

2.3 Studia specjalistyczne (IV, V i VI rok)

2.3.1 Kierunek Fizyka

2.3.1.1 Fizyka Doświadczalna i Geofizyka

Wykłady kursowe i specjalistyczne:

Fizyka Cząstek Elementarnych i Oddziaływań Fundamentalnych:

Przedmiot: 404-1 Fizyka cząstek elementarnych i wysokich energii I	
Wykładowca: prof. dr hab. Andrzej K. Wróblewski	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykład./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 13.504404-1	Liczba punktów kredytowych: 2,5
<p>Program: Program wykładu obejmuje podstawowe wiadomości o systematyce cząstek elementarnych i ich oddziaływań.</p> <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 Szmuszkiewicza). 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). <p><i>Uwaga:</i> Wykład ten jest kontynuowany w semestrze letnim; jego tematyka - przeznaczona w zasadzie dla osób ze specjalizacji fizyki cząstek - obejmuje bardziej zaawansowane zagadnienia fizyki cząstek, w tym szczegóły analizy eksperymentów.</p>	
<p>Proponowane podręczniki: Żaden podręcznik nie odpowiada ściśle programowi wykładu. Jako lekturę pomocniczą zaleca się: D. H. Perkins, <i>Wstęp do fizyki wysokich energii</i>.</p>	
<p>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem: Fizyka I, II, III, Fizyka kwantowa lub Mechanika kwantowa I.</p>	
<p>Forma zaliczenia: Egzamin ustny</p>	

Przedmiot: 404-2 Fizyka cząstek elementarnych i wysokich energii II	
Wykładowca: prof. dr hab. Jan Królikowski	
Semestr: letni	<i>Liczba godzin wykt./tydz.: 2</i> <i>Liczba godzin ćw./tydz.: 0</i>
Kod: 13.504404-2	<i>Liczba punktów kredytowych: 2,5</i>
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-, ep i hadron-hadron, dokładne testy modelu standardowego w rozpadach Z0). 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: 407 III Pracownia fizyczna fizyki jądra atomowego	
Kierownik: prof. dr hab. Krystyna Siwek-Wilczyńska	
Semestr: zimowy	<i>Liczb godzin wykt./tydz.: 0</i> <i>Liczb godzin ćw./tydz.: 12</i>
Kod: 13.504407	<i>Liczba punktów kredytowych: 15</i>
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.
<i>Forma zaliczenia:</i> Zaliczenie ćwiczeń na ocenę.

Przedmiot: 408 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: 13.504408	Liczba punktów kredytowych: 5
Program: <ol style="list-style-type: none"> Model kroplowy <ul style="list-style-type: none"> - energia wiązania nuklidów, linia stabilności, linia zerowej energii wiązania protonów i neutronów - spontaniczne rozszczepienie według modelu kroplowego Model gazu Fermiego <ul style="list-style-type: none"> - poziom Fermiego, głębokość studni potencjału, gęstość stanów jądrowych Model powłokowy jądra sferycznego <ul style="list-style-type: none"> - 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 Model Nilssona jąder niesferycznych <ul style="list-style-type: none"> - potencjał anizotropowego harmonicznego oscylatora, potencjał Nilssona, własności jądra Oddziaływanie typu δ, krótkozasięgowe korelacje dwójkowe ("pairing") <ul style="list-style-type: none"> - wyniki teorii BCS, kwazicząstki, obsadzanie stanów jądrowych, szczelina energetyczna, wpływ oddziaływań pairing na własności jąder parzysto-parzystych i nieparzystych Poprawka powłokowa <ul style="list-style-type: none"> - kształty jądra, izomery kształtu, jądra superciężkie, nowe magiczne liczby Przejścia elektromagnetyczne <ul style="list-style-type: none"> - klasyfikacja przejść gamma, reguły wyboru, jednostki Weisskopfa, konwersja wewnętrzna Modele kolektywne - niskie spiny <ul style="list-style-type: none"> - wibracje jądra sferycznego i zdeformowanego, rotacja, pasma rotacyjne, silne sprzężenie Jądro atomowe w warunkach szybkiego obrotu <ul style="list-style-type: none"> - uszeregowanie rotacyjne, "back-bending", przecinanie się pasm, superdeformacja Rozpad beta <ul style="list-style-type: none"> - 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 Emisja naładowanych cząstek i neutronów <ul style="list-style-type: none"> - rozpad alfa i emisja cząstek cięższych, zastosowanie przybliżenia WKB - emisja protonów ze stanu podstawowego, opóźniona emisja protonów i neutronów Przegląd metod doświadczalnych spektroskopii "na wiązce" ciężkich jonów <ul style="list-style-type: none"> - współczesne spektrometry promieniowania gamma, układy wielodetektorowe - rozkłady kątowe, 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> .
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Mechanika kwantowa I, Wstęp do fizyki jądra atomowego i cząstek elementarnych.
<i>Forma zaliczenia:</i> Egzamin ustny.

Przedmiot: 504 Reakcje jądrowe	
Wykładowca: prof. dr hab. Krystyna Siwek-Wilczyńska i dr Brunon Sikora	
Semestr: zimowy i letni	Liczba godzin wykład./tydz.: 2 Liczba godzin ew./tydz.: 0
Kod: 13.505504	Liczba punktów kredytowych: 5
Program: <ol style="list-style-type: none"> Kinematyka reakcji dwuciałowych. Ciepło reakcji. Układ laboratoryjny i układ środka masy. Geometryczna interpretacja przekroju czynnego reakcji. Różniczkowy przekrój czynny. Rozpraszanie cząstek przez sferyczny symetryczny potencjał. Funkcja odchylenia. Opis kwantowy rozpraszania. Metoda fal parcjalnych. Przekroje czynne reakcji i rozpraszania. Rozpraszanie ciężkich jonów. Rozpraszanie Fresnela i Fraunhofera. Macierz S. Zasada równowagi szczegółowej. Podstawowe mechanizmy reakcji wywołanych przez lekkie i średnio ciężkie cząstki w obszarze niskich energii. Metody ich rozróżniania. Jądro złożone. Model Bohra. Przekrój czynny reakcji. Reakcje rezonansowe. Rozpraszanie rezonansowe i potencjałowe. Wzór Brieta-Wignera. Model statystyczny jądra złożonego. Wzór Hausera-Feshbacha. Gęstość poziomów jądrowych. Model równoodległych poziomów jednocząstkowych. Zależności spinowe gęstości poziomów jądrowych. Krótki przegląd metod detekcji cząstek naładowanych. Teleskopy półprzewodnikowe. Metoda czasu przelotu. 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. Reakcje niepełnej fuzji jądrowej. Model optyczny oddziaływań jądrowych. Potencjały optyczne. Reakcje bezpośrednie przekazu nukleonów i wzbudzenia nieelastycznego. Metoda fal zaburzonych Borna. Zastosowanie w badaniach struktury jąder. Czynniki spektroskopowe. Zarys metody kanałów sprzężonych. 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. 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. 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. 	

<p><i>Proponowane podręczniki:</i> 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>.</p>
<p><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).</p>
<p><i>Forma zaliczenia:</i> Egzamin.</p>

Optyka:

Przedmiot: 413A Optyka instrumentalna	
Wykładowca: prof. dr hab. Czesław Radzewicz	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ew./tydz.: 0
Kod: 13.204413A	Liczba punktów kredytowych: 2,5
<p><i>Program:</i></p> <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, tryby światłowodów, elementy optyczne typu GRIN. 10. Rezonatory optyczne zamknięte i otwarte; warunek stabilności, rezonatory stabilne i astabilne, tryby 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. 	
<p><i>Proponowane podręczniki:</i> W. Demtroder, <i>Spektroskopia laserowa</i>. A. Corney, <i>Atomic and Laser Spectroscopy</i>.</p>	
<p><i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Fizyka I-IV, Elektrodynamika, Mechanika kwantowa I bądź Fizyka kwantowa.</p>	

<i>Zajęcia sugerowane do wystuchania przed tym wykładem:</i> Wstęp do optyki i fizyki ciała stałego.
<i>Forma zaliczenia:</i> ocena: zadania domowe (30%) + egzamin końcowy (70%).

Przedmiot: 413B Atomy, cząsteczki, klastry	
Wykładowca: prof. dr hab. Paweł Kowalczyk	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykład./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 13.204413B	Liczba punktów kredytowych: 2,5
Program: <ol style="list-style-type: none"> Krótki zarys teorii grup i jej zastosowań w mechanice kwantowej. Atom wodoru: <ul style="list-style-type: none"> - struktura prosta; - struktura subtelna, przesunięcie Lamba. Atomy alkaliczne. Atom helu. 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. Atomy rydbergowskie. Zjawisko Zeemana. Zjawisko Starka. Rozdzielenie ruchu jąder i elektronów w cząsteczce, przybliżenia adiabaticzne i Borna-Oppenheimera, powierzchnie energii potencjalnej. 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; - Klastry. 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). 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. 	
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. Kowalczyk, <i>Fizyka cząsteczek</i> .
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Mechanika kwantowa I lub Fizyka kwantowa, Wstęp do optyki i fizyki ciała stałego.
Forma zaliczenia: Egzamin ustny.

Przedmiot: 413C 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: 13.204413C	<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 wystuchania 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>	

Przedmiot: 413D Spektroskopia laserowa	
Wykładowca: prof. dr hab. Paweł Kowalczyk	
Semestr: letni	Liczba godzin wykład./tydz.: 2 Liczba godzin ew./tydz.: 0
Kod: 13.204413D	Liczba punktów kredytowych: 2,5
<p>Cel wykładu: Zamierzeniem wykładu jest przedstawienie i omówienie najważniejszych technik szeroko rozumianej spektroskopii laserowej oraz wybranych jej zastosowań.</p> <p>Program:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Rozwój spektroskopii - rys historyczny 2. Spektroskopia laserowa o rozdzielczości ograniczonej przez poszerzenie Dopplera <ul style="list-style-type: none"> - laserowa spektroskopia absorpcyjna - obserwacja widm wzbudzenia - badanie absorpcji wewnątrz rezonatora laserowego - spektroskopia jonizacyjna - spektroskopia optogalwaniczna - spektroskopia optoakustyczna - spektroskopia optotermiczna - spektroskopia strat w rezonatorze - spektroskopia wielofotonowa - spektroskopia stanów wzbudzonych - metody podwójnego rezonansu - metody laserowego znakowania poziomów - fluorescencja indukowana przez światło lasera 3. Spektroskopia ramanowska <ul style="list-style-type: none"> - spontaniczne rozproszenie Ramana - wymuszone rozproszenie Ramana - spójna antystokesowska spektroskopia ramanowska - rozproszenie hiperramanowskie 4. Metody spektroskopii bezdopplerowskiej <ul style="list-style-type: none"> - metoda wiązek atomowych/molekularnych - wiązki naddźwiękowe - szybkie wiązki jonów - spektroskopia nasyceniowa - spektroskopia polaryzacyjna - bezdopplerowska spektroskopia dwufotonowa i wielofotonowa 5. Spektroskopia laserowa z rozdzielczością czasową <ul style="list-style-type: none"> - obserwacja zaniku fluorescencji - metoda opóźnionych koincydencji - metoda przesunięć fazowych - pomiar czasów życia w szybkich wiązkach atomowych/molekularnych - efekt Hanle'go - dudnienia kwantowe - spektroskopia pikosekundowa i femtosekundowa - femtochemia laserowa 6. Chłodzenie i pułapkowanie atomów. Zastosowania. Kondensacja Bosego-Einsteina <p>Proponowane podręczniki: W. Demtroder, <i>Spektroskopia laserowa</i>. A. Corney, <i>Atomic and Laser Spectroscopy</i>.</p> <p>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Mechanika kwantowa I lub Fizyka kwantowa, Wstęp do optyki i fizyki ciała stałego.</p>	

Forma zaliczenia:
Egzamin testowy/ ustny.

Przedmiot: 523 Contemporary Nonlinear Optics (wykład w języku angielskim)	
Wykładowca: dr hab. Marek Trippenbach	
Semestr: zimowy i letni	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ew./tydz.: 0
Kod: 13.205523	Liczba punktów kredytowych: 5
Program: 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.	
Proponowane podręczniki: Yariv, <i>Nonlinear Optics</i> . Shen, <i>Introduction to Nonlinear Optics</i> . Boyd, <i>Nonlinear Optics</i> .	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Basic knowledge of optics, quantum physics.	
Forma zaliczenia: Written exam.	

Fizyka Ciała Stałego:

Przedmiot: 417 Fizyka ciała stałego	
Wykładowca: prof. dr hab. Roman Stępniewski	
Semestr: zimowy i letni	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ew./tydz.: 0
Kod: 13.204417	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.	

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

Przedmiot: 418 Proseminarium z Fizyki Ciała Stałego	
Wykładowca: prof. dr hab. Maria Kamińska	
Semestr: zimowy i letni	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ew./tydz.: 0
Kod: 13.204418	Liczba punktów kredytowych: 5
<p><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) .</p> <p><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</p>	
<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: 509 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 wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ew./tydz.: 0
Kod: 13.205509	Liczba punktów kredytowych: 5
<p><i>Celem wykładu 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</i></p>	

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 Madelunga w materiałach jonowych. Przedyskutowane są też wiązania występujące w klasycznym wysokotemperaturowym nadprzewodniku YBACUO. W następnym kroku wprowadzone są wiązania kowalენტne 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. 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. 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. 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.
<i>Proponowane podręczniki:</i> W. Harrison, <i>Electronic structure of solids</i> .
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Fizyka Ciała Stałego
<i>Forma zaliczenia:</i> Egzamin testowy

Metody Jądrowe Fizyki Ciała Stałego:

<i>Przedmiot:</i> 511 Metody jądrowe fizyki ciała stałego	
<i>Wykładowca:</i> : prof. dr hab. Izabela Sosnowska	
<i>Semestr:</i> zimowy i letni	<i>Liczba godzin wykł./tydz.:</i> 2 <i>Liczba godzin ćw./tydz.:</i> 0
<i>Kod:</i> : 13.207511	<i>Liczba punktów kredytowych:</i> 5
<i>Program:</i> 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.
<i>Proponowane podręczniki:</i> 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.
<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.

Rentgenowskie Badania Strukturalne:

Przedmiot: 513 Fizyka promieni X II	
Wykładowca: prof. dr hab. Jerzy Gronkowski	
Semestr: zimowy i letni	<i>Liczba godzin wykl./tydz.: 2</i> <i>Liczba godzin ćw./tydz.: 0</i>
Kod: 13.205513	<i>Liczba punktów kredytowych: 5</i>
<i>Program:</i> 1. Zastosowania dyfrakcji promieni X (metoda fal stojących; metody proszkowe; dyfraktometria; wyznaczanie parametrów sieci; interferometria rentgenowska; optyka rentgenowska; wyznaczanie struktur krystalicznych; przypadek wielu fal; dyfrakcja poślizgowa; kwazikrystały). 2. Rozpraszanie promieni X (rozpraszanie niesprężyste, porównanie z rozpraszaniem neutronów; rozpraszanie dyfuzyjne, defekty punktowe; rozpraszanie niskokątowe). 3. Rentgenowska spektroskopia emisyjna i absorpcyjna (EXAFS, SAXS). 4. Przegląd badań materiałowych metodami rentgenowskimi i innymi (reflektometria, badania cienkich warstw; mikroskopia rentgenowska; obrazowanie za pomocą kontrastu fazowego; litografia rentgenowska; metody elektronowe, spektroskopia fotoelektronów, LEED, RHEED). 5. Rentgenowskie lasery na swobodnych elektronach (działanie undulatora).	
<i>Proponowane podręczniki:</i> A. Hryniewicz (red.), <i>Fizyczne metody badań w biologii, medycynie i ochronie środowiska</i> , Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1999. A. Oleś, <i>Metody doświadczalne fizyki ciała stałego</i> , Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1998.	
<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> Zaliczenie na podstawie obecności.	

