do operatorów rozwiązujących podstawowe typy równań i zagadnienie Sturm-Liouville'a, zostaną omówione podstawy teorii operatorów zwartych. Ponadto wykład będzie zawierał tematykę o dużym znaczeniu praktycznym: krótki wstęp do szeregów Fouriera i transformaty Fouriera, omówienie geometrycznych podstaw mechaniki ośrodków ciągłych, wstęp do geometrii różniczkowej na sferze (sferyczna reprezentacja pola wektorowego), jak również (zależnie od czasu) wstęp do rachunku wariacyjnego. W ramach ćwiczeń zostaną omówione i szczegółowo przeliczone liczne przykłady wywodzące się z fizyki, przede wszystkim zaś z geo-	

fizyki, a dalej zadania te zostaną porównane z odpowiednimi podejściami numerycznymi ilustrującymi przede wszystkim metodę elementów skończonych.
<p><i>Proponowane podręczniki:</i> L. C., Evans, <i>Równania różniczkowe czastkowe</i>, Wydawnictwo Naukowe PWN (tyt. oryg. : <i>Partial Differential Equations</i>). H. Marcinkowska, <i>Dystrybucje, przestrzenie Sobolewa, równania różniczkowe</i>, PWN Warszawa 1993. R. Courant, D. Hilbert, <i>Methods of Mathematical Physics</i>, vol. II. J. Herczynski, <i>Wstęp do równań fizyki matematycznej dla przyrodników</i>, (http://www.icm.edu.pl/dzialalnosc/dydaktyka02_03/wykklad_jh.ps).</p>
<p><i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Algebra, Analiza. <i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia/wysłuchania przed wykładem:</i> Metody Matematyczne Fizyki, Mechanika Kwantowa I lub Elektrodynamika.</p>
<p><i>Forma zaliczenia:</i> Kolokwia i egzaminy w semestrze zimowym i letnim.</p>

Przedmiot: Elastomechanika (dla studentów Fizyki Litosfery)	
Wykładowca: dr hab. Leszek Czechowski	
Semestr: letni	<i>Liczba godzin wykl./tydz.: 2</i> <i>Liczba godzin ew./tydz.: 2</i>
Kod: 1103-498	<i>Liczba punktów kredytowych: 5</i>
<p><i>Program:</i> Idea mechaniki ośrodków ciągłych. Właściwości reologiczne materiałów. Metody matematyczne: układy krzywoliniowe i operatory różniczkowe. Pochodna substancjalna. Rachunek tensorowy. Opis materialny i przestrzenny deformacji. Tensory deformacji i warunki zgodności. Podstawowe twierdzenie mechaniki ośrodków ciągłych. Metody modelowania: metody równań w postaci bezwymiarowej i analiza wymiarowa. Równania konstytutywne. Ośrodek idealnie sprężysty: małe deformacje ośrodka, fale w ośrodku sprężystym (poprzeczne, podłużne i fale powierzchniowe), załamanie i odbicie fal, fala boczna. Ośrodki o bardziej skomplikowanej reologii: ośrodek Maxwella i Kelvina. Pęknięcia i dyslokacje w ośrodku ciągłym: metody opisu i proste przykłady.</p>	
<p><i>Proponowane podręczniki:</i> M. Malvern, <i>Mechanics of Continuous Media</i>. L. Landau, M. Lifszyc, <i>Mechanika ośrodków ciągłych</i>.</p>	
<p><i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Fizyka I, II, III, IV, Podstawy hydrodynamiki (I semestr).</p>	
<p><i>Forma zaliczenia:</i> Zaliczenie ćwiczeń (2 kolokwia, aktywność), referat i egzamin (test).</p>	

Przedmiot: Sejsmologia	
Wykładowca: prof. dr hab. Marek Grad	
Semestr: zimowy	<i>Liczba godzin wykl./tydz.: 2</i> <i>Liczba godzin ew./tydz.: 2</i>
Kod: 1103-541	<i>Liczba punktów kredytowych: 5</i>
<p><i>Program:</i> 1. Sejsmiczność Ziemi 2. Zjawisko trzęsienia ziemi, przestrzenny rozkład ognisk trzęsień ziemi, sejsmometria, stacje</p>	

sejsmologiczne, magnituda i energia trzęsienia ziemi, skala Mercallego i Richtera.	
3. Własności sprężyste skał	
4. Parametry sprężyste, gęstość i porowatość skał, anizotropia prędkości sejsmicznych; własności sprężyste skał w wysokich ciśnieniach i temperaturach.	
5. Fale sejsmiczne	
6. Podstawy teoretyczne; równanie ośrodka sprężystego; fale objętościowe P i S; fale powierzchniowe; metoda promieniowa w ośrodkach wielowarstwowych; hodografy teoretyczne, amplitudy i sejsmogramy syntetyczne.	
7. Modele źródła sejsmicznego, prekursorzy i prognozowanie trzęsień ziemi	
8. Siła pojedyncza, para sił i podwójna para sił, promieniowanie fal P i S; sekwencje trzęsień ziemi; prekursorzy; prognozowanie trzęsień ziemi.	
9. Sejsmologia i budowa wnętrza Ziemi	
10. Równanie promienia sejsmicznego w sferyczno-symetrycznej Ziemi; równanie parametryczne hodografu fal; metoda Wicherta-Herglotza; hodograf Jeffreysa-Bullena; fale sejsmiczne w Ziemi; struktura wnętrza Ziemi - płaszcz, jądro zewnętrzne i jądro wewnętrzne.	
11. Sejsmologia strukturalna	
12. Struktura skorupy i górnego płaszcza Ziemi; metoda refleksyjna i refrakcyjna; głębokie sondowania sejsmiczne; sejsmologia eksplozyjna; wielkie eksperymenty sejsmiczne; tomografia sejsmiczna.	
13. Sejsmologia i tektonika globalna	
14. Brzegi płyt litosferycznych; komórka konwekcyjna; strumień cieplny, prądy wznoszące i zstępujące; kontynentalna i oceaniczna skorupa ziemską; ruch płyt; dryf kontynentów.	
<i>Proponowane podręczniki:</i> D.Gubbins, <i>Seismology and Plate Tectonics</i> . K. Aki, P. G. Richards, <i>Quantitative Seismology: Theory and Methods</i> . L. Czechowski, <i>Tektonika Płyt i Konwekcja w Płaszczu Ziemi</i> . E. Stenz, M.Mackiewicz, <i>Geofizyka Ogólna</i> . S. P. Clark Jr., <i>Budowa Ziemi</i> .	
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Bez wymagań.	
<i>Forma zaliczenia:</i> Zaliczenie ćwiczeń i egzamin ustny.	

