

WYDZIAŁ FIZYKI I ASTRONOMII
INSTYTUT FIZYKI

KATALOG PRZEDMIOTÓW

KIERUNEK: FIZYKA

**STUDIA STACJONARNE DRUGIEGO
STOPNIA**

2014/2015

SPIS SYLABUSÓW

SEMESTR I:

| | |
|---|----|
| 1. Pracownia fizyczna II..... | 3 |
| 2. Fizyka teoretyczna | 7 |
| 3. Programowanie naukowe w języku Python (FK) | 9 |
| 4. Współczesna fizyka doświadczalna (FŚ)..... | 12 |
| 5. Komputerowe wspomaganie eksperymentu (FŚ) | 14 |
| 6. Metody matematyczne fizyki (FT)..... | 16 |
| 7. Astrofizyka I (AK)..... | 19 |

SEMESTR II:

| | |
|--|----|
| 8. Fizyka kwantowa I | 21 |
| 9. Wstęp do fizyki atomu i cząsteczki | 24 |
| 10. Symulacje komputerowe w zastosowaniach (FK)..... | 26 |
| 11. Programowanie w środowisku UNIX (FK) V | 29 |
| 12. Programowanie symboliczne w symulacjach procesów fizycznych (FK) . | 31 |
| 13. Języki skryptowe w analizie danych (FK) | 33 |
| 14. Symulacje komputerowe (FT, FŚ) | 35 |
| 15. Metody obliczeniowe w fizyce środowiska (FŚ)..... | 38 |
| 16. Chemia środowiska (FŚ) | 41 |
| 17. Pakiety do obliczeń symbolicznych (FT)..... | 44 |
| 18. Fizyka statystyczna (FT)..... | 46 |
| 19. Astrofizyka II (AK) | 48 |
| 20. Astronomia pozagalaktyczna i kosmologia (AK)..... | 51 |
| 21. Procesy promieniste w astrofizyce (AK) | 54 |

SEMESTR III:

| | |
|--|----|
| 22. Wychowanie fizyczne | 56 |
| 23. Różnorodność w jedności, czyli o naukach przyrodniczych..... | 58 |
| 24. Fizyka fazy skondensowanej | 60 |
| 25. Fizyka jądrowa i fizyka wysokich energii | 62 |
| 26. Programowanie aplikacji internetowych (FK)..... | 64 |
| 27. Zaawansowane techniki spektroskopowe (FŚ)..... | 67 |
| 28. Fizyka kwantowa II (FT)..... | 70 |
| 29. Radioastronomia współczesna (AK)..... | 72 |
| 30. Astrofizyka wysokich energii (AK)..... | 74 |
| 31. Seminarium magisterskie I | 76 |
| 32. Wykład monograficzny I – Wstęp do informatyki kwantowej..... | 78 |

SEMESTR IV:

| | |
|---|----|
| 33. Symulacje układów kwantowych (FK) | 80 |
| 34. Promieniowanie anten (FŚ) | 82 |
| 35. Promieniowanie jonizujące i ochrona radiologiczna (FŚ) | 84 |
| 36. Teoria pola (FT) | 87 |
| 37. Fizyka cząstek elementarnych (FT)..... | 90 |
| 38. Astrofizyka obiektów zwartych (AK) | 92 |
| 39. Seminarium magisterskie II | 95 |
| 40. Seminarium przeglądowe | 97 |
| 41. Wykład monograficzny II – Wstęp do klasycznej i kwantowej teorii pola . | 99 |

PRACOWNIA FIZYCZNA II

Kod przedmiotu: **13.2-WF-FizD-PraFi2**

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **Nauczyciel akademicki prowadzący ćwiczenia laboratoryjne**

Prowadzący: **Nauczyciel akademicki z Wydziału Fizyki i Astronomii**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|---|---------------------------|--------------------------|---------|---------------------|-------------|
| FIZYKA - studia stacjonarne pierwszego stopnia | | | | | 13 |
| Laboratorium | 105 | 7 | I | zaliczenie na ocenę | |

CEL PRZEDMIOTU:

Doskonalenie samodzielnej pracy laboratoryjnej, kształcenie operatywności wiedzy w zakresie podstawowych praw i zjawisk fizycznych, kształcenie umiejętności praktycznego stosowania metod i technik pomiarowych oraz rozwiązywania problemów eksperymentalnych ze szczególnym uwzględnieniem analizy danych pomiarowych, kształcenie umiejętności użycia komputera przy opracowywaniu wyników eksperymentu, kształcenie umiejętności posługiwania się przyrządami pomiarowymi.