Biofizyka:

Przedmiot: 428 Mechanika kwantowa II (dla studentów Biofizyki)	
Wykładowca: dr hab. Maciej Geller	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ew./tydz.: 1
Semestr: letni	Liczba godzin wykl./tydz.: 1 Liczba godzin ew./tydz.: 1
Kod: 13.204428	Liczba punktów kredytowych: 6,5
Program: 1. Częsteczka chemiczna - opis kwantowy: Separacja ruchu jąder i elektronów 2. Opis stanu układu elektronowego cząsteczki: przybliżenie adiabatyczne i Borna-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 Metropolisa dynamika molekularna	
Proponowane podręczniki: W. Kołos, <i>Chemia kwantowa</i> .	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Mechanika kwantowa I.	
Forma zaliczenia: Egzamin pisemny i ustny.	

Przedmiot: 429 Biologia	
Wykładowca: prof dr hab. Wojciech Rode	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ew./tydz.: 0
Kod: 13.104429	Liczba punktów kredytowych: 2,5
Program: 1. Komórka jako podstawowa struktura życia <ol style="list-style-type: none"> Powstanie Teorii Komórkowej Ogólne właściwości komórek Skład chemiczno-biochemiczny komórki Rozwój filogenetyczny a struktura makrocząsteczek komórkowych Podstawowy element struktury - błona komórkowa Dwie klasy komórek - prokariota i eukariota: <ul style="list-style-type: none"> - budowa komórki bakteryjnej, zwierzęcej i roślinnej - porównanie komórek prokariotycznych i eukariotycznych - typy komórek prokariotycznych (Archea i Bacteria) - typy komórek eukariotycznych (różnicowanie) - pochodzenie komórek eukariotycznych Rozmiary komórek i ich składników Cykl życiowy komórki Komórki tworzą tkanki, a te składają się na narządy 2. Wirusy i wiroidy 3. Struktura i funkcja białek 4. Gen i podstawy dziedziczności <ol style="list-style-type: none"> Koncepcja genu jako jednostki dziedziczności Chromosomy: fizyczne nośniki genów <ul style="list-style-type: none"> - rodziny genów i rodziny białek (prawdopodobne źródło: duplikacja genu w wyniku nierównego crossing over) - translokacje jako potencjalne źródło zmian wzoru chromosomów 5. Kwasy nukleinowe, kod genetyczny i synteza makrocząsteczek 6. Błony biologiczne i organizacja subkomórkowa komórek eukariotycznych 7. Mitoza i mejoza 8. Regulacja cyklu komórkowego 9. Nowotwory 10. Odpowiedź immunologiczna 11. Podstawy porównawczej fizjologii zwierząt	
Proponowane podręczniki: H. Lodish i. in., <i>Molecular Cell Biology</i> . G. Karp, <i>Cell and Molecular Biology: Concepts and Experiment</i> . B. Alberts i in., <i>Podstawy biologii komórki. Wprowadzenie do biologii molekularnej</i> .	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: ---	
Forma zaliczenia: Egzamin.	

Przedmiot: 430 Chemia organiczna	
Wykładowca: dr hab. Janusz Stępiński	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykl./tydz.: 4 Liczba godzin ew./tydz.: 0

Kod: 13.304430	Liczba punktów kredytowych: 5
<p><i>Celem wykładu jest przygotowanie studentów do zrozumienia wykładu z biochemii, który jest w semestrze letnim.</i></p> <p><i>Program:</i></p> <p>Wykład obejmuje podstawowe zagadnienia chemii organicznej i fizycznej chemii organicznej. Szczególnie rozwinięte są zagadnienia dotyczące reaktywności, struktury i właściwości cząsteczek biologicznych (aminokwasy, białka, cukry, pochodne kwasów nukleinowych).</p>	
<p><i>Proponowane podręczniki:</i></p> <p>R. T. Morrison, R. N. Boyd, <i>Chemia organiczna</i>, Tom 1 i 2.</p> <p>P. Mastalerz, <i>Chemia organiczna</i>.</p>	
<p><i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem:</i></p> <p>Wstęp do biofizyki.</p>	
<p><i>Forma zaliczenia:</i></p> <p>Egzamin.</p>	

Przedmiot: 432 Biochemia	
Wykładowca: dr hab. Edward Darżynkiewicz, dr hab. Janusz Stepinski, dr Jacek Jemielity	
Semestr: letni	Liczba godzin wykład./tydz.: 4 Liczba godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 13.604432	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. Kinetyka enzymatyczna - teoria Michaelisa. Rodzaje inhibicji i aktywacji enzymów. Allosteria. Regulacja aktywności enzymów. Mechanizm działania enzymów - budowa miejsca aktywnego, mechanizmy katalityczne. Kompleksy enzymatyczne. Koenzymy - budowa, rodzaje reakcji katalizowanych, wybrane mechanizmy elektronowe. 3. Metabolizm białek. Enzymy proteolityczne. Transaminacja, dekarboksylacja, dezaminacja oksydacyjna. Cykl moczniowy. 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 mowaikowe. 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 ciemniowy - cykl Calvina. 7. Lipidy - budowa i metabolizm. Tłuszcze właściwe, fosfolipidy, glikolipidy, sterydy, woski, izoprenoidy, witaminy. Metabolizm: trawienie tłuszczów, β-oksydacja kwasów tłuszczowych, biosynteza kwasów tłuszczowych, glicerydów i fosfolipidów. 8. Utlenianie biologiczne - podstawy bioenergetyki. Sprężenie przez ATP i inne związki „wyskoenergetyczne” procesów endo- i egzoergicznych. Przyczyny wysokiej zmiany entalpii 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. 	

<p>Fotochemiczne pompowanie chlorofilu. Fotosystem I i II. Transport elektronów w procesach fosforylacji cyklicznej i niecyklicznej.</p> <p>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 biochemiczne retikulum endoplazmatycznego rybosomów.</p> <p>11. Współzależności metaboliczne. Etapy katabolizmu komórkowego. Dopływy i odpływy z cyklu Krebsa do puli białek, węglowodanów i tłuszczowców. Współgranie katabolizmu tlenowego i beztlenowego, regulacja allosteryczna.</p> <p>12. Regulacja metabolizmu. Jacoba-Monda model indukcji i represji enzymatycznej. Inne mechanizmy regulacji na poziomie genetycznym. Regulatory endogenne allosterczne. Sygnalizacja międzykomórkowa.</p> <p>13. Regulacja hormonalna - mechanizmy. System fosforylacji białek przez kinazy białkowe zależne od cAMP.</p> <p>14. Regulacja przez układ nerwowy. Przewodzenie wzdłuż neuronu i na synapsach. Neurotransmitery. Rola jonów Ca^{++} i kalmeduliny.</p>	
<p><i>Proponowane podręczniki:</i> L. Stryer, <i>Biochemia</i>. A.L. Lehninger, <i>Biochemia</i>. P. Karlson, <i>Zarys Biochemii</i>, t. I i II.</p>	
<p><i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem:</i> Wstęp do biofizyki.</p>	
<p><i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Chemia organiczna.</p>	
<p><i>Forma zaliczenia:</i> Zaliczenie ćwiczeń. Egzamin.</p>	

Przedmiot: 433 Spektroskopia molekularna	
Wykładowca: prof. dr hab. Ryszard Stolarski	
Semestr: letni	Liczba godzin wykład./tydz.: 3 Liczba godzin ew./tydz.: 0
Kod: 13.204433	Liczba punktów kredytowych: 4
<p><i>Program:</i> 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 molekuli 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-oscyłacyjno 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</p>	

dynamiki ruchów molekularnych.
<i>Proponowane podręczniki:</i> 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
<i>Forma zaliczenia:</i> Egzamin.

Przedmiot: 434 Pracownia biochemiczna	
Wykładowca: prof. dr hab. Edward Darżynkiewicz	
Semestr: letni	Liczba godzin wykl./tydz.: 0 Liczba godzin ew./tydz.: 4
Kod: 13.905434	Liczba punktów kredytowych: 5
Program: <ol style="list-style-type: none"> 1. Wyznaczanie parametrów kinetycznych w reakcjach enzymatycznych (V_{max} i K_m) na przykładzie reakcji utleniania alkoholi katalizowanej przez dehydrogenazę alkoholową. 2. Analiza elektroforetyczna białek w żelu poliakrylamidowym w warunkach denaturujących. 3. Chemiczna i enzymatyczna hydroliza skrobi. 4. Otrzymywanie DNA z grasicy cięcej. 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: 515 Biofizyka molekularna I	
Wykładowca: prof. dr hab. Ryszard Stolarski	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykl./tydz.: 4 Liczba godzin ew./tydz.: 0
Kod: 13.905515	Liczba punktów kredytowych: 5
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	

<p>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. związanie /folding/ białek in vitro i in vivo, specyficzne rozpoznawanie wzajemne białek i kwasów nukleinowych o ściśle określonych sekwencjach, niemichaelisowskie przebiegi kinetyki reakcji enzymatycznych.</p>
<p><i>Proponowane podręczniki:</i> W. Saenger, <i>Principles of nucleic acid structure</i>. T.E. Creighton, <i>Proteins. Structures and molecular properties</i>.</p>
<p><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.</p>
<p><i>Forma zaliczenia:</i> Egzamin ustny.</p>

Przedmiot: 516 Genetyka molekularna	
Wykładowca: prof. dr hab. Edward Darżynkiewicz	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykładów/tydz.: 2 Liczba godzin ćwiczeń/tydz.: 0
Kod: 13.905516	Liczba punktów kredytowych: 2,5
<p><i>Program:</i> 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 procesie 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).</p>	
<p><i>Proponowane podręczniki:</i> <i>Genetyka molekularna</i>, red. Piotr Węgleński. <i>Nowe tendencje w biologii molekularnej i inżynierii genetycznej oraz medycynie</i>, Wyd. Sorus, Poznań. A. Jerzmanowski, <i>Geny i ludzie</i>. L. Stryer, <i>Biochemia</i>. T. A Brown, <i>Genomy</i>.</p>	

<i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem:</i> Biochemia (dla studentów Biofizyki).
<i>Forma zaliczenia:</i> Egzamin.

Przedmiot: 517 Pracownia Biofizyki Molekularnej	
Koordynator: dr hab. Jan Antosiewicz	
Semestr: zimowy	<i>Liczba godzin wykt./tydz.:</i> <i>Liczba godzin ćw./tydz.:</i> 12
Kod: 13.905517	<i>Liczba punktów kredytowych:</i> 15
<p><i>Cel:</i> Zapoznanie z doświadczalnymi i teoretycznymi metodami badania białek i kwasów nukleinowych, stosowanymi w Zakładzie Biofizyki oraz w kilku współpracujących z Zakładem laboratoriach w Instytutach Polskiej Akademii Nauk. Pracownia obejmuje wykonanie dwóch wybranych przez studenta ćwiczeń, każde po około 70 godzin zajęć.</p> <p><i>Program:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 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. Określanie konformacji podjednostek kwasów nukleinowych metodami spektroskopii jądrowego rezonansu magnetycznego. 5. Wyznaczanie struktury pierwszorzędowej peptydu z widm jądrowego rezonansu magnetycznego. 6. Określanie form tautomerycznych podjednostek kwasów nukleinowych metodami spektroskopii w podczerwieni. 7. Spektroskopia w podczerwieni cząsteczek izolowanych w gazowych matrycach niskotemperaturowych. 8. Zastosowanie metod biologii molekularnej do tworzenia rekombinowanych genów i otrzymywanie produktów tych genów. 9. Badanie elektrostatycznych właściwości białek i kwasów nukleinowych w roztworze metodami elektrodynamiki ośrodków ciągłych w oparciu o model Poissona-Boltzmannia. 10. Badanie dielektrycznych właściwości wody metodami Monte Carlo i dynamiki molekularnej. 11. Badanie dynamiki konformacyjnej białek i kwasów nukleinowych metodami dynamiki molekularnej. 12. Kinetyka procesów asocjacji białko-ligand badana metodami dynamiki brownowskiej. 	
<i>Proponowane podręczniki:</i> literatura podawana jest przez asystenta stosownie do tematu i zakresu ćwiczenia.	
<p><i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed Pracownią:</i> Pracownia Chemii Fizycznej dla studentów IV roku biofizyki. Pracownia Biochemii dla studentów IV roku biofizyki - opcja biofizyki doświadczalnej - lub Fizyka statystyczna I (od roku 2002/2003 Termodynamika fenomenologiczna i Mechanika statystyczna) - opcja biofizyki teoretycznej.</p>	
<p><i>Forma zaliczenia:</i> Średnia ocen z obu ćwiczeń.</p>	

Przedmiot: 518 Wstęp do metod modelowania matematycznego i komputerowego w naukach przyrodniczych	
Wykładowca: prof. dr hab. Bogdan Lesyng	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykład./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 11.005518	Liczba punktów kredytowych: 5
<p>Wykład przeznaczony jest dla studentów nauk przyrodniczych (fizyki, chemii, biologii oraz międzydziałowych studiów matematyczno-przyrodniczych) oraz matematyki i informatyki.</p> <p>Program:</p> <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: <ul 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: <ul 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. <p>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>	
<p>Proponowane podręczniki:</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>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem:</p> <p>Od uczestników oczekiwana jest znajomość podstaw fizyki teoretycznej oraz programowania w C++ i/lub FORTRANie.</p>	
<p>Forma zaliczenia:</p> <p>Zaliczenie ćwiczeń. Egzamin.</p>	

Przedmiot: 519 Biofizyka Molekularna II	
Wykładowca: dr hab. J. Antosiewicz - koordynator, dr hab. A. Bzowska, dr hab. B. Kierdaszuk, prof. dr hab. R. Stolarski	
Semestr: letni	Liczba godzin wykład./tydz.: 4 Liczba godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 13.905519	Liczba punktów kredytowych: 5
<p>Program:</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, zwijania 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 "MRI": 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. Pomiary czasów 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 relacji 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. <p>Proponowane podręczniki: C. R. Cantor i P. R. Schimmel, <i>Biophysical Chemistry</i>.</p>	

C. F. Bernasconi, <i>Relaxation Kinetics</i> . J. A. McCammon i S. Harvey, <i>Dynamics of Proteins and Nucleic Acids</i> . T. L. Blundell i 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> . W. Saenger, <i>Principles of Nucleic Acid Structure</i> .
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Biofizyka Molekularna I, Wstęp do Spektroskopii Molekularnej.
Forma zaliczenia: Egzamin pisemny.

Przedmiot: 520 Metody bioinformatyki i modelowania układów	
Wykładowca: prof. dr hab. Bogdan Lesyng	
Semestr: letni	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 11.005520	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. ▪ 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. 	

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trzeciorzędowa 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.
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.
<i>Proponowane podręczniki:</i>
<i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem:</i>
Od studentów oczekuje się znajomości podstaw fizyki oraz nauk obliczeniowych.
<i>Forma zaliczenia:</i>

Przedmiot: 521 Pracownia genetyczna	
Wykładowca: prof. dr hab. Piotr Ceglowski (IBB PAN)	
Semestr: letni	Liczba godzin wykt./tydz.: 0 Liczba godzin ćw./tydz.: 4
Kod: 13.905521	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>. 	