Przedmiot: Geomagnetyzm	
Wykładowca: dr Lech Krysiński	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 1103-542	Liczba punktów kredytowych: 5
Program: Natura pola magnetycznego; metody mierzenia pola. Historia badań magnetyzmu Ziemi. Kategorie naturalnych zjawisk magnetycznych obserwowanych na powierzchni Ziemi (wewnętrzne i zewnętrzne źródła pola). Globalny opis pola magnetycznego Ziemi (C. F. Gauss 1840). Źródła informacji o własnościach pola magnetycznego Ziemi (pomiar bezpośredni, dane historyczne, zapis skalny). Zmienność czasowa pola magnetycznego Ziemi (oscylacje dekadowe, wielowiekowe i milenijne, cykl główny, odwrócenia biegunowości,...); własności i natura tych zjawisk. Własności morfologiczne pola magnetycznego Ziemi (pole główne, część dipolowa, pole skorupowe) i jego nieregularnych oscylacji; położenie i morfologia źródeł poszczególnych części pola. Magnetohydrodynamiczna koncepcja procesu podtrzymywania pola głównego. Metodologia badań paleomagnetycznych; pojęcia wirtualnego bieguna geomagnetycznego, wirtualnej amplitudy momentu dipolowego, bieguna paleomagnetycznego i bieguna geomagnetycznego; tekto-	

<p>niczne interpretacje pomiarów własności magnetycznych skał. Metodologia badań archeomagnetycznych; przykłady archeologicznych interpretacji pomiarów własności magnetycznych młodych skał i obiektów antropogenicznych.</p> <p><i>Proponowane podręczniki:</i> E. Stenz, M. Mackiewicz, <i>Geofizyka ogólna</i>. M. Westphal, <i>Paleomagnetyzm i własności magnetyczne skał</i>. R. Teisseyre (red.), <i>Fizyka i ewolucja wnętrza Ziemi</i>, t. II. L. Krysiński, <i>Pochodzenie pola magnetycznego Ziemi - historia badań i obecny stan poglądów</i>, Przegląd Geofizyczny XLI (1996), zeszyt 3, str. 193-218. F.D. Stacey, <i>Physics of the Earth</i>. P. Melchior, <i>The Physics of the Earth's Core - An Introduction</i>. R.T. Merrill, M.W. McElhinny, Ph.L. McFadden, <i>The magnetic field of the Earth - paleomagnetism, the core and the deep mantle</i>. J. A. Jacobs (red.) <i>Geomagnetism</i>, vol. 1-4.</p> <p><i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Fizyka I, II, III, IV, Elektrodynamika ośrodków materialnych (lub Elektrodynamika klasyczna), Analiza, Algebra z geometrią. <i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia/wysłuchania przed wykładem:</i> Wstęp do geofizyki, Metody matematyczne fizyki, Metody matematyczne geofizyki.</p> <p><i>Forma zaliczenia:</i> Udział w zajęciach (także rachunkowych), zadanie numeryczne oraz egzamin ustny.</p>

Przedmiot: Fizyka pola grawitacyjnego Ziemi	
Wykładowca: dr Lech Krysiński	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykl./tydz.: 1 Liczba godzin ew./tydz.: 1
Kod: 1103-567	Liczba punktów kredytowych: 2,5
<p><i>Program:</i> Przedmiotem wykładu jest przedstawienie problemów dotyczących morfologii pola grawitacyjnego Ziemi z punktu widzenia fizyki głębokiego wnętrza Ziemi. Zasadnicze tematy są następujące:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Konwencjonalne metody redukcji pomiarów grawimetrycznych i celowość tych reprezentacji. 2. Globalna reprezentacja kształtu pola grawitacyjnego Ziemi za pomocą rozwinięcia potencjału w szereg funkcji harmonicznych. 3. Koncepcje pola odniesienia. 4. Deformacja kształtu i pola grawitacyjnego planety wirującej w równowadze hydrostatycznej. 5. Zagadnienia dotyczące stabilności grawitacyjnej planety. 6. Opis własności kształtu pola grawitacyjnego w różnych zakresach skal zmienności przestrzennej (skala globalna, 1000 km, 100 km i kilometrowa). Własności widmowe pola. Związki morfologii pola z tektoniką i procesami tektonicznymi. 7. Znaczenie izostazji w kształtowaniu regionalnego pola grawitacyjnego. 8. Problem modelowania regionalnego kształtu pola w oparciu o wyniki głębokich sondowań sejsmicznych. Przykłady innych metod komentowania kształtu pola. <p><i>Proponowane podręczniki:</i> K. Czarnecki, <i>Geodezja współczesna</i>, Wydawnictwo Wiedza i Życie. R. J. Blakely, <i>Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications</i>, Cambridge University Press.</p>	

<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Algebra, Analiza, Metody Matematyczne Fizyki, Elektrodynamika Klasyczna, Metody Matematyczne Geofizyki.
<i>Forma zaliczenia:</i> Egzamin ustny.

1.3.1.2 Fizyka Teoretyczna

Wykłady kursowe:

<i>Przedmiot:</i> Mechanika statystyczna I	
<i>Wykładowca:</i> prof. dr hab. Marek Napiórkowski	
<i>Semestr:</i> zimowy	<i>Liczba godzin wykładów/tydz.:</i> 2 <i>Liczba godzin ćwiczeń/tydz.:</i> 2
<i>Kod:</i> 1102-401	<i>Liczba punktów kredytowych:</i> 5
<i>Program:</i> <ol style="list-style-type: none"> 1. Elementy teorii prawdopodobieństwa 2. Pojęcie zespołu statystycznego <ul style="list-style-type: none"> -- twierdzenie Liouville'a, równanie Liouville'a 3. Klasyczne równowagowe zespoły statystyczne <ul style="list-style-type: none"> -- zespoły mikrokanoniczny, kanoniczny, wielki kanoniczny, izobaryczno-izoterniczny -- zagadnienie ergodyczne -- fluktuacje 4. Twierdzenie o wiriale, twierdzenie o ekwipartycji energii 5. Gazy rzeczywiste <ul style="list-style-type: none"> -- wirialne równanie stanu 6. Kwantowe równowagowe zespoły statystyczne 7. Gazy doskonałe bozonów i fermionów <ul style="list-style-type: none"> -- rozkłady Bosego-Einsteina oraz Fermiego-Diraca -- fluktuacje liczby obsadzeń 8. Kondensacja Bosego-Einsteina 9. Promieniowanie ciała doskonale czarnego 10. Zdegenerowany gaz elektronów 11. Ciepło właściwe ciał stałych 12. Mikroskopowy opis przemian fazowych <ul style="list-style-type: none"> -- model Isinga 	
<i>Proponowane podręczniki:</i> <p>L. Landau, L. Lifszic, <i>Fizyka statystyczna</i>. R. Pathria, <i>Statistical Mechanics</i>. K. Huang, <i>Statistical Mechanics</i>. C. Thomson, <i>Mathematical Statistical Mechanics</i>.</p>	

<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i>
<i>Forma zaliczenia:</i> Zaliczenie ćwiczeń. Egzamin pisemny i ustny.