WYMAGANIA WSTĘPNE:

- I pracownia fizyczna.
- Teoria pomiarów.

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

- Doświadczenia eksperymentalne na zaawansowanym poziomie.
- Sprawdzanie statystyki promieniowania jądowego.
 - Pomiar pracy wyjścia elektronów z metalu.
 - Charakterystyka diody. Wyznaczenie stałej Boltzmanna.
 - Sprawdzenie prawa promieniowania Stefana Boltzmanna.
 - Badanie efektu Halla.
 - Badanie zewnętrznego zjawiska fotoelektrycznego, wyznaczenie stałej Plancka.
 - Badanie zależności oporu elektrycznego różnych ciał stałych od temperatury.
 - Badanie odwrotnego zjawiska piezoelektrycznego metodą statystyczną.
 - Badanie ferroelektryków.
 - Elektronowy rezonans paramagnetyczny (EPR) i magnetyczny rezonans jądowy (NMR).
 - Badanie własności piezoelektrycznych i sprężystych polikrystalicznych ferro-elektryków.
 - Badanie zjawiska spontanicznej i wymuszonej dwójłomności w kryształach TGS.
 - Sprawdzenie prawa Malusa, badanie zjawiska Pockelsa oraz Kerra.
 - Dyfrakcja światła laserowego na sieci dwuwymiarowej. Sieć odwrotna.

METODY KSZTAŁCENIA:

Zajęcia laboratoryjne – wykonywanie ćwiczeń zgodnie z instrukcjami oraz poleceniami prowadzącego (prowadzący może zwiększyć liczbę pomiarów do wykonania oraz zalecić wykonanie dodatkowych analiz na podstawie wykonanych pomiarów).

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|---|-------------------------------|--|--------------|
| Po zaliczeniu pracowni student powinien mieć ugruntowaną i poszerzoną wiedzę z fizyki uzyskaną w poprzednich semestrach studiów | K2A_W01 | Kontrola przygotowania do wykonania ćwiczenia (pisemna bądź ustna) oraz element raportu z przebiegu ćwiczenia (opis teoretyczny) | Laboratorium |
| Student powinien znać współczesne metody badawcze z zakresu fizyki ciała stałego, optyki i fizyki atomu i cząsteczki wraz z ich ograniczeniami | K2A_W03 K2A_W04 | Kontrola przygotowania do wykonania ćwiczenia (pisemna bądź ustna) oraz element raportu z przebiegu ćwiczenia (opis teoretyczny, opis przebiegu ćwiczenia oraz wnioski) | Laboratorium |
| Student powinien znać zasady bezpiecznej pracy eksperymentalnej | K2A_W07 | Obserwacja pracy studenta na stanowisku doświadczalnym oraz jeden z elementów sprawdzenia przygotowania do wykonania ćwiczenia (pytanie o przebieg wykonywania ćwiczenia). | Laboratorium |
| Ponadto student posiada umiejętność planowania złożonych eksperymentów fizycznych z uwzględnieniem różnych metod pomiarowych; obsługi złożonych układów pomiarowych z wykorzystaniem narzędzi elektronicznych i informatycznych; precyzyjnego przeprowadzania pomiarów i analizy danych; prezentacji oraz interpretacji wyników pomiarów. | K2A_U02 K2A_U04 K2A_U12 | Wykonanie pomiarów zgodnie z zaleceniami prowadzącego, które stanowią modyfikację standardowego ćwiczenia. Analiza i prezentacja wyników z pomiarów w raporcie z przebiegu ćwiczenia. | Laboratorium |

WARUNKI ZALICZENIA:

Warunkiem zaliczenia pracowni jest uzyskanie pozytywnych ocen z ustalonej na początku semestru liczby ćwiczeń, tak, aby otrzymać łącznie 7,5 punktów, przy następującej punktacji za ćwiczenia:

1,2,3,6 – 1.0 pkt,

4,7,8,9 – 1.25 pkt,

5,11,13,14 – 1.5 pkt,

10,12 – 2.0 pkt.