III Podstawowe techniki biologii molekularnej <ol style="list-style-type: none"> 1. Klonowanie genów w <i>Escherichia coli</i> (trawienie DNA endonukleazami restrykcyjnymi i jego ligacja z wektorem). 2. Transformacja bakterii oraz metody selekcji i różnicowania transformantów. 3. PCR kolonijny w analizie transformantów. 4. Izolacja plazmidowego DNA z transformantów i analiza restrykcyjna. 5. Geny reporterowe i metody oznaczania ich biologicznej aktywności.
IV Seminarium <ol style="list-style-type: none"> 1. Zastosowanie technik mikrobiologicznych oraz metod biologii molekularnej w badaniach naukowych i biotechnologii.
<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> .
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i>
<i>Forma zaliczenia:</i> Zaliczenie na ocenę.

Przedmiot: 431 Pracownia chemii fizycznej (dla studentów Biofizyki)	
Wykładowca: dr Elżbieta Bojarska	
Semestr: zimowy i letni	Liczba godzin wykl./tydz.: 0 Liczba godzin ew./tydz.: 6
Kod: 13.304431	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, pomiary 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 Medyczna:

Przedmiot: 435 Podstawy biologii komórki i organizmu człowieka	
Wykładowca: prof. dr hab. med. Jan Doroszewski	
Semestr: zimowy	Liczb godzin wykt./tydz.: 2 Liczb godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 12.904435	Liczba punktów kredytowych: 2,5
Program: 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 specjalnym 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.	
Proponowane podręczniki: 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.	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:	
Forma zaliczenia: Egzamin ustny.	

Przedmiot: 436 Fizyczne podstawy radiodiagnostyki	
Wykładowca: prof.dr hab. Jerzy Tołwiński	
Semestr: zimowy	Liczb godzin wykt./tydz.: 4 Liczb godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 13.204436	Liczba punktów kredytowych: 5
Program: 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.
<i>Proponowane podręczniki:</i> Zbiór podręczników i czasopism w bibliotece Zakładu Fizyki Medycznej Centrum Onkologii w Warszawie do korzystania na miejscu w godzinach pracy Zakładu.
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Nie ma.
<i>Forma zaliczenia:</i> Końcowy indywidualny egzamin ustny.

Przedmiot: 467 Wnioskowanie statystyczne	
Wykładowca: dr Piotr Durka	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 11.204467	Liczba punktów kredytowych: 5
<p><i>Program:</i> Wykład przygotowuje do świadomego i poprawnego stosowania najczęściej wykorzystywanych w praktyce (nie tylko naukowej) metod statystycznych.</p> <p>I. Statystyka z komputerem zamiast wzorów (<i>resampling statistics</i>, repróbkiwanie):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monte Carlo. • Bootstrap. • Testy permutacyjne. <p>II. Podstawy teorii klasycznej:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prawdopodobieństwo: definicje i podstawowe rozkłady (jednostajny, dwumianowy, Poissona, Gaussa, Studenta, χ^2). • Centralne Twierdzenie Graniczne. • Statystyki i estymatory. • Weryfikacja hipotez statystycznych (przykłady: test Studenta, χ^2, analiza wariancji). • Testy nieparametryczne (przykłady: test serii Walda-Wolfowitza i test rang Wilcoxon-Manna-Whitneya). • Metoda największej wiarygodności. • Krótko: twierdzenie Bayesa, analiza dyskryminacyjna, analiza skupień. <p><i>Uwaga:</i> Ćwiczenia prowadzone z użyciem programu Matlab, wprowadzane od podstaw.</p>	
<p><i>Proponowane podręczniki:</i> Rozdawany na zajęciach skrypt <i>Wstęp do współczesnej statystyki stosowanej: Monte Carlo, bootstrap i metody klasyczne</i>. Teorię klasyczną opisują szerzej np. <i>Statystyka dla Fizyków</i> R. Nowak, PWN 2002, <i>Wnioskowanie Statystyczne</i> L. Gajek i M. Kałuska, WNT 2000, <i>Probabilistyka</i> A. Plucińska, E. Pluciński, WNT 2000.</p>	
<p><i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Analiza, Algebra, Programowanie/Metody Numeryczne.</p>	
<i>Forma zaliczenia:</i>	

Indywidualny egzamin praktyczny z materiału ćwiczeń, egzamin ustny z wykładu.

Przedmiot: 437 Analiza sygnałów	
Wykładowca: dr Piotr Durka	
Semestr: letni	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 11.204437	Liczba punktów kredytowych: 5
<p>Program: Wykład obejmuje podstawy klasycznej (widmowej) i współczesnej (falki, czas-częstość) analizy sygnałów:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Podstawy: przestrzeń Hilberta, współczynniki Fouriera, pojęcie złożoności obliczeniowej algorytmu - notacja $O(\cdot)$, problemy NP-trudne. Zapis cyfrowy sygnałów i korekcja błędów. • Klasyczna analiza sygnałów: Systemy liniowe niezmiennicze w czasie (LTI): szereg i transformata Fouriera, funkcja odpowiedzi impulsowej. Twierdzenie o splocie i efekt okna prostokątnego w liczeniu widma mocy skończonych odcinków sygnału. Procesy AR, ARMA. Przekształcenie Z. Funkcja systemu. Próbkowanie sygnałów ciągłych - twierdzenie Nyquista, aliasing (dlaczego CD próbkowane są z częstotnością powyżej 40 kHz?). Teoria i praktyka konstrukcji cyfrowych filtrów częstotściowych. Procesy stochastyczne, estymacja widma mocy. • Pomiędzy czasem a częstością: zasada nieoznaczoności Heisenberga, spektrogram, przekształcenie Wignera, falki (<i>wavelets</i>), przybliżenia adaptacyjne (<i>matching pursuit</i>). • <i>Krótko</i>: analiza sygnałów wielowymiarowych (PCA, ICA), algorytmy genetyczne, kompresja sygnałów (mp3, jpeg, mpeg). <p>Uwaga: Ćwiczenia prowadzone z użyciem programu Matlab, wprowadzanego od podstaw na ćwiczeniach do wykładu "Wnioskowanie Statystyczne".</p> <p>Proponowane podręczniki: Żaden podręcznik nie odpowiada ściśle programowi wykładu. Na zajęciach rozdawany jest skrypt obejmujący większość poruszanych zagadnień. 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 notacja $O(\cdot)$ 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.</p> <p>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Analiza, Algebra, Programowanie/Metody Numeryczne, Wnioskowanie Statystyczne.</p> <p>Forma zaliczenia: Indywidualny egzamin praktyczny z materiału ćwiczeń, egzamin ustny z wykładu</p>	

Przedmiot: 438 Bioelektryczność i elementy biocybernetyki	
Wykładowca: prof. dr hab. Katarzyna Cieślak-Blinowska	
Semestr: zimowy i letni	Liczba godzin wykt./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 13.904438	Liczba punktów kredytowych: 4,5
Program: <ol style="list-style-type: none"> 1. Zjawiska jonowe w komórkach nerwów i mięśni. Powstawanie różnicy potencjałów w porządku błony aktywnej. Teoria Hodgkina Huxleya. 2. Propagacja pobudzenia elektrycznego. Przewodnictwo skokowe. Przewodnictwo synaptyczne i potencjały postsynaptyczne. Transmisje 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. 5. Przewodnictwo objętościowe. Właściwości elektryczne tkanki i ich wpływ na potencjały mierzone w różnych reżimach eksperymentalnych. 6. Elementy analizy sygnałów stochastycznych. 7. Powstawanie, rejestracja, metody analizy sygnałów elektrycznych i magnetycznych: EEG, EP, EMG, ERG, EOG, EDG, MEG, MKG. 8. Modelowanie aktywności populacji neuronów. Teoria Freeman'a. 9. Sieci neuropodobne. Neurony formalne. Perceptron i Adaline. Modele pamięci asocjacyjnej - sieci Hopfielda. Sieci wielowarstwowe ze szczególnym uwzględnieniem metody propagacji wstecznej błędu. Uczenie nadzorowane, uczenie bez nadzoru, uczenie ze wzmocnieniem. 	
Proponowane podręczniki: P. Nunez, <i>Electric fields of the brain</i> . W.J. Freeman, <i>Mass action in the nervous system</i> . J. Hertz, A. Krogh, R. Palmer, <i>Wstęp do teorii obliczeń neuronowych</i> .	
Zajęcia sugerowane do wystuchania / zaliczenia przed wykładem: Elektrodynamika.	
Forma zaliczenia: Egzamin ustny.	

Przedmiot: 439 Pracownia Fizyki Medycznej	
Wykładowca: prof. Katarzyna Cieślak-Blinowska	
Semestr: zimowy i letni	Liczba godzin wykt./tydz.: 0 Liczba godzin ćw./tydz.: 6
Kod: 13.904439	Liczba punktów kredytowych: 12(za semestr)
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:	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:	
Forma zaliczenia:	

Średnia ocen uzyskanych z poszczególnych ćwiczeń.

Przedmiot: 441 Fizyczne problemy radioterapii	
Wykładowca: dr Wojciech Bulski	
Semestr: letni	Liczba godzin wykład./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 1
Kod: 12.904441	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 i in., <i>Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna 2000. Fizyka medyczna</i> , Tom 9. 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> . A. Hryniewicz, <i>Człowiek i promieniowanie jonizujące</i> . A. Hryniewicz, E. Rokita, <i>Fizyczne metody diagnostyki medycznej i terapii</i> .	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:	
Forma zaliczenia:	
Egzamin ustny.	

Przedmiot: 524 Matematyczne modelowanie procesów w biologii i medycynie	
Wykładowca: dr Jarosław Żygierewicz	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykład./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 11.005524	Liczba punktów kredytowych: 5
Program: <ol style="list-style-type: none"> 1. Wprowadzenie. 2. Modele w naukach biologicznych: Modele fizyczne, statyczne, dynamiczne. 3. Elementy analizy jakościowej modeli dynamicznych przestrzennie jednorodnych (analiza stanów stacjonarnych, bifurkacje, analiza cykli granicznych, obrazy fazowe) <ol style="list-style-type: none"> 3.1. Modele dyskretnie: <ol style="list-style-type: none"> 3.1.1. Dyskretnie modele populacyjne - pajęczki i chaos 3.1.2. Dyskretnie modele populacyjne - oddziaływanie między populacjami 	

3.1.3. Chaos w układach deterministycznych 3.2. Modele ciągłe: 3.3. Modele liczebności pojedynczej populacji i dwóch oddziałujących populacji 3.4. Ciągłe modele liczebności: kultywator przepływowy 3.5. Elementy kinetyki reakcji chemicznych z udziałem enzymów: metoda stężeń quasi-stacjonarnych, łańcuchy reakcji enzymatycznych 4. Modelowanie neuronów biologicznie realistycznych: 4.1. Modelowanie kompartmentowe neuronów 4.1.1. Model Hodgkina-Huxleya 4.1.2. Teoria Ralla 4.1.3. Model Fitzhugh-Nagumo 4.1.4. Model integrate and fire, leaky integrator 4.2. Modele populacji neuronów 4.2.1. Model Wilsona i Cowana 4.2.2. Model Freemana
<i>Proponowane podręczniki:</i> Materiały do wykładu i ćwiczeń można znaleźć na stronie http://brain.fuw.edu.pl/~jarek/MODELOWANIE/Modelowanie.html .
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Algebra, Analiza matematyczna I i II, Metody numeryczne
<i>Forma zaliczenia:</i> Zaliczenie ćwiczeń. Egzamin pisemny i ustny.

Przedmiot: 525 Biochemia dla Fizyki Medycznej	
Wykładowca: dr hab. Ewa Kulikowska	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykładów/tydz.: 2 Liczba godzin ćwiczeń/tydz.: 0
Kod: 13.605525	Liczba punktów kredytowych: 2.5
Program: 1. Komórka prokariotyczna i eukariotyczna, zwierzęca i roślinna. 2. Białka. Funkcje, struktura I-, II-, III- i IV-rzędowa, budowa domenowa (bazy danych). Wiązania i siły strukturotwórcze w białkach. Denaturacja i renaturacja białek. Mechanizmy zmian konformacji (i aktywności) białek: allosteria, fosforylacja, wiązanie GTP. 3. Enzymy. Rola enzymu, teoria stanu przejściowego, model miejsca aktywnego. Reakcje enzymatyczne egzoergiczne i endoergiczne. Model kinetyczny Michaelisa-Menten. Aktywacja i inhibicja enzymów (kinetyka), enzymy allosteryczne. Fosforylacja enzymów. Molekularne mechanizmy katalizy enzymatycznej. Rybozymy. 4. Metabolizm - kierunki aktywności. Katabolizm i anabolizm. Utlenianie i redukcja. Mechanizmy generacji ATP. Zarys budowy węglowodanów i lipidów. Fosforylacja substratowa. Etapy katabolizmu białek, węglowodanów i lipidów. Cykl Krebsa (sprzężony z łańcuchem transportu elektronów), jego rola amfibolizyczna, drogi zasilania i odpływu metabolitów, bilans i regulacja cyklu. Lokalizacja procesów w komórce. 5. Utlenianie biologiczne. Cykl węgla i tlenu w biosferze. Sprzężenie metabolizmu autotrofów i heterotrofów. Podstawy bioenergetyki. Sprzężenie przez ATP procesów endo- i egzoergicznych. Łańcuch oddechowy, przenośniki elektronów i ich wzorcowe potencjały redukcyjne. Mechanizm chemiosmotyczny fosforylacji oksydacyjnej. Budowa mitochondrium - lokalizacja procesów. Bilans energetyczny fosforylacji oksydacyjnej i substratowej - porównanie.	