Przedmiot: Mechanika kwantowa IIA	
Wykładowca: prof. dr hab. Jan Kalinowski	
Semestr: zimowy	Liczb godzin wykl./tydz.: 3 Liczb godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 1102-463A-5	Liczba punktów kredytowych: 6,5
Program: <ol style="list-style-type: none"> 1. Formalizm kanoniczny i kwantowanie pól 2. Symetrie i prawa zachowania 3. Kwantowanie pola Diraca 4. Kwantowanie pola elektromagnetycznego 5. Elektrodynamika kwantowa 6. Macierz S, przekroje czynne, czasy życia 7. Rachunek zaburzeń, reguły Feynmana 8. Renormalizacja 9. Rozbieżności w podczerwieni 	
Proponowane podręczniki: J. D. Bjorken, S. D. Drell, <i>Relatywistyczna mechanika kwantowa</i> . S. Weinberg, <i>Teoria pól kwantowych</i> . E. M. Lifszyc, S. Pitajewski, <i>Relatywistyczna teoria kwantów</i> .	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Mechanika teoretyczna, Mechanika kwantowa I, Elektrodynamika.	
Zajęcia sugerowane do zaliczenia/wysłuchania przed wykładem: Wstęp do klasycznej i kwantowej teorii pola.	
Forma zaliczenia: Jedno lub dwa kolokwia pisemne. Egzamin pisemny i egzamin ustny.	

Przedmiot: Mechanika kwantowa II B (Mechanika kwantowa układów wielu ciał)	
Wykładowca: prof. dr hab. Jacek A. Majewski	
Semestr: zimowy	Liczb godzin wykl./tydz.: 3 Liczb godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 1102-463B	Liczba punktów kredytowych: 6,5
Program: <ol style="list-style-type: none"> 1. Podstawy mechaniki kwantowej układu wielu ciał 2. Podstawy teorii pomiaru, pomiar korelacji spinowych i nierówność Bella 3. Podstawy teorii kwantowej informacji i komputerów kwantowych 4. Formalizm liczb obsadzeń (druga kwantyzacja) 5. Kwantyzacja pola elektromagnetycznego 6. Ewolucja czasowa układu wielu ciał 7. Funkcja Greena układu wielu ciał 8. Przybliżone rozwiązania kwantowego zagadnienia wielu ciał (metoda Hartree, Hartree- 	

Focka)
9. Metoda Funkcjonału Gęstości
10. Sformułowanie mechaniki kwantowej przy pomocy całek po trajektoriach
11. Elementy relatywistycznej mechaniki kwantowej (równania Kleina-Gordona i Diraca)
<i>Proponowane podręczniki:</i> J. J. Sakurai, <i>Modern Quantum Mechanics</i> (Addison-Wesley Pub. Com., 1985). M. A. Nielsen and I. L. Chuang, <i>Quantum Computation and Quantum Information</i> (Cambridge University Press, 2000). J. W. Negele and H. Orland, <i>Quantum Many-Particle Systems</i> (Perseus Books, 1998). R. D. Mattuck, <i>A Guide to Feynman Diagrams in the Many-Body Problem</i> , (Dover Publications, 1976). G. D. Mahan, <i>Many-Particle Physics</i> . A. L. Fetter, J. D. Walecka, <i>Kwantowa Teoria Układów Wielu Ciał</i> .
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Mechanika kwantowa I.
<i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia/wystuchania przed wykładem:</i> Elektrodynamika.
<i>Forma zaliczenia:</i> Kolokwium i egzamin ustny.

Przedmiot: Fizyka statystyczna	
Wykładowca: dr Piotr Szymczak	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykl./tydz.: 3 Liczba godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 1101-479	Liczba punktów kredytowych: 6
Program: TERMODYNAMIKA 1. Prosty układ termodynamiczny 2. Stany równowagi 3. Oddziaływanie z otoczeniem i ścianki 4. Pierwsza zasada Termodynamiki - energia wewnętrzna, energia przekazywana na sposób ciepła (ciepło) 5. Klasyfikacja przemian układu termodynamicznego 6. Zasada wzrostu entropii i wyznaczanie stanów równowagi 7. Parametry ekstensywne i intensywne 8. Równanie Gibbsa-Duhema 9. Twierdzenie Gibbsa dla mieszaniny gazów doskonałych 10. Nierówność Clausiusa 11. Transformacja Legendre'a i potencjały termodynamiczne 12. Tożsamości Maxwella 13. Zagadnienie pracy maksymalnej 14. Proces Joule'a-Thomsona 15. Silniki termodynamiczne 16. Klasyczne sformułowania Drugiej zasady Termodynamiki 17. Stabilność stanów równowagi termodynamicznej 18. Reakcje chemiczne, równowaga chemiczna, prawo działania mas 19. Przemiany fazowe - konstrukcja równych pól Maxwella	

<ul style="list-style-type: none"> - diagram fazowy dla prostego płynu - równanie Clapeyrona-Clausiusa - reguła faz Gibbsa - przykłady diagramów fazowych <p>20. Trzecia Zasada Termodynamiki i jej konsekwencje</p> <p>21. Elementy nierównowagowej fizyki statystycznej</p> <p>MECHANIKA STATYSTYCZNA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Elementy teorii prawdopodobieństwa 2. Pojęcie zespołu statystycznego 3. Klasyczne równowagowe zespoły statystyczne <ul style="list-style-type: none"> - zespoły mikrokanoniczny, kanoniczny, wielki kanoniczny - zagadnienie równoważności zespołów 4. Twierdzenie o wiriale, twierdzenie o ekwipartycji energii 5. Gazy rzeczywiste, wirialne równanie stanu 6. Kwantowe równowagowe zespoły statystyczne 7. Gazy doskonałe bozonów i fermionów <ul style="list-style-type: none"> - rozkłady Bosego-Einsteina oraz Fermiego-Diraca - fluktuacje liczby obsadzeń 8. Kondensacja Bosego-Einsteina 9. Promieniowanie ciała doskonale czarnego 10. Zdegenerowany gaz elektronów 11. Ciepło właściwe ciał stałych <p><i>Proponowane podręczniki:</i></p> <p>K. Huang, <i>Fizyka statystyczna</i>.</p> <p>R. Pathria, <i>Statistical Mechanics</i>.</p> <p>L. Landau i L. Lifszyc, <i>Fizyka statystyczna</i>.</p> <p>H. Callen, <i>Thermodynamics and Introduction to Thermostatistics</i>.</p> <p>R. Kubo, <i>Thermodynamic. An advanced course with problems and solutions</i>.</p> <p>R. Kubo, <i>Statistical Mechanics. An advanced course with problems and solutions</i></p> <p><i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i></p> <p><i>Zajęcia sugerowane do wysłuchania / zaliczenia przed wykładem:</i></p> <p><i>Forma zaliczenia:</i></p> <p>Kolokwia, egzamin pisemny i ustny.</p>

Wybrane działy fizyki teoretycznej i wykłady specjalistyczne:

Przedmiot: Teoria ciała stałego	
Wykładowca: prof. dr hab. Jacek A. Majewski	
Semestr: letni	Liczba godzin wykład./tydz.: 3 Liczba godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 1102-452	Liczba punktów kredytowych: 6,5
<p>Program:</p> <p>Jakkolwiek wykład nosi tradycyjną nazwę ‘Teoria Ciała Stałego’, jego zawartość bardziej odpowiada ‘Teorii Materii Skondensowanej’. W trakcie wykładu oprócz materii ‘twardej’ (jak kryształy) będą również dyskutowane formy materii miękkiej (np., polimery). Ogólnym celem wykładu jest zaznajomienie słuchacza z bogactwem form materii skondensowanej i przedstawienie teorii służących do ich opisu. W wykładzie zostaną omówione następujące zagadnienia:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Funkcja korelacji operatora gęstości i czynnik strukturalny, czynnik strukturalny dla gazów, płynów i ciał stałych. 2. Definicja ciał krystalicznych, pojęcie sieci prostej i odwrotnej, symetrie w kryształach. 3. Wpływ symetrii kryształu na stany jednoelektrodowe (Twierdzenie Blocha, degeneracje). 4. Struktury złożone, stopy, ciekłe kryształy, polimery, kwasi-kryształy. 5. Struktury skończone, nano-cząsteczki, fullereny, nanorurki, struktury biologiczne. 6. Jednorodny gaz elektronowy, energia całkowita w przybliżeniu Hartree-Focka, zależność energii kinetycznej gazu, energii wymiany i energii korelacji od gęstości. 7. Teoria funkcjonału gęstości, twierdzenie Hohenberga-Kohna, metoda Kohna-Shama, przybliżenie lokalnej gęstości (Local Density Approximation). 8. Metody obliczania struktury pasmowej ciał stałych, pojęcie pseudopotencjału. 9. Drgania sieci, pojęcie macierzy dynamicznej, fonony akustyczne i optyczne. 10. Podłużna stała dielektryczna w formalizmie liniowej odpowiedzi układu, Funkcja Lindharda dla jednorodnego gazu elektronowego. 11. Oddziaływanie elektron-fonon. 12. Zjawisko nadprzewodnictwa, fenomenologiczny opis, pojęcie pary Coopera i teoria BCS 13. Elementy teorii magnetyzmu. <p>Proponowane podręczniki: M. P. Mader, <i>Condensed Matter Physics</i> (John Wiley & Sons, Inc., 2000). P. M. Chaikin & T. C. Lubensky, <i>Principles of condensed matter physics</i>, (Cambridge University Press, 1995). E. Kaxiras, <i>Atomic and Electronic Structure of Solids</i> (Cambridge University Press, 2003). R. M. Martin, <i>Electronic Structure, Basic Theory and Practical Methods</i> (Cambridge University Press, 2004). J. Callaway, <i>Quantum Theory of Solid State</i>, 2nd edition, (Academic Press, Inc., 1991). C. Kittel, <i>Quantum Theory of Solids</i>, (John Wiley & Sons, 1987). M. Lax, <i>Symmetry Principles in Solid State and Molecular Physics</i>, (Dover Publications, Inc., 2001).</p> <p>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem: Mechanika kwantowa I.</p> <p>Zajęcia sugerowane do zaliczenia/wystuchania przed wykładem: Mechanika kwantowa II, Wstęp do fizyki ciała stałego, Fizyka statystyczna.</p> <p>Forma zaliczenia: Zaliczenie ćwiczeń na podstawie obecności, egzamin ustny.</p>	

Przedmiot: Fizyka statystyczna II - Wybrane zagadnienia fizyki statystycznej	
Wykładowca: prof. dr hab. Bogdan Cichoński	
Semestr: letni	Liczba godz. wykt./tydz.: 2 Liczba godz. ćw./tydz.: 2
Kod: 1102-453	Liczba punktów kredytowych: 5
Program: 1. Równanie stanu gazów klasycznych i kwantowych. 2. Teoria przemian fazowych ze szczególnym uwzględnieniem kondensacji Bosego-Einsteina. 3. Teoria kinetyczna: równanie Fokkera-Plancka, równanie Boltzmanna.	
Proponowane podręczniki: K. Huang, <i>Mechanika Statystyczna</i> . K. Huang, <i>Statistical Physics</i> . L. Landau, E. Lifszic, <i>Fizyka Statystyczna</i> .	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Mechanika Statystyczna I.	
Zajęcia sugerowane do zaliczenia/wysłuchania przed wykładem: Termodynamika Fenomenologiczna.	
Forma zaliczenia: Zaliczenie ćwiczeń, zdanie egzaminu.	

Przedmiot: Kwantowa teoria pola oddziaływań elementarnych	
Wykładowca: prof. dr hab. Piotr Chankowski	
Semestr: zimowy i letni (wykład całoroczny)	Liczba godzin wykt./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 1102-455-05	Liczba punktów kredytowych: 10
Program: Wykład będzie poświęcony współczesnej teorii oddziaływań cząstek opartej na kwantowej teorii pola. Omówiona zostanie struktura teorii oddziaływań elektroslabych oraz chromodynamiki kwantowej tworzących razem Model Standardowy. Specyficzne metody kwantowej teorii pola (kwantowanie pól z cechowaniem, renormalizacja, grupa renormalizacji, teorie efektywne, anomalie) będą wyłożone w zastosowaniu do konkretnych zagadnień fizyki cząstek.	
Proponowane podręczniki: S. Pokorski, <i>Gauge Field Theories</i> , wyd. II, CUP 2002. S. Weinberg, <i>Teoria pól kwantowych</i> , PWN. M. Peskin, D. Schroeder, <i>An Introduction to Quantum Field Theory</i> , Addison-Wesley 1995. E. Leader, E. Predazzi, <i>An Introduction to Gauge Theories and Modern Particle Physics</i> , vols. 1&2, Cambridge, Monographs in Particle Physics, Nuclear Physics and Cosmology, 1996 (jest stare polskie wydanie PWN). T. P. Cheng, L. F. Li, <i>Gauge Theories of Elementary Particle Physics</i> , Clarendon 1984 (jest przekład rosyjski).	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Elektrodynamika klasyczna z elementami teorii pola, Mechanika kwantowa I oraz Wstęp do klasycznej i kwantowej teorii pola.	
Forma zaliczenia: Do końcowego egzaminu pisemnego i ustnego (niezależnie od wyniku egzaminu pisemnego) dopuszcza uzyskanie co najmniej połowy punktów z dwóch kolokwii (po jednym w każdym z semestrów). Osoby, które nie uzyskują połowy punktów z kolokwii będą mogły próbować zaliczać zajęcia egzaminem pisemnym.	

Uwaga: wykład bardzo trudny!