Przed przystąpieniem do wykonania nowego ćwiczenia student powinien przedłożyć prowadzącemu opis teoretyczny do danego ćwiczenia (jeden z elementów sprawozdania, wykonywany przed wykonaniem ćwiczenia) oraz prawidłowo wykonane i kompletne sprawozdanie z poprzednio wykonywanego ćwiczenia.

Ponadto przed przystąpieniem do ćwiczenia prowadzący sprawdza (w formie pisemnej bądź ustnej) stopień przygotowania studenta do przeprowadzenia ćwiczenia. Ocena niedostateczna z kolokwium przeprowadzonego w trakcie zajęć powoduje powtórne sprawdzenie stanu przygotowania studenta na następnych zajęciach.

Nie zdobycie wymaganej liczby punktów przez cały semestr skutkuje oceną niedostateczną z zajęć. Prowadzący dobiera ćwiczenia z różnym stopniem trudności tak, aby student wykonał co najmniej 6 ćwiczeń.

W przypadku niewłaściwego opracowania sprawozdania student otrzymuje je do poprawy. Na podstawie pozytywnych ocen z kolokwium i sprawozdania prowadzący wystawia ogólną ocenę ćwiczenia. Przy ocenie studenta, obok poziomu jego wiadomości i stopnia opanowania techniki eksperymentu fizycznego uwzględnia się także systematyczność w pracy, rzetelność przy wykonywaniu pomiarów oraz krytycznym opracowaniu wyników.

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

- udział w zajęciach: 15 tygodni x 8 godz. = 105 godz.
- przygotowanie teoretyczne do zajęć: 5 x 6 = 30 godz.
- praca z literaturą specjalistyczną: 12 x 5 = 60 godz.
- analiza wyników wykonanych ćwiczeń i przygotowanie sprawozdania: 6 x 10 = 60 godz.
- udział w konsultacjach: 10 godz.

RAZEM: 277 godz., 13 ECTS.

Nakład pracy związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela wynosi 115 godzin. Odpowiada to 6 ECTS.

LITERATURA PODSTAWOWA:

[1] Każde zadanie posiada odrębny wykaz literatury. Opiekun zadania pomaga studentowi w wyborze najbardziej właściwych pozycji lub sugeruje inne pozycje.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

Poniżej wymienione książki stanowią źródło wiedzy niezbędne w II Pracowni Fizycznej:

Fizyka ogólna:

- [1] David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker. *Podstawy fizyki*, t. 1-5, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005/2006.
- [2] R. P. Feynman, R. B. Leighton, M. Sands. *Feynmana wykłady z fizyki*, t. 1-3, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001.
- [3] David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker. *Podstawy fizyki*, t. 1-5, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005/2006.
- [4] R. P. Feynman, R. B. Leighton, M. Sands. *Feynmana wykłady z fizyki*, t. 1-3, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001.
- [5] D. Halliday, R. Resnik, *Fizyka*, PWN, Warszawa 1994.
- [6] I. Sawielew, *Wykłady z fizyki*, PWN, Warszawa 2002.
- [7] J. Orear, *Fizyka*, tom 1-2, WNT, Warszawa 2008.
- [8] Cz. Bobrowisk, *Fizyka - krótki kurs*, WNT, Warszawa 2004.
- [9] P.G. Hewitt, *Fizyka wokół nas*, PWN, Warszawa 2008.

Fizyka atomowa i spektroskopia:

- [1] Hermann Haken, Hans Christoph Wolf. *Atomy i kwanty. Wprowadzenie do współczesnej spektroskopii atomowej*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1997.
- [2] Wolfgang Demtröder, *Spektroskopia laserowa*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1993.