6.	Fotosynteza. Reakcje świetlne i ciemniowe. Zarys cyklu Calvina. Budowa chloroplastu (lokalizacja procesów) i porównanie z mitochondrium. Kompleks antenowy i jego pigmenty. Fotochemiczne pompowanie cząsteczki chlorofilu. Transport elektronów w procesach fosforylacji fotosyntetycznej cyklicznej i niecyklicznej, przenośniki elektronów. Fotosystemy I i II.
7.	Kwasy nukleinowe. Struktura i funkcje - centralny dogmat biologii molekularnej. Budowa DNA oraz chromosomu bakteryjnego i eukariotycznego. Geny mozaikowe - splicing. Plzmidy. Transposony. Replikacja DNA. Mutacje, procesy reperacji DNA. Mutacje a etiologia nowotworów. RNA: budowa i funkcje tRNA, rRNA i mRNA. Transkrypcja. Translacja - biosynteza białka. Kod genetyczny. Podstawy inżynierii genetycznej. Przyczyny nowotworów.
8.	Wirusy DNA i wirusy RNA, bakteriofagi - budowa, główne typy, ogólny schemat cyklu życiowego. Fagi lizogenne. Wirus HIV - cykl życiowy. Wiroidy i ewolucja wirusów.
9.	Błony komórkowe i transport błonowy. Funkcje, skład chemiczny i budowa błon. Transport bierny i aktywny, związek ze zmianą entalpii swobodnej, mechanizmy. Kanały i pory błonowe, rodzaje kotransportu, przenośniki, jonofory. ATP-azowa pompa sodowo-potasowa: bilans działania, budowa podjednostkowa, mechanizm cyklicznej fosforylacji. Pompa wapniowa regulowana przez kalmodulinę.
10.	Proces widzenia. Budowa oka i siatkówki, pręciki i czopki. Potencjał czynnościowy i spoczynkowy na błonie neuronu pręcikowego. Kanały Na^+ - rola cGMP. Mechanizm widzenia - rola rodopsyny, retinalu, opsyny, transducyny i cyklazy cGMP.
11.	Skurcz mięśnia. Budowa komórki mięśniowej. Filamenty cienkie i grube miofibrilli. Cykliczny mechanizm skurczu - budowa i rola miozyny-ATPazy, aktyny, troponiny C i tropomiozyny. Regulacyjna rola Ca^{++} - kalsekwestryna.
12.	Regulacja metabolizmu. Mechanizmy regulacyjne: I. Poprzez zmianę ekspresji genów. U prokariotów - model indukcji i ekspresji (operon lac), u eukariotów - 2 typy białek regulatorowych genów (powtarzalne domeny typu „suwaka leucynowego”). Kombinatoryczna kontrola transkrypcji. II. Poprzez zmianę konformacji (i funkcji) białek. III. Przy pomocy struktur: regulacyjna rola przedziałowości komórki eukariotycznej oraz integracji procesów biochemicznych w kompleksach enzymatycznych. Drogi przekazu sygnałów regulacyjnych do komórek (cząsteczki sygnałowe: hormony, czynniki wzrostu, przekazniki nerwowe) i ich receptory błonowe. Receptorowe kinazy tyrozynowe. Wewnątrzkomórkowe kinazowe kaskady sygnalizacyjne i ich elementy. Rola białek G, kalmoduliny, Ca^{++} , cAMP. „Krzyżowe rozmowy” szlaków sygnalizacyjnych i integracja informacji regulacyjnych. Sygnalizacja a powstawanie nowotworów.
13.	Regulacja przez układ nerwowy. Układ nerwowy sympatyczny i parasympatyczny, neurony, synapsy. Kanały jonowe - różne rodzaje bramkowania. Struktura molekularna kanałów bramkowanych napięciem i bramkowanych przekaznikiem nerwowym (receptor acetylocholinowy typu N). Mechanizmy przewodzenia potencjału czynnościowego wzdłuż neuronu i na synapsach (rola Ca^{++} i kalmoduliny). Mechanizmy zmiany sygnału elektrycznego w chemiczny i odwrotnie. Synapsy, receptory i przekazniki nerwowe pobudzające i hamujące (EPSP i IPSP). Integracja synaptyczna. Ważniejsze neurotransmitery i neuromodulatory, ich związek z lekami i truciznami. Pamięć - badania modelowe na bezkręgowcach i kręgowcach. Zmiany biochemiczne w synapsach towarzyszące procesom zapamiętywania. Rola cAMP, Ca^{++} i kinaz białkowych, glikozylacja białek.
14.	Powstanie życia na Ziemi i ewolucja organizmów. Synteza prebiotyczna i jej symulacje. „Świat RNA” i „świat DNA”. Kalendarz wydarzeń od powstania Ziemi, etapy ewolucji biochemicznej i drzewo filogenetyczne organizmów. Motory ewolucji: zmienność organizmów i jej źródła, dobór naturalny. Ewolucja Człowieka od Australopiteka do Homo sapiens, migracje z Afryki. Różne wizje ewolucji.
<i>Proponowane podręczniki:</i>	

B. Alberts i in., <i>Podstawy biologii komórki</i> . L. Stryer, <i>Biochemia</i> .
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Wstęp do biofizyki.
Forma zaliczenia: Egzamin ustny.

Przedmiot: 526 Radiometria i radioekologia	
Wykładowca: dr Bogumiła Mystek-Laurikainen	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykład./tydz.: 2 Liczba godzin ew./tydz.: 0
Kod: 13.505526	Liczba punktów kredytowych: 2,5
Program: <ol style="list-style-type: none"> 1. Promieniowanie w środowisku naturalnym. Monitoring środowiska w Polsce. 2. Dawka graniczna, dawka pochłonięta i dawka skuteczna. 3. Zagrożenie radiacyjne w medycynie nuklearnej i radiologii, narażenie medyczne. 4. Skutki uwolnień radioaktywnych w środowisku naturalnym (Czarnobyl, fabryki przerobu paliwa, próbne wybuchy jądrowe). 5. Krótkotrwałe i długotrwałe skutki narażenia radiacyjnego. 6. Mikrodozymetria i hormeza. 7. Ogólne zasady pracy ze źródłami promieniowania. 	
Proponowane podręczniki:	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Wstęp do Fizyki Jądrowej i Cząstek Elementarnych.	
Forma zaliczenia: Egzamin pisemny.	

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: 215 Chemia	
Wykładowca: dr hab. Krystyna Pyrzyńska	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykład./tydz.: 2 Liczba godzin ew./tydz.: 0
Kod: 13.302215	Liczba punktów kredytowych: 2,5
Program: <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, SO ₂ , 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: 216 Chemia - laboratorium	
Kierownik: dr hab. Ewa Bułska	
Semestr: letni	Liczba godzin ew./tydz.: 39 godz. w semestrze podzielone na 6 spotkań w pracowni po 6.5 godz.
Kod: 13.302216	Liczba punktów kredytowych: 3,5
Program: 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.	
Proponowane podręczniki: <i>Ćwiczenia z chemii ogólnej i analitycznej dla studentów I roku Międzywydziałowych Studiów Ochrony Środowiska UW, skrypt dostępny u kierownika Pracowni.</i>	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: 215 Chemia - wykład.	
Forma zaliczenia: Zaliczenie ćwiczeń.	

Przedmiot: 217 Kurs MatLab	
Wykładowca: dr Ryszard Buczyński	
Semestr: letni	Liczba godzin wykt./tydz.: 0 Liczba godzin ćw./tydz.: 1
Kod: 11.001217	Liczba punktów kredytowych: 1
Program: <ol style="list-style-type: none"> 1. Operacje na macierzach i wektorach. 2. Grafika 2 i 3 wymiarowa. 3. Skrypty i funkcje. 4. Interpolacja i aproksymacja. 5. Transformata Fouriera. 6. Rozwiązywanie układów równań liniowych. 7. Równania różniczkowe i całkowe. 8. Liczby losowe i ich rozkłady. Strona WWW kursu: http://ppi.igf.fuw.edu.pl/rbuczyns/Matlab/index.html	
Proponowane podręczniki: A. Zalewski, R. Cegiela, <i>Matlab - obliczenia numeryczne i ich zastosowania</i> . B. Mrozek, Z. Mrozek, <i>Matlab 6 - poradnik użytkownika</i> .	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:	
Forma zaliczenia: Zaliczenie wszystkich ćwiczeń.	

Przedmiot: 323 Monitoring środowiska przyrodniczego	
Wykładowca: dr Bogusław Kazimierski	
Semestr: letni	Liczba godzin wykt./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 13.203323	Liczba punktów kredytowych: 5
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, zasad funkcjonowania i zakresu obserwacji - w odniesieniu do monitoringu wód, częściowo powierzchni ziemi (gleb) i następnie interpretacji wyników monitoringu.	
Program: WYKŁAD <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)
ĆWICZENIA
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>

Przedmiot: 402 Termodynamika	
Wykładowca: dr Krzysztof Rejmer	
Semestr: letni	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 13.204402	Liczba punktów kredytowych: 5
Program: Podstawowe pojęcia(układ i otoczenie, ścianki, równowaga termodynamiczna, procesy termodynamiczne). Zasady termodynamiki (Od zerowej do trzeciej),energia wewnętrzna temperatura empiryczna i absolutna, entropia. Potencjały termodynamiczne, transformacja Legendre'a. Warunki stabilności. Zasada pracy maksymalnej. Silniki cieplne. Przemiany fazowe. Zjawiska powierzchniowe, powierzchnie rozdziału faz, napięcie powierzchniowe, adsorpcja. Elementy fizyki statystycznej (zespoły statystyczne i potencjały termodynamiczne). Statystyki Fermiego-Diraca, Bosego-Einsteina i Boltzmanna.	
<i>Proponowane podręczniki:</i> R. Kubo, <i>Termodynamika</i> .	

Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Standardowy kurs matematyki, mechanika klasyczna.
Forma zaliczenia: Dwa kolokwia, egzamin pisemny i ustny.

Optyka Fourierowska i Przetwarzanie Informacji:

Przedmiot: 448 Optyka fourierowska	
Wykładowca: dr hab. Marek Kowalczyk	
Semestr: zimowy	<i>Liczba godzin wykl./tydz.: 2</i> <i>Liczba godzin ew./tydz.: 2</i>
Kod: 13.204448	<i>Liczba punktów kredytowych: 5</i>
Program: <ol style="list-style-type: none"> Definicje i warunki istnienia przekształcenia Fouriera. Opis sygnałów i układów dwuwymiarowych. Sygnał analityczny i transformata Hilberta. Podstawy teorii dyfrakcji. Dyfrakcja Fresnela i Fraunhofera. Analiza koherentnych układów optycznych przy użyciu pojęć optyki falowej. Analiza układów obrazujących metodami teorii układów liniowych. Fizyczne metody modulacji frontu falowego. Spójność fal świetlnych i spektroskopia fourierowska. Twierdzenie Van Citterta-Zernikego. Obrazowanie przy użyciu światła częściowo spójnego. Obrazowanie w układach konfokalnych. Ułamkowa transformata Fouriera. 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: 449 Optyczne przetwarzanie informacji	
Wykładowca: prof. dr hab. Katarzyna Chałasińska-Macukow	
Semestr: letni	<i>Liczba godzin wykl./tydz.: 2</i> <i>Liczba godzin ew./tydz.: 2</i>
Kod: 13.204449	<i>Liczba punktów kredytowych: 5</i>
Program: <ol style="list-style-type: none"> Światło jako nośnik informacji optycznej - rys historyczny. Holografia optyczna. Holografia cyfrowa i dyfrakcyjne elementy optyczne. Realizacja optyczna transformacji i funkcji matematycznych. Optyczne przetwarzanie i klasyfikacja obrazów - metody analogowe i cyfrowe. 	

6. Analiza widmowa obrazu - rozpoznawanie i klasyfikacja, zastosowania. 7. Korelator optyczny - rozpoznawanie i klasyfikacja obrazów, filtry, zastosowania. 8. Metody nieliniowe w optycznym przetwarzaniu informacji. 9. Realizacja optoelektroniczna procesorów optycznych - elementy fotoniczne. 10. Optyczne sieci neuropodobne - pamięć skojarzeniowa, sieci komórkowe, zastosowania. 11. Rozwiązania optyczne w technikach informacyjnych - połączenia optyczne, pamięci optyczne (skojarzeniowe i masowe). 12. Optyka adaptacyjna. 13. Interferometria optyczna. 14. Tomografia optyczna. 15. Telekomunikacja optyczna - sieci przezroczyste.
<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.

Geofizyka - Fizyka Atmosfery:

<i>Przedmiot:</i> 400 Podstawy meteorologii dynamicznej	
<i>Wykładowca:</i> prof. dr hab. Szymon Malinowski	
<i>Semestr:</i> zimowy	<i>Liczba godzin wykł./tydz.:</i> 4 <i>Liczba godzin ćw./tydz.:</i> 2
<i>Kod:</i> 13.204400	<i>Liczba punktów kredytowych:</i> 7,5
<i>Program:</i> 1. Powietrze jako płyn. Budowa i struktura atmosfery. 2. Równanie ruchu płynu w układzie nieinercyjnym, równanie ciągłości i I zasada termodynamiki. 3. Przybliżenie geostroficzne, przybliżenie hydrostatyczne, równowaga geostroficzna, równowaga hydrostatyczna, temperatura potencjalna. 4. Problem wieloskalowości przepływów atmosferycznych. Filtracja równań. 5. Równania prognostyczne, równania ruchu we współrzędnych naturalnych. Układy wysokiego i niskiego ciśnienia. 6. Rola warstwy granicznej w dynamice. Warstwa przyziemna 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. 11. Cyrkulacje mezoskalowe. Cyrkulacja globalna. Energetyka cyrkulacji atmosferycznych. Elementy meteorologii tropikalnej.	

12. Elementy numerycznych prognoz pogody.
<i>Proponowane podręczniki:</i> J.R. Holton, <i>An Introduction to dynamic meteorology</i> . M. L. Salby, <i>Fundamentals of Atmospheric Sciences</i> .
<i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem:</i> Podstawy hydrodynamiki.
<i>Forma zaliczenia:</i> Zaliczenie ćwiczeń i egzamin pisemny.

Przedmiot: 470 Procesy radiacyjne w atmosferze	
Wykładowca: dr Krzysztof Markowicz	
Semestr: letni	<i>Liczba godzin wykład./tydz.: 2</i> <i>Liczba godzin ćw./tydz.: 2</i>
Kod: 13.204470	<i>Liczba punktów kredytowych: 5</i>
<i>Program:</i> 1. Promieniowanie w atmosferze. 2. Równanie transferu promieniowania krótko- i długofalowego. 3. Przybliżenie dwustrumieniowe, DISORT oraz metoda Monte Carlo. 4. Modele transferu promieniowania w atmosferze (Streamer, Modtran, 6S). 5. Równowaga radiacyjna. Efekt cieplarniany. 6. Równowaga radiacyjno-konwekcyjna. 7. Bilans energetyczny Ziemi. Wymuszanie radiacyjne. 8. Promieniowanie a klimat. Aerosole a chmury (efekt bezpośredni oraz pośredni). 9. Elementy pasywnej oraz aktywnej teledetekcji.	
<i>Proponowane podręczniki:</i> M. L. Salby, <i>Fundamentals of Atmospheric Sciences</i> . K. N. Liou, <i>An Introduction to Atmospheric Radiation</i> .	
<i>Zajęcia sugerowane do wystudowania / zaliczenia przed wykładem:</i> Elementy termodynamiki atmosfery i fizyki chmur, Podstawy meteorologii dynamicznej.	
<i>Forma zaliczenia:</i> Zaliczenie ćwiczeń i egzamin pisemny.	