Przedmiot: Teoria jądra atomowego	
Wykładowca: prof. dr hab. Jacek Dobaczewski	
Semestr: zimowy i letni	Liczba godzin wykt./tydz.: 3 Liczba godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 1102-456	Liczba punktów kredytowych: 8
Program: 1. Oddziaływanie nukleon-nukleon (n-n) w próżni na przykładzie potencjału oddziaływania Argonne V18: <ul style="list-style-type: none"> Wymiana jednopionowa (część długozasięgowa oddziaływania n-n). Wymiana mezonu skalarnego (jako symulacja procesów wymiany dwupionowej) i procesy wymiany ciężkich mezonów wektorowych. Twardy rdzeń w oddziaływaniu n-n. Obliczenia strukturalne ab initio dla lekkich jąder atomowych. Rola oddziaływań trójciałowych. 2. Elementy rachunku perturbacyjnego: <ul style="list-style-type: none"> Rachunek zaburzeń Goldstone'a. Oddziaływanie efektywne n-n w przybliżeniu "drabinowym" (równanie Bethe-Goldstone'a). Usunięcie twardego rdzenia. Rachunek zaburzeń Feynmana-Dysona (poprawki do propagatorów). Przybliżenie Hartree-Focka (HF) i Bruecknera-Hartree-Focka w ujęciu diagramatycznym. Poprawki polaryzacyjne w ujęciu diagramatycznym - równanie faz przypadkowych (RPA). 3. Fenomenologiczne oddziaływanie n-n w ośrodku na przykładzie oddziaływania Skyrme'a: <ul style="list-style-type: none"> Krótkozasięgowość oddziaływania i jej konsekwencje (rozważania ogólne). Oddziaływanie zależne od gęstości. Przybliżenie lokalnej gęstości. Przybliżenie Hartree-Focka sformułowane dla oddziaływania Skyrme'a. 4. Metody wychodzące poza przybliżenie Hartree-Focka: <ul style="list-style-type: none"> Zależne od czasu przybliżenie Hartree-Focka (TDHF) Metoda równań ruchu. Przybliżenie Hartree-Focka-Bogolyubowa. Przybliżenie faz przypadkowych (RPA). Metoda współrzędnej generującej (GCM). Przywracanie spontaniczne naruszonych symetrii. Metody rzutowania przed wariacją. 	
Proponowane podręczniki: A. I. Fetter, J. D. Walecka, <i>Kwantowa teoria układów wielu ciał</i> . P. Ring, P. Schuck, <i>The nuclear many-body problem</i> . A. Bohr, B. Mottelson, <i>Struktura jądra atomowego</i> . J. Dobaczewski, <i>Wybrane zagadnienia teorii jądra atomowego</i> .	
Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem: Wstęp do kwantowej teorii jąder atomowych.	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Mechanika kwantowa I.	
Forma zaliczenia:	

Egzamin ustny.

Przedmiot: Ogólna Teoria Względności	
Wykładowca: prof. dr hab. Jacek Tafel	
Semestr: zimowy i letni	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 1102-459	Liczba punktów kredytowych: 10
Program: 1. Modele czasoprzestrzeni 2. Elementy geometrii różniczkowej 3. Równania Einsteina 4. Tensor energii-pędu 5. Rozwiązanie Schwarzschilda 6. Zagadnienie Keplera 7. Czarne dziury 8. Modele kosmologiczne Robertsona-Walkera 9. Promieniowanie grawitacyjne 10. Asymptotyczna płaskość 11. Spinory i tensor Weyla	
Proponowane podręczniki: R.M. Wald, <i>General Relativity</i> . C.W. Misner, K.S. Thorne i J.A. Wheeler, <i>Gravitation</i> . W. Kopczyński i A. Trautman, <i>Czasoprzestrzeń i grawitacja</i> . L.D. Landau, E.M. Lifszyc, <i>Teoria pola</i> . B.F. Schutz, <i>Wstęp do ogólnej teorii względności</i> .	
Zajęcia sugerowane do zaliczenia/wysłuchania przed wykładem: Analiza C, MMF (teoria grup).	
Forma zaliczenia: Egzamin.	

Przedmiot: Elementy Matematyki Współczesnej. Równania różniczkowe cząstkowe.	
Wykładowca: prof. dr hab. Paweł Urbański	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 1
Kod: 1120-473-05	Liczba punktów kredytowych: 4
<ul style="list-style-type: none"> • Równania pierwszego rzędu. • Twierdzenie Cauchy-Kowalewskiej. • Zagadnienie Cauchy'ego a hiperboliczność. • Równania eliptyczne. Zagadnienia brzegowe. • Równania paraboliczne na przykładzie równania przewodnictwa cieplnego. • Metody analizy funkcjonalnej. Przestrzenie Sobolewa. 	
Proponowane podręczniki: J. Fritz, <i>Partial differential equations</i> .	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:	
Forma zaliczenia:	

Egzamin ustny.

Przedmiot: Kosmologia	
Wykładowca: dr hab. Marek Olechowski	
Semestr: letni	Liczba godzin wykład./tydz.: 2
	Liczba godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 1102-584	Liczba punktów kredytowych: 5
Program: 1. Obserwacyjne podstawy kosmologii 2. Ogólna teoria względności w kosmologii 3. Modele Friedmanna 4. Termodynamika w ekspandującym Wszechświecie 5. Mikrofalowe promieniowanie tła 6. Pierwotna nukleosynteza 7. Ciemna materia 8. Ciemna energia 9. Formowanie się struktur wielkoskalowych we Wszechświecie 10. Inflacja 11. Bariogeneza 12. Bardzo wczesne fazy ewolucji Wszechświata	
Proponowane podręczniki: E. Kolb, M. Turner, <i>The Early Universe</i> . S. Weinberg, <i>Gravitation and Cosmology</i> . L. Bergström, A. Goobar, <i>Cosmology and Particle Astrophysics</i> . Lektury podawane w trakcie zajęć	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Zajęcia sugerowane do zaliczenia/wystuchania przed wykładem: Elementy teorii oddziaływań fundamentalnych, Teoria cząstek elementarnych (pierwszy semestr)	
Forma zaliczenia: Zaliczenie ćwiczeń oraz egzamin.	