Fizyka ciała stałego:

- [1] Neil W. Ashcroft, N. David Termin, *Fizyka ciała stałego*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1986.
- [2] C. Kittel. *Wstęp do fizyki ciała stałego*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1974.
- [3] K. W. Szalimowa, *Fizyka półprzewodników*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1974.

Optoelektronika i fizyka laserów:

- [1] Bernard Ziętek, *Lasery*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2008.
- [2] Bernard Ziętek, *Optoelektronika*. Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2004.
- [3] Koichi Shimoda, *Wstęp do fizyki laserów*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1993.

Fizyka jądrowa:

- [1] Ewa Skrzypczak, Zygmunt Szepliński, *Wstęp do fizyki jądra atomowego i cząstek elementarnych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1995.
- [2] Adam Strzałkowski, *Wstęp do fizyki jądra atomowego*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1979.
- [3] Janusz Araminowicz, Krystyna Małuszyńska, Marian Przytuła, *Laboratorium fizyki jądrowej*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1978.

UWAGI:

Zajęcia powinny odbywać się w sali II Pracowni Fizycznej (102b, bud. A-29).

PROGRAM OPRACOWAŁ:

dr Bartosz Brzostowski

FIZYKA TEORETYCZNA

Kod przedmiotu: **13.2-WF-FizD-FiTeo**

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **Nauczyciel akademicki prowadzący wykład**

Prowadzący: **Nauczyciel akademicki z Wydziału Fizyki i Astronomii**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|---|---------------------------|--------------------------|---------|---------------------|-------------|
| FIZYKA - studia stacjonarne II stopnia | | | | | 11 |
| Wykład | 45 | 3 | I | egzamin | |
| Ćwiczenia | 60 | 4 | | zaliczenie na ocenę | |

CEL PRZEDMIOTU:

Zapoznanie studentów z podstawowymi zagadnieniami fizyki teoretycznej, stanowiącymi podstawę dla rozwoju całej fizyki współczesnej, obejmującymi opis własności materii, zarówno postaci dyskretnego układu punktów materialnych jak i ośrodka ciągłego, czy zespołów zbudowanych z wielkich liczb cząsteczek.

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Znajomość wiedzy w zakresie podstaw fizyki oraz matematyki wyższej w ramach prowadzonych zajęć kursowych.

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

WYKŁAD:

Mechanika klasyczna: Kinematyka i dynamika punktów materialnych i brył sztywnych. Przekształcenia Galileusza. Więzy, zasada d'Alemberta, równania Lagrange'a. Zasady wariacyjne i prawa zachowania. Twierdzenie Noether. Przestrzeń fazowa, równania Hamiltona. Niezmienniki przekształceń kanonicznych, całki ruchu. Kinematyka relatywistyczna – przekształcenia Lorentza, przestrzeń Minkowskiego. Elementy dynamiki relatywistycznej. Elementy mechaniki sprężystych ośrodków rozciągniętych.

Mechanika statystyczna: Elementy klasycznej mechaniki statystycznej. Elementy kwantowej mechaniki statystycznej.

ĆWICZENIA:

Przykłady rozwiązywania równań Newtona, zagadnienie Keplera, zagadnienie dwóch punktów materialnych, równanie Eulera dla ciała sztywnego. Równania Lagrange'a i Hamiltona, zasady wariacyjne, przestrzeń fazowa, stabilność trajektorii fazowych. Elementy kinematyki i dynamiki relatywistycznej. Elementy klasycznej i kwantowej mechaniki statystycznej.

METODY KSZTAŁCENIA:

Wykład konwencjonalny, ćwiczenia rachunkowe

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|--|--|-------------------------------------|----------------------|
| Umiejętności i kompetencje: rozumienia metod fizyki teoretycznej; posługiwania się formalizmem fizyki teoretycznej; opisu praw i procesów w przyrodzie. Ważnym celem wykładu jest także przedstawienie roli matematyki fizyce. | K2A_W03 K2A_W04 K2A_U01 K2A_W02 K2A_K01 K2A_K05 | Egzamin pisemny i ustny. | Wykład |
| | | Aktywność na ćwiczeniach, kolokwia. | Ćwiczenia rachunkowe |

WARUNKI ZALICZENIA:

Wykład: Egzamin pisemny i ustny. Warunek zaliczenia – pozytywna ocena z egzaminu.