Przedmiot: 471 Fizyka warstwy granicznej atmosfery	
Wykładowca: dr hab. Janusz L. Borkowski	
Semestr: letni	<i>Liczba godzin wykład./tydz.: 2</i> <i>Liczba godzin ćw./tydz.: 2</i>
Kod: 13.204471	<i>Liczba punktów kredytowych: 5</i>
<i>Program:</i> Program wykładu obejmuje fizykę granicznej warstwy atmosfery. 1. Wstęp: Podstawowe informacje o granicznej warstwie atmosfery, klasyfikacja, grubość warstwy. Znaczenie granicznej warstwy atmosfery. 2. Podstawy dynamiki warstwy granicznej: Równania ruchu i transportu ciepła, przybliżenie Boussinesq'a, ruch turbulencyjny, wartości średnie i fluktuacje, napięcia Reynoldsa, równania ewolucji momentów drugiego rzędu, równanie energii, liczba Richardsona, problem zamykania, modelowanie warstwy granicznej, parametry	

<p>tryzacja warstwy w modelach wielkoskalowych.</p> <p>3. Związki między strumieniami pędu i ciepła i profilami wiatru i temperatury: Teoria podobieństwa i analiza wymiarowa, profil logarytmiczny, teoria Monina-Obuchowa, wyznaczanie strumieni na podstawie profili, wariacje składowych prędkości wiatru i temperatury.</p> <p>4. Strumienie na powierzchni Ziemi: Strumień ciepła odczuwalnego i utajonego, temperatura powierzchni gruntu, parowanie, stosunek Bowena.</p> <p>5. Konwekcyjna warstwa graniczna: Struktura warstwy, zmiany w ciągu dnia, model Tennekesa.</p> <p>6. Stabilna warstwa graniczna: Struktura warstwy, ewolucja, dolny prąd strumieniowy.</p> <p><i>Proponowane podręczniki:</i> R. Stull, <i>An introduction to boundary layers meteorology</i>. J.R. Garrat, <i>The atmospheric boundary layer</i>. Z. Sorbjan, <i>Structure of the atmospheric boundary layer</i>.</p> <p><i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Meteorologia teoretyczna.</p> <p><i>Forma zaliczenia:</i> Zaliczenie ćwiczeń i egzamin ustny.</p>
--

Przedmiot: 481 Podstawy hydrodynamiki	
Wykładowca: dr Konrad Bajer	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykładu/tydz.: 3 Liczba godzin ćwiczeń/tydz.: 2
Kod: 13.204481	Liczba punktów kredytowych: 6,5
Program: <ol style="list-style-type: none"> 1. Czym zajmuje się mechanika ośrodków ciągłych? Związki z mechaniką statystyczną i teorią kinetyczną. Hipoteza continuum i zakres jej stosowalności. Przypomnienie rachunku wektorowego. Równanie ciągłości. Równania trajektorii, linii prądu i smugi. 2. Regularne i chaotyczne linie prądu. Pochodna substancjalna. Nieściśliwość. Wirowość. Przepływy z symetrią i funkcje prądu. 3. Tensor naprężeń cieczy w spoczynku. Ciśnienie hydrostatyczne. Całki materialne i ich pochodne po czasie. 4. Równanie ewolucji wektora stycznego do linii materialnej. Tensor naprężeń w poruszającej się cieczy. Lepkość. Równanie Navier-Stokesa. Równanie Eulera. Prawo Bernoulliego. 5. Warunki brzegowe na granicy dwóch ośrodków. Osobliwy charakter granicy $\mu \rightarrow 0$ a istnienie warstwy granicznej. Napięcie powierzchniowe. Pierwsza zasada termodynamiki. Równanie zmiany energii wewnętrznej w płynie newtonowskim. Lepka dyssypacja energii mechanicznej. Lepkość objętościowa. 6. Ciepło właściwe. Współczynnik rozszerzalności cieplnej. Równania entropii i temperatury w płynie newtonowskim. Zupełny układ równań opisujący przepływ płynu newtonowskiego o niejednorodnej temperaturze. 7. Niejednostajny przepływ jednokierunkowy. Równanie dyfuzji. Wpływ lepkości na nieciągłość prędkości, dyfuzja wirowości. Skale długości i czasu charakterystyczne dla dyfuzji. Równania ruchu cieczy w poruszającym się układzie współrzędnych. Siła odśrodkowa i siła Coriolisa. 8. Spirala Ekmana. Liczba Rossby'ego. Pojęcie przepływu wielkoskalowego, znaczenie liczb bezwymiarowych. Wirowość i cyrkulacja, twierdzenie Kelvina. Wirowość absolutna. Pojęcie barotropowości. 	

9.	Dynamika wirowości. Warstwa przyścienna w opływie płaskiej płyty. Liczba Reynoldsa. Opływ cylindra. Separacja warstwy przyściennej.
10.	Potencjał zespolony dla dwuwymiarowego, nieściśliwego przepływu bezwirowego. Przepływy nielepkie w i wokół narożnika. Osobliwy charakter granicy $Re \rightarrow \infty$.
11.	Odwzorowania konforemne płaszczyzny przepływu. Opływ cylindra o przekroju kołowym. "Lift" i efekt Magnusa. Odwzorowanie Rukowskiego. Opływ cienkiej płytki. Zasada działania skrzydła samolotu. Mechanizm ustalania się cyrkulacji.
12.	Podstawy teorii stabilności hydrodynamicznej. Niestabilność Kelvina-Helmholza. Symetrie przepływu a stosowność modów normalnych do badania jego stabilności. Nieliniowe nasycanie.
13.	Pojęcie nieliniowości i dyspersji fal. Fale na wodzie, związek dyspersyjny. Ruch elementów płynu w fali płaskiej. Dlaczego fale morskie są mniej więcej równoległe do brzegu? Rola napięcia powierzchniowego, fale kapilarne.
14.	Analiza fourierowska fal. Prędkości grupowe fal na wodzie. Tłumienie fal na głębokiej wodzie. Oscylacje wywołane periodycznym ruchem sztywnej powierzchni. Lepka dyssypacja energii. Oscylacje wywołane periodycznym gradientem ciśnienia.
<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 sugerowane do zaliczenia przed wykładem:</i> Analiza matematyczna i Algebra z geometrią lub Matematyka, Metody matematyczne fizyki, Elektrodynamika.</p>	
<p><i>Forma zaliczenia:</i> Zaliczenie ćwiczeń i egzamin.</p>	

Przedmiot: 483 Metody matematyczne geofizyki I i II	
Wykładowca: dr Jan Herczyński (ICM)	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykl./tydz.: 3 Liczba godzin ew./tydz.: 3
Semestr: letni	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ew./tydz.: 2
Kod: 13.204483-1	Liczba punktów kredytowych: 7,5+5
<p><i>Program:</i> Wykład przeznaczony jest dla IV roku fizyki, specjalność geofizyka, oraz dla wszystkich zainteresowanych prostym wprowadzeniem do matematycznych metod równań różniczkowych cząstkowych i równań całkowych. 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, własności rozwiązań. Dla równań całkowych omówione zostaną twierdzenia Fredholma oraz teoria operatorów zwartych. Ponadto wykład będzie zawierał krótki wstęp do szeregów i transformaty Fouriera oraz (zależnie od czasu) wstęp do rachunku wariacyjnego. Wykład będzie się ograniczał do teorii klasycznej (bez przestrzeni Sobolewa i dystrybucji). W ramach</p>	

<p>cwiczeń zostaną omówione i szczegółowo przeliczone liczne przykłady z zastosowaniami do fizyki, przede wszystkim geofizyki.</p> <p><i>Proponowane podręczniki:</i> C. L. Evans, <i>Równania różniczkowe czastkowe</i>. R. Courant, D. Hilbert, <i>Methods of Mathematical Physics</i>, vol. II. W. W. Wladimirow, <i>Równania Fizyki Matematycznej</i>. J. Herczynski, <i>Wstęp do równan fizyki matematycznej dla przyrodników</i> (http://www.icm.edu.pl/dzialalnosc/dydaktyka02_03/wyklad_jh.ps).</p> <p><i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Algebra, Analiza, Metody Matematyczne Fizyki.</p> <p><i>Forma zaliczenia:</i> Egzamin.</p>

Przedmiot: 484 Wybrane zagadnienia hydrodynamiki	
Wykładowca: dr Konrad Bajer	
Semestr: letni	Liczba godzin wykład./tydz.: 3 Liczba godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 13.204484	Liczba punktów kredytowych: 6,5
<p><i>Program:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Niestabilność warstwy cieczy podgrzewanej od spodu (Rayleigh-Benard). Przybliżenie Boussinesqa. 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. 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. 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. 4. Opadająca kropla innej cieczy, prędkość grawitacyjnego opadania. Wznoszący się pęcherzyk gazu. Dwuwymiarowy przepływ Stokes'a w narożu. 5. Przepływy w obracającym się układzie odniesienia. Wiatr termiczny. Twierdzenie Taylora-Proudmana. Kolumny Taylora. Przepływ geostroficzny. Liczby Rossby'ego i Eckmana. 6. Teoria nielepkiej płytkiej wody w układzie obracającym się. Zachowanie wirowości potencjalnej. Liniowa teoria fal na płytkiej wodzie. 7. Fale płaskie w warstwie o stałej głębokości. Fale w nieskończone długim kanale o stałej głębokości. Związek dyspersyjny. Fale Kelvina. Fale Poincar'e. Promień Rossby'ego. Topograficzne fale Rossby'ego. Płaszczyzna β. <p><i>Proponowane podręczniki:</i> J. Bukowski, <i>Mechanika Płynów</i>. C. Gołębiewski, E. Łuczywek, E. Walicki, <i>Zbiór Zadań z mechaniki płynów</i>. Cz. Rymarz, <i>Mechanika Ośrodków Ciągłych</i>. B. Średniawa, <i>Hydrodynamika i Teoria Sprężystości</i>. D.J. Acheson, <i>Elementary Fluid Dynamics</i>.</p>	

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> .
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Analiza matematyczna i Algebra z geometrią lub Matematyka, Metody matematyczne fizyki, Elektrodynamika
Forma zaliczenia: Egzamin.

Przedmiot: 485 Meteorologia doświadczalna	
Wykładowca: dr Ryszard Balcer	
Semestr: letni	Liczba godzin wykt./tydz.: 3 Liczba godzin ćw./tydz.: 1
Kod: 07.704485	Liczba punktów kredytowych: 5
Program: 1. Pomiar w fizyce atmosfery. Ogólna charakterystyka przyrządów pomiarowych. 2. Pomiar wielkości charakteryzujących stan atmosfery: temperatura, ciśnienie atmosferyczne, wiatr. 3. Hydrometeorologia: wilgotność powietrza, parowanie, chmury, opady, hydrometria. 4. Optyka atmosfery: widzialność, aerosol 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).	
Proponowane podręczniki: T. Kopcewicz, <i>Fizyka atmosfery</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). K. Rózdżyński, <i>Miernictwo meteorologiczne</i> , tom 1 - 1995, tom 2 - 1996, tom 3 - 1998 (IMGW). G. Guyot, <i>Physics of the environment and climate</i> . R. J.Doviak, 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> .	
Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem: Fizyka I-V.	
Forma zaliczenia: Egzamin ustny.	

Przedmiot: 490 Elementy termodynamiki atmosfery i fizyki chmur
Wykładowca: prof. dr hab. Hanna Pawłowska

Semestr: zimowy	Liczba godzin wykł./tydz.: 3 Liczba godzin ew./tydz.: 2
Kod: 13.204490	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. Kryształy 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.	
Proponowane podręczniki: 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 sugerowane do zaliczenia przed wykładem: Podstawy hydrodynamiki.	
Forma zaliczenia: Zaliczenie ćwiczeń, egzamin pisemny i egzamin ustny.	

Przedmiot: 535 Metody przetwarzania danych meteorologicznych	
Wykładowca: prof dr hab. Krzysztof Haman / dr Bogumił Jakubiak (ICM)	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykł./tydz.: 2 Liczba godzin ew./tydz.: 2
Kod: 13.205535	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. Wykorzysta-	

<p>nie danych klimatologicznych i prognostycznych. Adaptacja i asymilacja danych niesynchronicznych.</p> <p>Trzy i czterowymiarowa asymilacja danych.</p> <p>Filtracja danych synoptycznych i jej związek z interpolacją. Analiza synoptyczna obiektywna i subiektywna. Rozkłady na komponenty ortogonalne.</p> <p>Wizualizacja wyników przetwarzania i analizy. Nakładanie i animacja obrazów. Automatyczna analiza obrazów radarowych i satelitarnych.</p> <p>3. Przetwarzanie i analiza danych klimatologicznych</p> <p>Repetitorium podstaw probabilistyki, statystyki i teorii procesów stochastycznych. Pola losowe. Momenty statystyczne. Biały szum. Rozkłady kanoniczne procesów i pól losowych. Funkcje korelacyjne i autokorelacyjne.</p> <p>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.</p> <p>Analiza pól stochastycznych. Naturalne funkcje ortogonalne i ich zastosowania w analizie klimatologicznej. Pola jednorodne i izotropowe. Zastosowanie w tzw. Interpolacji obiektywnej pól synoptycznych.</p>
<p><i>Proponowane podręczniki:</i></p> <p>R. Daley, <i>Atmospheric Data Analysis</i>.</p> <p>D. S. Wilks, <i>Statistical Methods in Atmospheric Sciences</i>.</p> <p>H. von Storch and F. W. Zwiers, <i>Statistical Analysis in Climate Research</i>.</p>
<p><i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i></p> <p>Meteorologia doświadczalna, Metody matematyczne geofizyki.</p>
<p><i>Forma zaliczenia:</i></p> <p>Zaliczenie ćwiczeń i egzamin ustny.</p>

Przedmiot: 536 Meteorologia teoretyczna II	
Wykładowca: dr hab. Szymon Malinowski	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykl./tydz.: 3 Liczba godzin ew./tydz.: 2
Kod: 07.705536	Liczba punktów kredytowych: 6,5
<p><i>Program:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Struktura atmosfery. Wieloskalowość ruchów atmosferycznych. 2. Analiza skal równania ruchu w układzie związanym z powierzchnią Ziemi. Przybliżenie geostroficzne, równania prognostyczne. 3. Cyrkulacja i wirowość. Wirowość potencjalna. 4. Wprowadzenie do turbulencji atmosferycznej. Statystyczny opis przepływów turbulentnych i jego ograniczenia. Warstwa graniczna atmosfery i jej wpływ na cirkulacje w większych skalach. 5. Przybliżenie quasi - geostroficzne. Dynamika atmosfery w umiarkowanych szerokościach geograficznych. 6. Fale w atmosferze. Równania falowe, związki dyspersyjne. 7. Niestabilności w przepływach atmosferycznych. Liniowa analiza stabilności. Niestabilność baroklinowa. 8. Cyrkulacje mezoskalowe. 9. Energetyka atmosfery i elementy cirkulacji globalnej. 10. Elementy numerycznych prognoz pogody. 	
<i>Proponowane podręczniki:</i>	

J.R. Holton, <i>An Introduction to dynamic meteorology</i> .
Zajęcia sugerowane do wystuchania / zaliczenia przed wykładem: Meteorologia teoretyczna I, Podstawy hydrodynamiki.
Forma zaliczenia: Zaliczenie ćwiczeń i egzamin pisemny.

Przedmiot: 539 Meteorologia stosowana	
Wykładowca: mgr inż. M. Ostrowski i dr inż. Lech Łobocki	
Semestr: zimowy i letni	Liczba godzin wykl./tydz.: 3 Liczba godzin ew./tydz.: 3
Kod: 07.705539	Liczba punktów kredytowych: 15
Program: Źródła danych meteorologicznych. Wymiana międzynarodowa danych. Mapy synoptyczne, analityczne i materiały wymieniane między służbami. Formy pola ciśnienia. Błędy danych pomiarowych na mapach synoptycznych. Zasady analizy map synoptycznych. Wykorzystywanie informacji satelitarnej w analizie map pogody. Masy powietrza i typy ich transformacji. Warunki napływu mas powietrza do Polski i towarzyszące im typy pogody. Wiatr termiczny i mapa 500/1000 hPa. Fronty atmosferyczne: ciepły, chłodny i zokludowany; ich termiczna struktura, pole ciśnienia, pole izalobar, górna strefa frontowa. Odchylenie od modelu frontu. Wpływ podłoża na fronty atmosferyczne, pole ciśnienia i pole temperatury. Stadia rozwoju niżu. Rozwój wyżu. Niże odcinania, wyż odcinania. Blokada. Model Sutcliffe'a rozwoju układów ciśnienia: oddziaływania nieadiabaticzne, adiabaticzne, adwekcja wirowości, adwekcja topografii względnej. Typy sytuacji synoptycznych powodujące opadowe wezbrania na południu Polski. Typowe sytuacje synoptyczne nad Europą; wał wyżowy w zimie, cyrkulacja zachodnia, mało gradientowe pole ciśnienia w lecie, zbliżanie się do Polski z zachodu zatoki burzowej.	
Proponowane podręczniki: S. Petterseen, <i>Weather analysis and forecasting</i> . S.P. Chromov, <i>Osnovy sinopticeskoj meteorologii</i> . A.S. Zverev, <i>Sinopticeskaja meteorologia</i> . <i>Compendium of meteorology</i> , vol.1, part 3 - <i>Synoptic meteorology</i> , WMO - No. 364, 1978. R.K. Anderson, <i>The use of satellite pictures in weather analysis and forecasting</i> . Techn. Note No.124, WMO - No. 333. <i>Images in weather forecasting</i> , red. M.J. Bader et al.	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Meteorologia teoretyczna I, Meteorologia doświadczalna.	
Forma zaliczenia: Zaliczenie ćwiczeń i egzamin ustny.	