1.3.2 Kierunek Astronomia

Wykłady kursowe i specjalistyczne:

Przedmiot: Astrofizyka teoretyczna I	
Wykładowca: prof. dr hab. Wojciech Dziembowski	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykład./tydz.: 4 Liczba godzin ćw./tydz.: 4
Kod: 1104-A410	Liczba punktów kredytowych: 10
Program 1. Warunki równowagi hydrostatycznej 2. Modele poltropowe 3. Pulsacje radialne i niestabilność dynamiczna gwiazd 4. Oscylacje nieradialne i niestabilność konwektywna 5. Termodynamika wnętrz gwiazdowych 6. Transport energii przez promieniowanie i przewodnictwo we wnętrzach gwiazd, współczynnik nieprzezroczystości 7. Ogólne równanie transferu promieniowania 8. Struktura atmosfer gwiazdowych 9. Modelowanie widm gwiazd 10. Transport konwektywny 11. Reakcje jądrowe 12. Równowagowe modele gwiazd 13. Modelowanie ewolucji 14. Gwiazdy we wczesnych fazach ewolucji 15. Ewolucja gwiazd od początku syntezy węgla	
Proponowane podręczniki: Kippenhahn and Weigert, <i>Stellar structure and evolution</i> , 1990. C. J. Hansen, S. D Kawaler, <i>Stellar interiors</i> , 1994. Shu, <i>The Physics of Astrophysics 1. Radiation</i> , 1992. K. Stepień, <i>Fizyka atmosfer gwiazd-transport promieniowania</i> , 1984.	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Fizyka I-IV, Analiza Matematyczna lub Matematyka A, Mechanika Klasyczna, Wstęp do Astrofizyki Obserwacyjnej.	
Forma zaliczenia: Zaliczenie ćwiczeń. Egzamin pisemny, egzamin ustny.	

Przedmiot: Mechanika nieba - część 1. - Mechanika Układu Słonecznego	
Wykładowca: dr T. Kwast	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykład./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 1104-A402-1	Liczba punktów kredytowych: 5
Program: 1. Równania ruchu układu wielu punktów materialnych. 2. Całki ruchu. 3. Numeryczne metody całkowania równań ruchu. 4. Zagadnienie dwóch ciał. 5. Elementy orbit i prawa Keplera. 6. Wyznaczanie i poprawianie orbit. 7. Perturbacje.	

1.3 Katalog zajęć studiów magisterskich: studia specjalistyczne

8. Analityczna teoria ruchu planet.
9. Ruch Księżyca.
10. Ruch sztucznych satelitów.
11. Ograniczone zagadnienie trzech ciał.
<i>Proponowane podręczniki:</i> S. Wierziński, <i>Mechanika nieba</i> . F. Moulton, <i>An Introduction to Celestial Mechanics</i> .
<i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem:</i> Analiza matematyczna, Algebra, Mechanika klasyczna.
<i>Forma zaliczenia:</i> Ćwiczenia na podstawie odpowiedzi i zadań domowych. Całość - pisemny test i ustny egzamin

Przedmiot: III Pracownia astronomiczna	
Prowadząca: prof. dr hab. Andrzej Udalski	
Semestr: zimowy i letni	Liczba godzin wykład./tydz.: 0 Liczba godzin ćw./tydz.: 3
Kod: 1104-A404	Liczba punktów kredytowych: 3,5
Program: Pracownia przygotowuje studentów do samodzielnego prowadzenia i opracowywania obserwacji fotometrycznych przy użyciu techniki CCD. Detektory CCD są obecnie powszechnie używane w astronomii. Wyniki obserwacji mają od początku formę obrazu w zapisie cyfrowym i wymagają swoistych metod redukcji. Pracownia obejmuje cały zakres czynności związanych z obserwacjami CCD. Student zaczyna ćwiczenie w Warszawie od przygotowania mapki nieba do identyfikacji obiektu, następnie pod okiem prowadzącego ćwiczenie przystępuje do korzystania z teleskopu i w ciągu 1-3 pogodnych nocy dokonuje obserwacji. Zebrany i właściwie zarchiwizowany materiał obserwacyjny jest następnie analizowany w Warszawie. Prowadzący zapoznaje studenta z zasadami korzystania z pakietów do redukcji obserwacji IRAF, DAOPHOT i DOphot oraz programami do analizy czasowej sygnału. Z ich pomocą student redukuje obserwacje otrzymując (w zależności od typu obserwowanego obiektu) jasności, krzywe zmian blasku lub periodogramy, które mogą służyć dalszej analizie teoretycznej.	
<i>Proponowane podręczniki:</i>	
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Wstęp do astrofizyki obserwacyjnej.	
<i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem:</i> Wstęp do astronomii I i II.	
<i>Forma zaliczenia:</i> Zaliczenie na ocenę.	

Przedmiot: Astrofizyka teoretyczna II	
Wykładowca: prof. dr hab. Tomasz Bulik	
Semestr: letni	Liczba godzin wykład./tydz.: 3 Liczba godzin ćw./tydz.: 3
Kod: 1104-A411	Liczba punktów kredytowych: 7,5
Program: 1. Kosmiczne źródła fotonów wysokich energii 2. Ewolucja układów podwójnych: transfer masy, faza wspólnej otoczki, rejuwenacja, supernowe, wiatry gwiazdowe.	

3. Procesy promieniste: promieniowanie synchrotronowe, odwrotny efekt Comptona, komptonizacja,
4. Astrofizyka obiektów o silnym polu magnetycznym: rozpraszanie cyklotronowe
5. Dyski akrecyjne, ich modele i promieniowanie
6. Astronomia poza zakresem elektromagnetycznym
<i>Proponowane podręczniki:</i> G. B. Rybicki, A. P. Lightman, <i>Radiative processes in Astrophysics</i> .
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Astrofizyka teoretyczna I.
<i>Forma zaliczenia:</i> Egzamin pisemny i ustny.

Przedmiot: Astronomia pozagalaktyczna	
Wykładowca: prof. dr hab. Michał Jaroszyński	
Semestr: letni	<i>Liczba godzin wykl./tydz.: 2</i> <i>Liczba godzin ew./tydz.: 2</i>
Kod: 1104-A406	<i>Liczba punktów kredytowych: 5</i>
Program: I. Obserwowalny Wszechświat –uwagi historyczne -galaktyki, morfologia, grupy, gromady, supergromady i pustki -inne obiekty: radiogalaktyki, kwazary, aktywne jądra galaktyk, źródła promieniowania X, rozkłady gamma, mikrofalowe promieniowanie tła -międzygalaktyczna skala odległości -pomiar jasności; masy; populacje gwiazdowe -przesłanki istnienia ciemnej materii II. Teoria -równania Einsteina; metryka Robertsona- Walkera; rozwiązania -pojęcie odległości w zakrzywionej czasoprzestrzeni. Związki pomiędzy parametrami źródła a obserwowanymi wielkościami -standardowy model Wielkiego Wybuchu; wczesne epoki; nukleosynteza pierwotna; rozłączenie materii i promieniowania; powtórna jonizacja -inflacja; pierwotne fluktuacje gęstości; niestabilność grawitacyjna; hipoteza Pressa-Schechtera; „bias”; ciemna zimna materia III. Konfrontacja modeli i obserwacji -pomiar geometrii Wszechświata -pomiar gęstości -pomiar widma fluktuacji gęstości i jego ewolucji -powstawanie i ewolucja galaktyk -aktualne i przyszłe projekty obserwacyjne	
<i>Proponowane podręczniki:</i> M. Jaroszyński, <i>Galaktyki i budowa Wszechświata</i> . P.J.E. Peebles, <i>Principles of Physical Cosmology</i> .	
<i>Zajęcia zalecane do wystudowania przed wykładem:</i> Wstęp do astronomii.	
<i>Forma zaliczenia:</i> Egzamin pisemny i ustny.	

Przedmiot: Mechanika nieba - część 2. - Dynamika galaktyk
--

Wykładowca: dr Tomasz Kwast	
Semestr: letni	Liczba godzin wykład./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 1104-A402-2	Liczba punktów kredytowych: 5
Program: <ol style="list-style-type: none"> 1. Historia badań Galaktyki, wyznaczanie odległości gwiazd, materia międzygwiazdowa i jej wpływ na pomiar odległości. 2. Zliczenia gwiazd, równania Schwarzschilda i wyznaczenie gęstości gwiazd. 3. Budowa Galaktyki, populacje gwiazd. 4. Obserwowane składowe ruchu gwiazd względem Słońca, ruch Słońca ku apeksowi. 5. Obserwacyjne dowody rotacji Galaktyki, wzory Oorta. 6. Tożsamość Lagrange'a, twierdzenie o wirale, twierdzenie Stodółkiewicza. 7. N-cząstkowa funkcja rozkładu prędkości i położeń. Twierdzenie Liouville'a. 8. Jednocząstkowa funkcja rozkładu, równania hierarchii BBGKY. 9. Bezzderzeniowe równanie Boltzmanna, jego równania charakterystyczne, całki ruchu pojedynczej gwiazdy. 10. Twierdzenie Lindblada, twierdzenie Chandrasekhara. 11. Model galaktyki stacjonarnej oraz jego wady i zalety. 12. Niestabilność Jeansa, niestabilność orbit kołowych gwiazd. 13. Teoria Lina ramion spiralnych. 14. Relaksacja zderzeniowa i in. Czas relaksacji. 15. Kinetyczne równanie Boltzmanna, ewolucja układów gwiazdowych. 16. Ucieczki gwiazd. 17. Tarcie dynamiczne i jego skutki. 18. Potencjał grawitacyjny jednorodnej elipsoidy. 19. Elipsoidy Maclaurina i Jacobiego. 20. Nieelipsoidalne figury równowagi. 21. Model Roche'a planety i porównanie z modelem jednorodnym. 22. Figura satelity synchronicznego i granica Roche'a. 	
Proponowane podręczniki: W. Zonn, K. Rudnicki, <i>Astronomia gwiazdowa</i> . S. Wierziński, <i>Mechanika nieba</i> . T. Ciurla, <i>Podstawy nauki o Galaktyce</i> . P. Parenago, <i>Kurs zwiazdnoy astronomii</i> . S. Chandrasekhar, <i>Principles of Stellar Dynamics</i> .	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Mechanika klasyczna, Mechanika nieba - cz. 1. - Mechanika Układu Słonecznego.	
Forma zaliczenia: Ćwiczenia na podstawie odpowiedzi i zadań domowych. Całość - pisemny test i ustny egzamin	

Przedmiot: Wybrane zagadnienia astrofizyki teoretycznej	
Wykładowca: prof. dr hab. Michał Jaroszyński	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykład./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 1104-A501	Liczba punktów kredytowych: 5
Program: I. Astrofizyka obiektów zwartych: <ol style="list-style-type: none"> 1. Powstawanie białych karłów, gwiazd neutronowych i czarnych dziur 2. Promieniowanie obiektów zwartych 3. Problemy detekcji obiektów zwartych 	

II. Soczewkowanie grawitacyjne	
1.	Podstawy teoretyczne (ugięcie promieni w polu grawitacyjnym, czas propagacji, skupianie i deformacja wiązek promieni)
2.	Zastosowania (mikrosoczewkowanie światła gwiazd w Galaktyce, wielokrotne obrazy kwazarów, pomiar stałej Hubble'a, ograniczenia na model aktywnego jądra, deformacja obrazu nieba w tle gromad galaktyk, ograniczenia parametrów gęstości modeli kosmologicznych).
<i>Proponowane podręczniki:</i> Schneider, Ehlers i Falco, <i>Gravitational lensing</i> .	
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Astrofizyka teoretyczna I, II.	
<i>Forma zaliczenia:</i> Egzamin pisemny i ustny.	

1.3.3 Dydaktyka i popularyzacja fizyki

Przedmiot: Dydaktyka fizyki	
Wykładowca: dr Magdalena Staszal	
Semestr: letni	<i>Liczba godz. wykładów/tydz.: 2</i> <i>Liczba godz. ćwiczeń/tydz.: 2</i>
Kod: 1101-464	<i>Liczba punktów kredytowych: 5</i>
Program: <ol style="list-style-type: none"> 1. Fizyka jako dyscyplina i jako przedmiot nauczania. Metodologia fizyki a metodologia dydaktyki fizyki. 2. Cele nauczania fizyki. 3. Język w nauczaniu fizyki. 4. Trudności poznawcze uczniów. Konstrukcja ciągów dydaktycznych z uwzględnieniem znajomości barier pojęciowych. 5. Kontrola i ocena wyników nauczania. 6. Analizy dydaktyczne wybranych działów i zagadnień fizyki. Tendencje integracyjne w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych. 7. Modele w fizyce i w nauczaniu fizyki. 8. Metody aktywizujące w nauczaniu fizyki. Nieformalne nauczanie fizyki. 9. Nauczanie fizyki w różnych kontekstach (fizyka w kuchni, w problemach ekologicznych, fizyka zabawek,...). 	
Proponowane podręczniki: J. L. Lewis (red), <i>Nauczanie Fizyki</i> . J. Salach, <i>Dydaktyka fizyki: zagadnienia wybrane</i> . J. D. Harron, <i>Lekcja chemii. O skutecznym sposobie uczenia</i> . A. B. Arons, <i>A Guide to Introductory Physics Teaching</i> . R. Driver, E. Guesne, A. Tiberghien, <i>Children's Ideas in Science</i> .	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Psychologia, Pedagogika I.	
Forma zaliczenia: Obecność i aktywność na ćwiczeniach, zaliczanie prac domowych. Egzamin.	

Przedmiot: Jak sprzedawać naukę, czyli o popularyzacji fizyki	
Wykładowca: semestr zimowy - red. Wiktor Niedzicki; semestr letni – red. Krzysztof Michalski	
Semestr: zimowy i letni	<i>Liczba godz. wykładów/tydz.: 2</i> <i>Liczba godz. ćwiczeń/tydz.: 0</i>
Kod: 1101-491	<i>Liczba punktów kredytowych: 5</i>
Program: <ol style="list-style-type: none"> 1. Wiedza na sprzedaż: wczoraj, dziś i jutro. Podstawowe zasady przemawiania, wygłaszania wykładów i prelekcji. Czy każdy może zostać Demostenesem? 2. Jak napisać artykuł lub książkę? Pisma o różnym poziomie i skierowane do różnych grup odbiorców. Jak pisać dla tych różnych kategorii. 3. Popularyzacja nauki w Polsce i na świecie. Czego oczekują odbiorcy? Czy umiemy „sprzedawać” naukę? 4. Pojawienie się nowych środków wyrazu: fotografii, filmu, radia i TV, komputerów i prezentacji multimedialnych. 5. Sensacja w nauce. Efekty rewolucji naukowo-technicznej – ogromny zalew informacji o osiągnięciach, a możliwości percepcji i ...pamięci człowieka. 6. Jak się robi popularnonaukową audycję, film i program TV. 7. Obraz polskiej nauki w mass mediach. Filmy promocyjne i instruktażowe – ich najczęstsze cechy i wady. Prezentacja multimedialna. 	