Przedmiot: 540 Wybrane działy fizyki atmosfery	
Wykładowca: dr hab. Janusz L. Borkowski	
Semestr: letni	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ew./tydz.: 2
Kod: 13.205540	Liczba punktów kredytowych: 5
Program: Program wykładu obejmuje fizykę granicznej warstwy atmosfery.	

1. Wstęp: Podstawowe informacje o granicznej warstwie atmosfery, klasyfikacja, grubość warstwy. Znaczenie granicznej warstwy atmosfery.
2. Podstawy dynamiki warstwy granicznej: Równania ruchu i transportu ciepła, przybliżenie Boussinesq'a, ruch turbulencyjny, wartości średnie i fluktuacje, napięcia Reynoldsa, równania ewolucji momentów drugiego rzędu, równanie energii, liczba Richardsona, problem zamykania, modelowanie warstwy granicznej, parametryzacja warstwy w modelach wielkoskalowych.
3. Związki między strumieniami pędu i ciepła i profilami wiatru i temperatury: Teoria podobieństwa i analiza wymiarowa, profil logarytmiczny, teoria Monina-Obuchowa, wyznaczanie strumieni na podstawie profili, wariancje składowych prędkości wiatru i temperatury.
4. Strumienie na powierzchni Ziemi: Strumień ciepła odczuwalnego i utajonego, temperatura powierzchni gruntu, parowanie, stosunek Bowena.
5. Konwekcyjna warstwa graniczna: Struktura warstwy, zmiany w ciągu dnia, model Tennekesa.
6. Stabilna warstwa graniczna: Struktura warstwy, ewolucja, dolny prąd strumieniowy.
<i>Proponowane podręczniki:</i> R. Stull, <i>An introduction to boundary layers meteorology</i> . J.R. Garrat, <i>The atmospheric boundary layer</i> . Z. Sorbjan, <i>Structure of the atmospheric boundary layer</i> .
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Meteorologia teoretyczna.
<i>Forma zaliczenia:</i> Zaliczenie ćwiczeń i egzamin ustny.

Geofizyka - Fizyka Litosfery:

Przedmiot: 457 Geologia	
Wykładowca: zajęcia na Wydziale Geologii	
Semestr: zimowy i letni	Liczba godzin wykład./tydz.: 2 Liczba godzin ew./tydz.: 2
Kod: 13.204457	Liczba punktów kredytowych: 10
Program: Program zostanie ustalony przez kierownika specjalizacji we wrześniu.	
<i>Proponowane podręczniki:</i>	
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i>	
<i>Forma zaliczenia:</i> Egzamin	

Przedmiot: 466 Fizyka pola grawitacyjnego Ziemi	
Wykładowca: dr Lech Krysiński	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykład./tydz.: 2 Liczba godzin ew./tydz.: 0
Kod: 13.204466	Liczba punktów kredytowych: 2,5
Program:	

<p>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. 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. 6. Znaczenie izostazji w kształtowaniu regionalnego pola grawitacyjnego. 7. 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>. R. J. Blakely, <i>Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications</i>.</p>	
<p><i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem:</i> Algebra, Analiza, Metody Matematyczne Fizyki, Elektrodynamika Klasyczna, Metody Matematyczne Geofizyki.</p>	
<p><i>Forma zaliczenia:</i> Egzamin.</p>	

Przedmiot: 476 Planetologia	
Wykładowcy: prof. dr hab. Jacek Leliwa-Kopystyński, dr Konrad Kossacki	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykł./tydz.: 3 Liczba godzin ew./tydz.: 3
Kod: 13.204476	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 obiegami). 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 przedpla- 	

<p>netarnej, meteoritach (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.</p> <p>6. Model planety sferycznie symetrycznej: rozkłady ciśnienia, temperatury, przyspieszenia grawitacyjnego. Akrecja jako źródło energii wewnętrznej planet.</p> <p>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> <p><i>Uwaga:</i> 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><i>Proponowane podręczniki:</i> 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><i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Termodynamika lub Fizyka statystyczna I (od roku 2002/2003 Termodynamika fenomenologiczna i Mechanika statystyczna). <i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem:</i> Astrofizyka.</p>
<p><i>Forma zaliczenia:</i> Zaliczenie ćwiczeń i egzamin ustny.</p>

Przedmiot: 481 Podstawy hydrodynamiki	
Wykładowca: dr Konrad Bajer	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykl./tydz.: 3 Liczba godzin ew./tydz.: 2
Kod: 13.204481	Liczba punktów kredytowych: 6,5
<p><i>Program:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Czym zajmuje się mechanika ośrodków ciągłych? Związki z mechaniką statystyczną i teorią kinetyczną. Hipoteza continuum i zakres jej stosowalności. Przypomnienie rachunku wektorowego. Równanie ciągłości. Równania trajektorii, linii prądu i smugi. 2. Regularne i chaotyczne linie prądu. Pochodna substancjalna. Nieściśliwość. Wirowość. Przepływy z symetrią i funkcje prądu. 3. Tensor naprężeń cieczy w spoczynku. Ciśnienie hydrostatyczne. Całki materialne i ich pochodne po czasie. 4. Równanie ewolucji wektora stycznego do linii materialnej. Tensor naprężeń w poruszającej się cieczy. Lepkość. Równanie Navier-Stokesa. Równanie Eulera. Prawo Bernoulliego. 5. Warunki brzegowe na granicy dwóch ośrodków. Osobliwy charakter granicy $\mu \rightarrow 0$ a istnienie warstwy granicznej. Napiecie powierzchniowe. Pierwsza zasada termodynamiki. Równanie zmiany energii wewnętrznej w płynie newtonowskim. Lepka dyssypacja energii mechanicznej. Lepkość objętościowa. 6. Ciepło właściwe. Współczynnik rozszerzalności cieplnej. Równania entropii i temperatury w płynie newtonowskim. Zupelny układ równań opisujący przepływ płynu newtonowskiego o niejednorodnej temperaturze. 7. Niejednostajny przepływ jednokierunkowy. Równanie dyfuzji. Wpływ lepkości na nieciągłość. 	

<p>głość prędkości, dyfuzja wirowości. Skale długości i czasu charakterystyczne dla dyfuzji. Równania ruchu cieczy w poruszającym się układzie współrzędnych. Siła odśrodkowa i siła Coriolisa.</p>	
8.	Spirala Ekmana. Liczba Rossby'ego. Pojęcie przepływu wielkoskalowego, znaczenie liczb bezwymiarowych. Wirowość i cyrkulacja, twierdzenie Kelvina. Wirowość absolutna. Pojęcie barotropowości.
9.	Dynamika wirowości. Warstwa przyścienna w opływie płaskiej płyty. Liczba Reynoldsa. Opływ cylindra. Separacja warstwy przyściennej.
10.	Potencjał zespolony dla dwuwymiarowego, nieściśliwego przepływu bezwirowego. Przepływy nielepkie w i wokół narożnika. Osobliwy charakter granicy $Re \rightarrow \infty$.
11.	Odwzorowania konforemne płaszczyzny przepływu. Opływ cylindra o przekroju kołowym. "Lift" i efekt Magnusa. Odwzorowanie Rukowskiego. Opływ cienkiej płytki. Zasada działania skrzydła samolotu. Mechanizm ustalania się cyrkulacji.
12.	Podstawy teorii stabilności hydrodynamicznej. Niestabilność Kelvina-Helmholza. Symetrie przepływu a stosowność modów normalnych do badania jego stabilności. Nieliniowe nasycanie.
13.	Pojęcie nieliniowości i dyspersji fal. Fale na wodzie, związek dyspersyjny. Ruch elementów płynu w fali płaskiej. Dlaczego fale morskie są mniej więcej równoległe do brzegu? Rola napięcia powierzchniowego, fale kapilarne.
14.	Analiza fourierowska fal. Prędkości grupowe fal na wodzie. Tłumienie fal na głębokiej wodzie. Oscylacje wywołane periodycznym ruchem sztywnej powierzchni. Lepka dyssypacja energii. Oscylacje wywołane periodycznym gradientem ciśnienia.
<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>. 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>.</p>	
<p><i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem:</i> Analiza matematyczna i Algebra z geometrią lub Matematyka, Metody matematyczne fizyki, Elektrodynamika.</p>	
<p><i>Forma zaliczenia:</i> Zaliczenie ćwiczeń i egzamin.</p>	

Przedmiot: 483 Metody matematyczne geofizyki I i II	
Wykładowca: dr Jan Herczyński (ICM)	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykł./tydz.: 3 Liczba godzin ew./tydz.: 3
Semestr: letni	Liczba godzin wykł./tydz.: 2 Liczba godzin ew./tydz.: 2
Kod: 13.204483-1	Liczba punktów kredytowych: 7,5+5
<p><i>Program:</i> Wykład przeznaczony jest dla IV roku fizyki, specjalność geofizyka, oraz dla wszystkich zainteresowanych prostym wprowadzeniem do matematycznych metod równań różniczkowych cząstkowych i równań całkowych. 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, własności rozwiązań. Dla równań całkowych omówione zostaną twierdzenia Fred-</p>	

<p>holma oraz teoria operatorów zwartych. Ponadto wykład będzie zawierał krótki wstęp do szere- gów i transformaty Fouriera oraz (zależnie od czasu) wstęp do rachunku wariacyjnego. Wykład będzie się ograniczał do teorii klasycznej (bez przestrzeni Sobolewa i dystrybucji). W ramach ćwiczeń zostaną omówione i szczegółowo przeliczone liczne przykłady z zastosowaniami do fi- zyki, przede wszystkim geofizyki.</p>
<p><i>Proponowane podręczniki:</i> C. L. Evans, <i>Równania różniczkowe cząstkowe</i>. R. Courant, D. Hilbert, <i>Methods of Mathematical Physics</i>, vol. II. W. W. Włodzirow, <i>Równania Fizyki Matematycznej</i>. J. Herczynski, <i>Wstęp do równan fizyki matematycznej dla przyrodników</i> (http://www.icm.edu.pl/dzialalnosc/dydaktyka02_03/wyklad_jh.ps).</p>
<p><i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Algebra, Analiza, Metody Matematyczne Fizyki.</p>
<p><i>Forma zaliczenia:</i> Egzamin.</p>

Przedmiot: 498 Elastomechanika (dla studentów Fizyki Litosfery)	
Wykładowca: dr hab. Leszek Czechowski	
Semestr: letni	<i>Liczba godzin wykl./tydz.: 2</i> <i>Liczba godzin ćw./tydz.: 2</i>
Kod: 13.204498	<i>Liczba punktów kredytowych: 5</i>
<p><i>Program:</i> Idea mechaniki ośrodków ciągłych. Właściwości reologiczne materiałów. Metody matematycz- ne: układy krzywoliniowe i operatory różniczkowe. Pochodna substancjalna. Rachunek tensoro- wy. Opis materialny i przestrzenny deformacji. Tensory deformacji i warunki zgodności. Pod- stawowe twierdzenie mechaniki ośrodków ciągłych. Metody modelowania: metody równań w postaci bezwymiarowej i analiza wymiarowa. Równania konstytutywne. Ośrodek idealnie sprę- żysty: małe deformacje ośrodka, fale w ośrodku sprężystym (poprzeczne, podłużne i fale po- wierzchniowe), załamanie i odbicie fal, fala boczna. Ośrodki o bardziej skomplikowanej reolo- gii: ośrodek Maxwella i Kelvina. Pęknięcia i dyslokacje w ośrodku ciągłym: metody opisu i pro- ste 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: 541 Sejsmologia	
Wykładowca: prof. dr hab. Marek Grad	
Semestr: zimowy i letni	<i>Liczba godzin wykl./tydz.: 2</i> <i>Liczba godzin ćw./tydz.: 2</i>
Kod: 13.205541	<i>Liczba punktów kredytowych: 10</i>
<p><i>Program:</i> 1. Sejsmiczność Ziemi</p>	

2.	Zjawisko trzęsienia ziemi, przestrzenny rozkład ognisk trzęsień ziemi, sejsmometria, stacje 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 Wichertha-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 ziemska; ruch płyt; dryf kontynentów.
<p><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>.</p>	
<p><i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Bez wymagań.</p>	
<p><i>Forma zaliczenia:</i> Zaliczenie ćwiczeń i egzamin ustny.</p>	

Przedmiot: 542 Geomagnetyzm	
Wykładowca: dr Lech Krysiński	
Semestr: zimowy i letni	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 13.205542	Liczba punktów kredytowych: 10
<p><i>Program:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Natura pola magnetycznego; metody mierzenia pola. 2. Historia badań magnetyzmu Ziemi. 3. Kategorie naturalnych zjawisk magnetycznych obserwowanych na powierzchni Ziemi (wewnętrzne i zewnętrzne źródła pola). 4. Globalny opis pola magnetycznego Ziemi (C. F. Gauss 1840). 5. Budowa wnętrza Ziemi. Procesy geotektoniczne. 6. Źródła informacji o własnościach pola magnetycznego Ziemi (pomiarzy bezpośrednie, dane historyczne, zapis skalny). 7. Zmienność czasowa pola magnetycznego Ziemi (oscylacje dekadowe, wielowiekowe i 	

<p>millenijne, cykl główny, odwrócenia biegunowości,...); własności i natura tych zjawisk.</p> <p>8. Własności morfologiczne pola magnetycznego Ziemi (pole główne, część dipolowa, pole skorupowe) i jego nieregularnych oscylacji; położenie i morfologia źródeł poszczególnych części pola.</p> <p>9. Magnetohydrodynamiczna koncepcja procesu podtrzymywania pola głównego.</p> <p>10. Metodologia badań paleomagnetycznych; pojęcia wirtualnego bieguna geomagnetycznego, wirtualnej amplitudy momentu dipolowego, bieguna paleomagnetycznego i bieguna geomagnetycznego; tektoniczne interpretacje pomiarów własności magnetycznych skał.</p> <p>11. Metodologia badań archeomagnetycznych; przykłady archeologicznych interpretacji pomiarów własności magnetycznych młodych skał i obiektów antropogenicznych.</p> <p>12. Modele opisu plazmy - kinetyczny, płynowy, ruchu indywidualnych cząstek.</p> <p>13. Teoria dryfowa ruchu cząstek w polach sił.</p> <p>14. Niezmienniki adiabatyczne.</p> <p>15. Fale w plazmie - podstawowe typy.</p> <p>16. Jonosfera; teoria Chapmana, przewodnictwo w jonosferze.</p> <p>17. Wariacje dobowe S_q i ich teoria (prądy).</p> <p>18. Układ prądów w magnetosferze.</p> <p>19. Podstawowe wiadomości o wietrze słonecznym.</p> <p>20. Oddziaływanie w.s. z polem geomagnetycznym.</p> <p>21. Procesy na magnetopauzie.</p> <p>22. Burza magnetyczna i jej opis.</p> <p>23. Subburze.</p>	
<p><i>Proponowane podręczniki:</i></p> <p>E. Stenz, M. Mackiewicz, <i>Geofizyka ogólna</i>.</p> <p>M. Westphal, <i>Paleomagnetyzm i własności magnetyczne skał</i>.</p> <p>R. Teisseyre (red.), <i>Fizyka i ewolucja wnętrza Ziemi</i>, t. II.</p> <p>L. Krysiński, <i>Pochodzenie pola magnetycznego Ziemi - historia badań i obecny stan poglądów</i>, Przegląd Geofizyczny XLI (1996), zeszyt 3, str. 193-218.</p> <p>F.D. Stacey, <i>Physics of the Earth</i>.</p> <p>P. Melchior, <i>The Physics of the Earth's Core - An Introduction</i>.</p> <p>R.T. Merrill, M.W. McElhinny, Ph.L. McFadden, <i>The magnetic field of the Earth - paleomagnetism, the core and the deep mantle</i>.</p> <p>J. A. Jacobs (red.) <i>Geomagnetism</i>, vol. 1-4.</p>	
<p><i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i></p> <p>Fizyka I, II, III, IV, Wstęp do geofizyki, Elektrodynamika ośrodków materialnych (lub Elektrodynamika klasyczna), Analiza, Algebra z geometrią, Metody matematyczne fizyki, Metody matematyczne geofizyki.</p>	
<p><i>Forma zaliczenia:</i></p> <p>Udział w zajęciach (także rachunkowych), zadanie numeryczne oraz egzamin końcowy w dwóch częściach.</p>	

Przedmiot: 543 Geotermodynamika	
Wykładowca: dr hab. Leszek Czechowski	
Semestr: letni	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ěw./tydz.: 2
Kod: 13.205543	Liczba punktów kredytowych: 5
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 ciepłego: 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.
<i>Proponowane podręczniki:</i> 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).
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Fizyka I, II, III, IV, Wstęp do geofizyki.
<i>Forma zaliczenia:</i> Zaliczenie ćwiczeń, referat i egzamin ustny.

Przedmiot: 544 Geodezja satelitarna i grawimetria	
Wykładowca: prof. dr hab. Aleksander Brzeziński, doc. dr hab. Miłoslawa Rutkowska	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykład./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 13.205544	Liczba punktów kredytowych: 5
Program: I. Ruch obrotowy Ziemi (A. Brzeziński) 1. Wstęp historyczny, podstawy teorii ruchu obrotowego Ziemi. 2. Fundamentalne układy współrzędnych ziemskich i niebieskich, parametryzacja r.o.Z - wymagania teoretyczne a praktyczna realizacja. 3. Kinematyka rotacji Ziemi: ruchy biegunów, precesja-nutacja, zmiany długości doby. 4. Dynamika rotacji: równania ruchu, rozwiązania dla Ziemi sztywnej i ich modyfikacje wynikające z deformacji (równania Liouville'a). 5. Wyprowadzenie równań ruchu i ich rozwiązań dla modelu Ziemi sprężystej. 6. Modelowanie perturbacji lunisolarnych oraz zaburzeń geofizycznych (atmosfera, ocean). 7. Współczesne techniki monitorowania zmian r.o.Z. (radiointerferometria długich baz VLBI, obserwacje laserowe satelitów SLR i Księżyca LLR, GPS). II. Grawimetria (M. Rutkowska) 1. Klasyfikacja SSZ (sztucznych satelitów Ziemi), dynamika ruchu satelitów, metody wyznaczania orbit, wyznaczanie parametrów pola grawitacyjnego przy zastosowaniu technik satelitarnych, badanie wpływu atmosfery na ruch niskich satelitów. 2. Wyznaczanie pozycji stacji i ruchów rocznych oraz parametrów geodezyjnych w oparciu o pomiary uzyskane technikami SLR, GPS, PRARE, GLONASS, DORIS. 3. Teoria pływów ziemskich i oceanicznych oraz ich oddziaływanie na ruch SSZ i stacje pomiarowe. 4. Modele Ziemi, przedstawienie potencjału za pomocą rozwinięcia w szereg funkcji kulistych. 5. Ruchy płyt tektonicznych (globalne oraz lokalne), metody geodezyjne wyznaczania ruchu płyt oraz zmian poziomu morza. 6. Pole grawitacyjne Ziemi, geoida, elipsoida, pomiary grawimetryczne, anomalie. 7. grawimetryczna, całka Stokesa, podstawowe równanie grawimetrii, odstęp geoidy od sferoidy, systemy wysokościowe.	

8. Inne satelitarne techniki pomiarowe: obserwacje satelitów z satelitów (SST), altimetria satelitarna, gradiometria. <i>E-mail prowadzących zajęcia:</i> alek@cbk.waw.pl (A.B.) oraz milena@cbk.waw.pl (M.R.)
<i>Proponowane podręczniki:</i> R. Teisseyre (red.), <i>Gravity and low-frequency geodynamics</i> , t.IV. H. Moritz, I. Mueller, <i>Earth Rotation: Theory and Observation</i> . K. Lambeck, <i>Geophysical geodesy</i> . K. Czarnecki, <i>Geodezja współczesna w zarysie</i> .
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Znajomość podstaw fizyki i matematyki wykładanych na pierwszych trzech latach studiów.
<i>Forma zaliczenia:</i> Zaliczenie ćwiczeń (aktywna obecność + referat), egzamin pisemny, a w przypadku wątpliwości - dodatkowa rozmowa.

2.3.1.2 Fizyka Teoretyczna

Wykłady kursowe:

<i>Przedmiot: 463A Mechanika Kwantowa IIA</i>	
<i>Wykładowca: dr hab. Piotr Chankowski</i>	
<i>Semestr: zimowy</i>	<i>Liczba godzin wykl./tydz.: 3</i> <i>Liczba godzin ćw./tydz.: 2</i>
<i>Kod: 13.204463A</i>	<i>Liczba punktów kredytowych: 6,5</i>
<i>Program:</i> <i>Od mechaniki wielu cząstek do relatywistycznej kwantowej teorii pola</i> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ewolucja układu kwantowego w czasie, rachunek zaburzeń z czasem, złota reguła Fermiego, Półklasyczna teoria promieniowania, emisja i absorpcja wymuszona, emisja spontaniczna, współczynniki Einsteina. 2. Symetrie i prawa zachowania w mechanice kwantowej, grupa obrotów, operatory tensorowe, symetrie dyskretne: parzystość i odwrócenie czasu. 3. Metoda drugiej kwantyzacji, bozony i fermiony, operatory kreacji i anihilacji. 4. Kwantyzacja pól: pola skalarne, pole wektorowe z masą. Układy z więzami. Kwantyzacja pola elektromagnetycznego metodą nawiasów Diraca. 5. Oddziaływanie skwantowanego pola elektromagnetycznego z nierelatywistyczną materią. 6. Stany cząstek swobodnych w teorii relatywistycznej - klasyfikacja Wignera: cząstki o spinie 0, 1/2 i 1 masywne i bezmasowe. 7. Rozpraszanie i macierz S. Rozkład gronowy macierzy S. Przekroje czynne i szerokości rozpadów. 8. Relatywistyczna mechanika kwantowa wielu cząstek: warunki relatywistycznej niezmienniczości macierzy S. Przyczynowe pola kwantowe: skalarne, wektorowe z masą i bez (konieczność niezmienniczości względem cechowania) i spinorowe (swobodne równanie Dira- 	

ca): konieczność istnienia antycząstek, związek spinu ze statystyką. 9. Macierz S w rachunku zaburzeń - diagramy Feynmana i obliczanie szybkości reakcji. 10. Równanie Diraca z zewnętrznym potencjałem i jego miejsce w strukturze teorii. Nierelatywistyczna granica równania Diraca z potencjałem. Symetria cząstka-antycząstka.
<i>Uwaga:</i> wykład bardzo trudny.
<i>Proponowane podręczniki:</i> L. D. Landau, E. M. Lifszyc, <i>Mechanika kwantowa</i> (tom III Kursu fizyki teoretycznej). L. Schiff, <i>Mechanika kwantowa</i> . I. Białynicki-Birula, M. Cieplak, J. Kamiński, <i>Teoria kwantów</i> . R. P. Feynman, <i>Wykłady z fizyki statystycznej</i> . S. Weinberg, <i>Teoria pól kwantowych</i> , t. I. E. M. Lifszyc, S. Pitajewski, <i>Elektrodynamika kwantowa</i> . + skrypt wykładowcy udostępniany przez WWW
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Matematyka w wersji C lub ewentualnie B, Mechanika teoretyczna, Mechanika kwantowa I, Elektrodynamika.
<i>Forma zaliczenia:</i> Jedno lub dwa kolokwia pisemne. Egzamin pisemny i egzamin ustny.

Przedmiot: 463B Mechanika kwantowa II B (Mechanika kwantowa układów wielu ciał)	
Wykładowca: prof. dr hab. Stanisław G. Rohoziński	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykł./tydz.: 3 Liczba godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 13.204463B	Liczba punktów kredytowych: 6,5
Wykład jest poświęcony podstawom teorii kwantowej nierelatywistycznych układów wielu cząstek. Jest adresowany przede wszystkim do studentów zamierzających specjalizować się w teorii jądra atomowego, atomu i cząsteczki, ciała stałego i fizyce statystycznej.	
<i>Program:</i> 1. Podstawy mechaniki kwantowej układów wielu ciał. 2. Druga kwantyzacja. 3. Ewolucja czasowa układu wielu ciał. 4. Kwantyzacja pola elektromagnetycznego. 5. Oddziaływania w układach materialnych i oddziaływanie materii z polem elektromagnetycznym. 6. Funkcje Greena układów wielu ciał. 7. Przybliżone rozwiązania kwantowego zagadnienia wielu ciał. 8. Metoda funkcjonału gęstości.	
<i>Proponowane podręczniki:</i> A. L. Fetter, J. D. Walecka, <i>Kwantowa teoria układów wielu cząstek</i> L. P. Kadanoff, G. Baym, <i>Quantum Statistical Mechanics</i> . G. D. Mahan, <i>Many-Particle Systems</i> . J.W. Negele, H. Orland, <i>Quantum Many-Particle Systems</i> .	
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Mechanika kwantowa I, Elektrodynamika (jedna z wersji), <i>Zajęcia sugerowane do wysłuchania / zaliczenia przed wykładem:</i> Wstęp do fizyki jądra atomowego i cząstek elementarnych i/lub Wstęp do optyki i fizyki ciała stałego.	

2.3 Katalog zajęć studiów magisterskich: studia specjalistyczne

<i>Forma zaliczenia:</i> Kolokwia, egzamin ustny.
--

Wybrane działy fizyki teoretycznej i wykłady specjalistyczne:

Przedmiot: 452 Teoria ciała stałego	
Wykładowca: prof. dr hab. Jerzy Krupski	
Semestr: letni	Liczba godzin wykl./tydz.: 3 Liczba godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 13.204452	Liczba punktów kredytowych: 6,5
<p>Jednym z głównych celów wykładu będzie zaznajomienie się z przybliżeniem masy efektywnej i rachunkiem $\mathbf{k} \cdot \mathbf{p}$ nie tylko w przypadku trójwymiarowym, ale także w dwuwymiarowych strukturach półprzewodnikowych.</p> <p>Program:</p> <p>Tegoroczny wykład z Teorii Ciała Stałego poświęcony zostanie głównie metodom fizyki półprzewodników włączając w to także niskowymiarowe struktury półprzewodnikowe. Uwypuklona zostanie rola symetrii w opisie elektronowych własności krystalicznych ciał stałych.</p> <p>Podczas kilku pierwszych spotkań podane zostaną podstawowe wiadomości z teorii grup i ich reprezentacji. Następnie omówiona zostanie struktura kryształów i ich klasyfikacja. Dalsze wykłady poświęcone zostaną konsekwencjom symetrii kryształów. Zdziwiająco dużo można powiedzieć np. o ich energetycznej strukturze pasmowej w oparciu o teoriogrupową analizę równania Schrodingera bez znajomości jawnej postaci rozwiązań tego równania.</p> <p>Wykład, przeznaczony dla studentów starszych lat studiów magisterskich, a także dla doktorantów, będzie prowadzony od podstaw.</p>	
<p>Proponowane podręczniki:</p> <p>R. Enderlein, N. J. M. Horing: <i>Fundamentals of Semiconductor Physics and Devices</i>. G. L. Bir, G. E. Pikus: <i>Symetria i odkształcenia w półprzewodnikach</i>.</p>	
<p>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem:</p> <p>Mechanika kwantowa I.</p>	
<p>Forma zaliczenia:</p> <p>Zaliczenie ćwiczeń i egzamin (ustny).</p>	

Przedmiot: 453 Wybrane zagadnienia fizyki statystycznej	
Wykładowca: prof. dr hab. Marek Napiórkowski	
Semestr: letni	Liczba godz. wykl./tydz.: 2 Liczba godz. ćw./tydz.: 2
Kod: 13.204453	Liczba punktów kredytowych: 5
<p>Program:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Przemiany fazowe i zjawiska krytyczne <ul style="list-style-type: none"> - wprowadzenie - mikroskopowe modele układów krytycznych - Widoma hipoteza skalowania - teoria Landaua - metoda renormalizacji - powierzchniowe przemiany fazowe · Zagadnienia nierównowagowe <ul style="list-style-type: none"> - wprowadzenie do zagadnień teorii kinetycznej - równanie Boltzmanna - równania hydrodynamiki - dynamika krytyczna 	

<i>Proponowane podręczniki:</i>
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i>
<i>Forma zaliczenia:</i>
Zaliczenie lub egzamin.

Przedmiot: 455 Współczesne metody kwantowej teorii pola	
Wykładowca: dr hab. Ernest A. Bartnik	
Semestr: zimowy i letni	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 13.204455	Liczba punktów kredytowych: 10
Program:	
<i>Proponowane podręczniki:</i>	
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i>	
Mechanika kwantowa I, Elektrodynamika klasyczna, Wstęp do klasycznej i kwantowej teorii pola	
<i>Forma zaliczenia:</i>	

Przedmiot: 456 Teoria jądra atomowego	
Wykładowca: prof. dr hab. Stanisław G. Rohoziński i dr hab. Wojciech Satuła	
Semestr: zimowy i letni	Liczba godzin wykl./tydz.: 3 Liczba godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 13.504456	Liczba punktów kredytowych: 8
Program:	
<ol style="list-style-type: none"> 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. 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). Fenomenologiczne oddziaływanie n-n w ośrodku na przykładzie oddziaływania Skyrme'a: <ul style="list-style-type: none"> Krótkozasięgowość oddziaływania i jej konsekwencje (rozważania ogólne). Oddziaływania zależne od gęstości. 	