18. Opowiadać czy dyskutować? Kto chce słuchać „wymądrzania się” uczonych? Popularyzacja czy publicystyka naukowa? Edukacja i popularyzacja nauki – czy to jest to samo?
19. Marketing nauki. Jak wprowadzić nowe osiągnięcia na rynek w niełatwej sytuacji rynkowej? Reklama nauki.
20. Czy można nauką zainteresować wszystkich? Poziom społeczeństwa a poziom popularyzacji.
<i>Uwaga:</i> Wykład jest przeznaczony dla studentów specjalizacji „Dydaktyka i popularyzacja fizyki” oraz dla studentów wydziałów przyrodniczych. Studentom innych specjalizacji Wydziału Fizyki może być zaliczony do godzin pozakierunkowych.
<i>Proponowane podręczniki:</i>
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i>
<i>Forma zaliczenia:</i> Egzamin.

Przedmiot: Dydaktyka matematyki	
Kierownik: prof. dr hab. Wojciech Guzicki	
Semestr: zimowy	Liczba godz. wykl./tydz.: 2 Liczba godz. ćw./tydz.: 2
Kod: 1000-N303	Liczba punktów kredytowych: 5
<p><i>Celem wykładu jest próba odpowiedzi na niektóre pytania dotyczące nauczania matematyki w szkole.</i></p> <p><i>Program:</i></p> <p>Próba odpowiedzi na przykładowe pytania:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Jakie są cele nauczania matematyki? 2. Co oznacza „rozumienie matematyki”? 3. Jak przebiega proces rozwiązywania zadania matematycznego przez ucznia? 4. W jaki sposób można nauczyć rozwiązywania zadań? <p>Wydaje się, że zastanowienie się nad odpowiedziami na te i podobne pytania, pomoże przyszłemu nauczycielowi w pracy z uczniami.</p> <p>Na ćwiczeniach zostaną przeanalizowane programy nauczania i podręczniki szkolne - głównie starszych klas szkoły podstawowej i gimnazjum. Niektóre zajęcia będą przeprowadzane w pracowni komputerowej, zostaną pokazane możliwości wykorzystania komputerów w nauczaniu matematyki.</p>	
<i>Proponowane podręczniki:</i>	
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i>	
<i>Forma zaliczenia:</i>	

Przedmiot: Doświadczenia historyczne w fizyce	
Wykładowca: dr Anna Kaczorowska	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 1101-558	Liczba punktów kredytowych: 2,5
<p>Wykład ukazuje wybrane postaci fizyków i ich słynne doświadczenia na tle wydarzeń historycznych i wydarzeń z dziedziny kultury. Studenci mają możliwość zapoznania się z tłumaczeniami oryginalnych tekstów uczonych, w których uczeni opisują sposoby wykonania doświadczeń i związane z nimi emocje, rozczarowanie, wzruszenie, zadziwienie.</p> <p>W czasie wykładu studenci korzystają z tych tekstów w miarę możliwości powtarzają opisane w</p>	

nich doświadczenia, porównując ich interpretację dawną i współczesną, śledzą ewolucję wybranych pojęć fizycznych.
<i>Program:</i>
1. Galileusz i jego doświadczenie. Proces Galileusza.
2. Pojęcie próżni, Arystoteles, doświadczenia W. Magniego, B. Pascala, E. Torricellego.
3. Wybrane doświadczenia I. Newtona.
4. Ewolucja poglądów na temat światła. Doświadczenia Younga, Fresnela.
5. Ewolucja poglądów na budowę Układu Planetarnego. Ptolemeusz, Kopernik, Kepler, Tycho de Brahe. Odkrycie Neptuna, Urana, Plutona.
6. Odkrycie prądu elektrycznego. Doświadczenia Galvaniego, Volty, Oersteda, Amper'a.
7. Wybrane doświadczenia M. Faradaya.
8. Narodziny termodynamiki. Carnot, Laplace, Mayer, Joule.
9. Ewolucja wyobrażeń o budowie atomowej. Atomy Demokryta, Daltona, Doświadczenie Perrina, ruchy Browna.
10. Narodziny mechaniki kwantowej. Widma emisyjne, zjawisko fotoelektryczne, odkrycie promieniotwórczości naturalnej, doświadczenie Rutherforda, koncepcja Plancka promieniowania termicznego ciał.
<i>Uwaga:</i> Wykład jest przeznaczony dla studentów specjalizacji „Dydaktyka i popularyzacja fizyki” oraz dla studentów wydziałów przyrodniczych. Studentom innych specjalizacji Wydziału Fizyki może być zaliczony do godzin pozakierunkowych
<i>Proponowane podręczniki:</i>
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i>
<i>Forma zaliczenia:</i>
Egzamin ustny

Przedmiot: Fizyka w doświadczeniach	
Wykładowca: prof. dr hab. Jan Gaj	
Semestr: letni	Liczba godzin wykt./tydz.: 3 Liczba godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 1101-OG8-05	Liczba punktów kredytowych: 4
Wykład przeznaczony dla studentów wszelkich kierunków studiów poza fizyką i astronomią a także dla studentów specjalizacji „Dydaktyka i popularyzacja fizyki” na Wydziale Fizyki.	
<i>Program:</i>	
Celem wykładu jest poszukiwanie drogi od prostych doświadczeń i obserwacji do wybranych praw rządzących zjawiskami fizycznymi. Znaczna część doświadczeń ilustrujących wykład nadaje się do wykonania w warunkach domowych (jak w książce J. Gaj, <i>Laboratorium Fizyczne w domu</i> , WNT, Warszawa 1980 czy w serii artykułów <i>Laboratorium Wiedzy i Życia</i> , Wiedza i Życie, XII.2000 - VII.2001). Wzory i rachunki będą zredukowane do niezbędnego minimum. Rozważane doświadczenia i obserwacje są ułożone w czterech częściach:	
1. Siła i ruch. 2. Drgania i fale. 3. Ciepło i cząsteczki. 4. Pola i prądy. 5. Światło widzialne i niewidzialne.	
<i>Proponowane podręczniki:</i>	
J. Gaj, <i>Laboratorium Fizyczne w domu</i> . Artykuły: <i>Laboratorium Wiedzy i Życia</i> , Wiedza i Życie, XII.2000 - VII.2001.	
<i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem:</i>	
<i>Forma zaliczenia:</i>	
Egzamin	