<ul style="list-style-type: none"> • Przybliżenie lokalnej gęstości. • Przybliżenie Hartree-Focka sformułowane dla oddziaływania Skyrme'a.
<p>4. Metody wychodzące poza przybliżenie Hartree-Focka:</p> <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.
<p><i>Proponowane podręczniki:</i> 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>.</p>
<p><i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem:</i> Wstęp do kwantowej teorii jąder atomowych.</p>
<p><i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Mechanika kwantowa I.</p>
<p><i>Forma zaliczenia:</i> Egzamin ustny.</p>

Przedmiot: 458 Teoria cząstek elementarnych	
Wykładowca: dr hab. Zygmunt Lalak	
Semestr: zimowy i letni	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 13.504458	Liczba punktów kredytowych: 10
<p><i>Celem wykładu</i> jest zapoznanie słuchaczy z aktualnym stanem wiedzy w teorii cząstek elementarnych w powiązaniu z pracami badawczymi prowadzonymi w Zakładzie Teorii Cząstek i Oddziaływań Elementarnych.</p> <p><i>Program:</i> Wykład poświęcony jest teorii cząstek elementarnych. Obejmuje jednolity opis oddziaływań elektroślabych i silnych w ramach tzw. Modelu Standardowego. Zawiera również wprowadzenie do supersymetrycznego rozszerzenia Modelu Standardowego.</p>	
<p><i>Proponowane podręczniki:</i> S. Pokorski, <i>Gauge Field Theories</i>. T.P. Cheng, L.F. Li, <i>Gauge Theory of Elementary Particle Physics</i>. D. Bailin, A. Love, <i>Introduction to Gauge Field Theory</i>. S. Weinberg, <i>Quantum Field Theory</i>. J. Wess, R. Bagger, <i>Supersymmetry</i>.</p>	
<p><i>Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem:</i> Metody matematyczne fizyki (teoria grup), Elementy fizyki cząstek elementarnych.</p>	
<p><i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Współczesne metody kwantowej teorii pola.</p>	
<p><i>Forma zaliczenia:</i> Zaliczenie ćwiczeń. Egzamin.</p>	

Przedmiot: 473-1 Elementy matematyki współczesnej I / Elements of Contemporary Mathematics. Operator algebras and their applications to physics I	
Wykładowca: prof. dr hab. Jan Dereziński	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 1
Kod 11.104473-1	Liczba punktów kredytowych: 4
Program: 1. Elements of general topology, compact sets 2. Commutative C*-algebras, spectral theorem I. 3. Measures on compact spaces, Riesz-Markov theorem. 4. Commutative W*-algebras, spectral theorem II. 5. Weak topologies on vector spaces. 6. One parameter groups. 7. Banach algebras, spectrum. 8. C*-algebras, states, representations. 9. W*-algebras, the bicommutant theorem, normal states, normal representations. 10. Tomita-Takesaki theory, KMS states.	
Proponowane podręczniki: O. Bratteli, D. Robinson, <i>Operator algebras and quantum statistical mechanics, vol. I and II.</i> R. Haag, <i>Local quantum physics.</i> J. Dereziński, <i>Lecture notes for the course.</i>	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem Algebra C or B, Analysis C or B.	
Forma zaliczenia: Oral exam.	

Przedmiot: 473-2 Elementy matematyki współczesnej II / Elements of Contemporary Mathematics. Operator algebras and their applications to physics II	
Wykładowca: prof. dr hab. Jan Dereziński	
Semestr: letni	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 11.104473-2:	Liczba punktów kredytowych: 2,5
This is the continuation of the course "Operator algebras and their applications to physics I" from the previous semester. Program: 1. Fermi gas in thermodynamical limit. 2. Bose gas in thermodynamical limit. 3. Perturbations of dynamics and KMS states. 4. Liouvilleans and return to equilibrium 5. Haag-Kastler axioms for local quantum theory. 6. Free quantum field theory in algebraic framework.	
Proponowane podręczniki: O. Bratteli, D. Robinson, <i>Operator algebras and quantum statistical mechanics, vol. I and II.</i> R. Haag, <i>Local quantum physics.</i> J. Dereziński, <i>Lecture notes for the course.</i>	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Algebra C or B, Analysis C or B, course "Operator algebras and their applications to physics I" from the previous semester.	

2.3 Katalog zajęć studiów magisterskich: studia specjalistyczne

<i>Forma zaliczenia:</i> Oral exam.
--

2.3.2 Kierunek Astronomia

Wykłady kursowe i specjalistyczne:

Przedmiot: A401 Astrofizyka teoretyczna I - Astrofizyka wnętr gwiazdowych	
Wykładowca: prof. dr hab. Wojciech Dziembowski	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykl./tydz.: 3 Liczba godzin ćw./tydz.: 3
Kod: 13.704A401	Liczba punktów kredytowych: 7,5
Program 1. Warunki równowagi hydrostatycznej. 2. Politropy. 3. Pulsacje radialne i niestabilność dynamiczna gwiazd. 4. Oscylacje nieradialne i niestabilność konwektywna. 5. Termodynamika wnętr gwiazdowych. 6. Transport energii przez promieniowanie i przewodnictwo. 7. Transport konwektywny. 8. Reakcje jądrowe. 9. Równowagowe modele gwiazd. 10. Modelowanie ewolucji gwiazd. 11. Wczesne fazy ewolucji. 12. Zaawansowane fazy ewolucji.	
Proponowane podręczniki: C.J. Hansen i S.D. Kawaler, <i>Stellar Interiors, Physical Principles, Structure and Evolution</i> .	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Fizyka I, II, III, IV, Analiza matematyczna lub Matematyka A, Wstęp do astrofizyki obserwacyjnej.	
Forma zaliczenia: Zaliczenie ćwiczeń i egzamin.	

Przedmiot: A402 Mechanika nieba - część 1. - Mechanika Układu Słonecznego	
Wykładowca: prof. dr hab. Grzegorz Sitarski	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 13.704A402	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. 8. Analityczna teoria ruchu planet. 9. Ruch Księżyca. 10. Ruch sztucznych satelitów. 11. Ograniczone zagadnienie trzech ciał.	
Proponowane podręczniki:	

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: A404 III Pracownia astronomiczna	
Prowadząca: prof. dr hab. Andrzej Udalski	
Semestr: zimowy i letni	Liczba godzin wykład./tydz.: 0 Liczba godzin ćw./tydz.: 3
Kod: 13.704A404	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.	
Proponowane podręczniki:	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Wstęp do astrofizyki obserwacyjnej. Zajęcia sugerowane do zaliczenia przed wykładem: Wstęp do astronomii I i II.	
Forma zaliczenia: Zaliczenie na ocenę.	

Przedmiot: A405 Astrofizyka teoretyczna II - Astrofizyka atmosfer gwiazd	
Wykładowca: dr Krzysztof Jahn	
Semestr: letni	Liczba godzin wykład./tydz.: 4 Liczba godzin ćw./tydz.: 4
Kod: 13.704A405	Liczba punktów kredytowych: 10
Program: 1. Oddziaływanie promieniowania z materią; współczynnik pochłaniania; procesy absorpcji, emisji i rozpraszania. 2. Równania transferu promieniowania; warunki brzegowe; metody rozwiązywania. 3. Ogólny opis metod konstruowania modelu atmosfery. 4. Modele szarej atmosfery: przybliżenie Eddingtona; metoda Chandrasekhara. 5. Metody iteracyjne.	

6. Atmosfery w lokalnej równowadze termodynamicznej: różniczkowe i całkowe metody rozwiązywania równania transferu; poprawianie rozkładu temperatury.
7. Widma liniowe: opis klasyczny, podejście nierównowagowe; funkcja źródłowa dla linii, nierównowagowe równanie transferu; równania równowagi statystycznej.
8. Równanie transferu w ruchomym ośrodku: promieniowanie w kontinuum i w liniach; wiatry gwiazdowe.
<i>Proponowane podręczniki:</i> K. Stępień, <i>Fizyka atmosfer gwiazdowych</i> . D. Mihalas, <i>Stellar atmospheres</i> . B. Mihalas, D. Mihalas, <i>Foundations of Radiation Hydrodynamics</i> . F. H. Shu, <i>Radiation</i> .
<i>Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:</i> Termodynamika lub Fizyka statystyczna I (od roku 2002/2003 Termodynamika fenomenologiczna i Mechanika statystyczna), Elektrodynamika, Astrofizyka wnętrz gwiazdowych.
<i>Forma zaliczenia:</i> Zaliczenie ćwiczeń w formie ustalonej przez prowadzącego. Egzamin.

Przedmiot: A406 Astronomia pozagalaktyczna	
Wykładowca: prof. dr hab. Andrzej Kruszewski	
Semestr: letni	Liczba godzin wykład./tydz.: 2 Liczba godzin ćw./tydz.: 2
Kod: 13.704A406	Liczba punktów kredytowych: 5
Program: I. Obserwowalny Wszechświat -uwagi historyczne -galaktyki, morfologia, grupy, gromady, supergromady i pustki -inne obiekty: radiogalaktyki, kwazary, aktywne jądra galaktyk, źródłapromieniowania X, rozkłady gamma, mikrofalowe promieniowanie tła -międzygalaktyczna skala odległości -pomiary jasności; masy; populacje gwiazdowe -przesłanki istnienia ciemnej materii II. Teoria -równania Einsteina; metryka Robertsona- Walkera; rozwiązania; wzór Mattiga -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 -pomiary 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 wystuchania przed wykładem:</i> Analiza matematyczna, Wstęp do astronomii.	

Forma zaliczenia:
Zaliczenie ćwiczeń i egzamin.

Przedmiot: A410 Mechanika nieba - część 2. - Dynamika galaktyk	
Wykładowca: dr Tomasz Kwast	
Semestr: letni	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ew./tydz.: 2
Kod: 13.704A410	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 położenia. 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. Wierbiński, <i>Mechanika nieba</i> . T. Ciurla, <i>Podstawy nauki o Galaktyce</i> . P. Parenago, <i>Kurs zwiędznoy 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: A501 Wybrane zagadnienia astrofizyki teoretycznej	
Wykładowca: dr Krzysztof Jahn, prof. dr hab. Michał Jaroszyński	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykładów/tydz.: 2 Liczba godzin ćwiczeń/tydz.: 2
Kod: 13.705A501	Liczba punktów kredytowych: 5
Program: I. Pola magnetyczne we Wszechświecie 1. Pola magnetyczne w wielkiej skali i ograniczenie gęstości monopoli magnetycznych. 2. Pierwotne i generowane pola magnetyczne - cechy obserwowane. 3. Typowe efekty związane z polem magnetycznym planet, gwiazd, dysków akrecyjnych i galaktycznych oraz jego wpływ na materię rozproszoną. II. Magnetohydrodynamika Słońca/gwiazd 1. Podstawowe równania MHD - prawa zachowania i wpływ pól na budowę gwiazd i dynamikę plazmy. 2. Przybliżenie magnetostaticzne: plamy słoneczne, protuberancje, pola gwiazd typu Ap. 3. Toroidalne pole magnetyczne Słońca, cykle aktywności. 4. Niestabilności hydromagnetyczne, rozbłyski - związek z obserwacjami atmosfery Słońca. III. Soczewki grawitacyjne 1. Ugięcie promieni świetlnych w polu grawitacyjnym, równanie na obrazy, opóźnienie biegu promieni, skupianie wiązek świetlnych, efekty obserwowalne. 2. Mikrosoczewkowanie w Galaktyce, obserwacje zjawiska, poszukiwanie natury ciemnej materii. 3. Wielokrotne obrazy odległych kwazarów, zastosowanie do badania modeli kosmologicznych i budowy źródeł. 4. Gromady galaktyk: silne i słabe efekty ugięcia promieni; zastosowania. 5. Wpływ ugięcia na promieniowanie tła.	
Proponowane podręczniki: E. Priest, <i>Solar magnetohydrodynamics</i> . E. Parker, <i>Cosmical magnetic fields</i> . L. Mestel, <i>Stellar Magnetism</i> . Schneider, Ehlers, Falco, <i>Gravitational Lenses</i> .	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem: Astrofizyka wewnątrz gwiazdowych, Fizyka atmosfer gwiazdowych, Astronomia pozagalaktyczna.	
Forma zaliczenia: Praca zaliczeniowa, egzamin.	

2.3.3 Dydaktyka i popularyzacja fizyki

Przedmiot: 464 Dydaktyka fizyki	
Wykładowca: dr Magdalena Staszal	
Semestr: letni	<i>Liczba godz. wykład./tydz.: 2</i> <i>Liczba godz. ćw./tydz.: 2</i>
Kod: 05.104464	<i>Liczba punktów kredytowych: 5</i>
Program: Metodologia fizyki a metodologia dydaktyki fizyki. Fizyka jako przedmiot nauczania. Cele nauczania fizyki. Język w nauczaniu fizyki. Trudności poznawcze uczniów. Kontrola i ocena wyników nauczania. Modele w fizyce i w nauczaniu fizyki. Metody aktywizujące w nauczaniu fizyki. Tendencje integracyjne w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych. Analizy dydaktyczne wybranych działów i zagadnień fizyki.	
Proponowane podręczniki: B. Arons, <i>A Guide to Introductory Physics Teaching</i> . R. Driver, E. Guesne, A. Tiberghien, <i>Childrens' Ideas in Science</i> . J. Salach, <i>Dydaktyka fizyki: zagadnienia wybrane</i> . J. L. Lewis, <i>Nauczanie fizyki</i> J.D.Harron, <i>Lekcja chemii. O skutecznym sposobie uczenia</i> .	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:	
Forma zaliczenia: Zaliczenie ćwiczeń i egzamin.	

Przedmiot: 480 Dydaktyka matematyki	
Kierownik: prof. dr hab. Wojciech Guzicki	
Semestr: zimowy	<i>Liczba godz. wykład./tydz.: 2</i> <i>Liczba godz. ćw./tydz.: 2</i>
Kod: 05.104480	<i>Liczba punktów kredytowych: 5</i>
Celem wykładu jest próba odpowiedzi na niektóre pytania dotyczące nauczania matematyki w szkole. Program: Próba odpowiedzi na przykładowe pytania: 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? Wydaje się, że zastanowienie się nad odpowiedziami na te i podobne pytania, pomoże przyszłemu nauczycielowi w pracy z uczniami. 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.	
Proponowane podręczniki:	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:	
Forma zaliczenia:	

Przedmiot: 491 Jak sprzedawać naukę, czyli o popularyzacji fizyki
--

Wykładowca: red. Wiktor Niedzicki (sem. zimowy); red. Krzysztof Michalski i red. Piotr Cieśliński (sem. letni)	
Semestr: zimowy i letni	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ew./tydz.: 0
Kod: 13.204491	Liczba punktów kredytowych: 5
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 do 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. 8. Opowiadać, czy dyskutować? Kto chce słuchać „wymądrzania” się uczonych? Popularyzacja, czy publicystyka naukowa? Edukacja i popularyzacja nauki - czy to jest to samo? 9. Marketing nauki. Jak wprowadzić nowe osiągnięcia na rynek w niełatwej sytuacji rynkowej? Reklama nauki. 10. Czy można nauką zainteresować wszystkich? Poziom społeczeństwa, a poziom popularyzacji. <p>Uwaga: 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.</p>	
Proponowane podręczniki:	
Zajęcia wymagane do zaliczenia przed wykładem:	
Forma zaliczenia:	
Egzamin	

Przedmiot: 558 Doświadczenia historyczne w fizyce	
Wykładowca: dr Anna Kaczorowska	
Semestr: zimowy	Liczba godzin wykl./tydz.: 2 Liczba godzin ew./tydz.: 0
Kod: 13.205558	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 nich doświadczenia, porównując ich interpretację dawną i współczesną, śledzą ewolucję wybranych pojęć fizycznych.</p>	
Program: <ol style="list-style-type: none"> 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 Galwaniego, 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: OG8 Fizyka w doświadczeniach	
Wykładowca: prof. dr hab. Jan Gaj	
Semestr: letni	Liczba godzin wykt./tydz.: 3 Liczba godzin ćw./tydz.: 0
Kod: 11.102OG8	Liczba punktów kredytowych: 4
<p>Wykład przeznaczony dla studentów wszelkich kierunków studiów poza fizyką i astronomią a także dla studentów specjalizacji „Dydaktyka i popularyzacja fizyki” na Wydziale Fizyki.</p> <p><i>Program:</i></p> <p>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:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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	