Ćwiczenia: Aktywna obecność na ćwiczeniach, zaliczenie kolokwiów.

Przed przystąpieniem do egzaminu student musi uzyskać zaliczenie z ćwiczeń.

Ocena końcowa: średnia ważona ocen z egzaminu (60%) i ćwiczeń (40%).

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

- udział w wykładach: 15 tygodni x 3 godz. = 45 godz.

- udział w ćwiczeniach: 15 tygodni x 4 godz. = 60 godz.

- przygotowanie do ćwiczeń: 60 godz.

- udział w konsultacjach: 5 godz.

- przygotowanie do egzaminu: 45 godz.

- udział w egzaminie: 2 godz.

Razem: 217 godz., 11 ECTS.

Nakład pracy związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela wynosi 112 godz. Odpowiada to 5,5 ECTS

LITERATURA PODSTAWOWA:

[1] L. D. Landau, E. M. Lifszic, *Teoria pola*, PWN, Warszawa 1976.

[2] W. Garczyński, *Mechanika teoretyczna*, Wyd. Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław 1978.

[3] I. I. Olchowski, *Mechanika teoretyczna*, PWN, Warszawa 1978.

[4] J. R. Taylor, *Mechanika klasyczna*, PWN, Warszawa 2006.

[5] K. Huang, *Mechanika statystyczna*, PWN, Warszawa 1987.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

[1] I. Arnold, *Metody matematyczne mechaniki klasycznej*, PWN, Warszawa 1981.

[2] H. Goldstein, *Classical mechanics*.

[3] F. Schutz, *Chaos deterministyczny* PWN, Warszawa 1995.

PROGRAM OPRACOWAŁ:

Dr hab. Krzysztof Urbanowski, prof. UZ

PROGRAMOWANIE NAUKOWE W JĘZYKU PYTHON

Kod przedmiotu: **11.3-WF-FizD-PNwJP**

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **Nauczyciel akademicki prowadzący wykład**

Prowadzący: **Nauczyciel akademicki z Wydziału Fizyki i Astronomii**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------|---------------------|-------------|
| Studia stacjonarne | | | | | 6 |
| Wykład | 30 | 2 | I | egzamin | |
| Laboratorium | 30 | 2 | (FK) | zaliczenie na ocenę | |

CEL PRZEDMIOTU:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z nowoczesnym językiem wysokiego poziomu Python oraz możliwościami wykorzystania języka i jego bibliotek do obliczeń numerycznych z zakresu fizyki i dziedzin pokrewnych.

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Ukończony kurs podstaw programowania i programowania obiektowego.

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

1. Wstęp do języka Python

- składnia języka i typy danych
- instrukcje sterujące, wyjątki
- interaktywny shell
- skrypty
- funkcje
- moduły

2. Operacje plikowe

- odczyt i zapis do pliku
- serializacja
- błędy związane z operacjami I/O

3. Programowanie obiektowe

- klasy, obiekty
- dziedziczenie, polimorfizm
- abstrakcja

4. Podstawy inżynierii oprogramowania

- systemy kontroli wersji
- Linux jako IDE
- podstawy testów jednostkowych
- analiza wydajności

5. Obliczenia numeryczne i podstawy symulacji

- moduł math
- praca z tablicami NumPy
- liczby losowe
- elementy algebry liniowej – NumPy
- równania różniczkowe
- wstęp do wizualizacji danych – matplotlib
- wstęp do programowania równoległego

6. Wizualizacja, animacja i podstawy analizy obrazów

- scena i prymitywy graficzne
- wykresy
- animacje
- analiza obrazów

METODY KSZTAŁCENIA:

Wykład:

Wykład konwencjonalny, problemowy, pokaz, dyskusja, warsztaty (testowanie aktualnie omawianych fragmentów kodu), burza mózgów.

Laboratoria:

Ćwiczenia laboratoryjne, metoda projektu, praca w grupie, giełda pomysłów, burza mózgów, prezentacja, praca z dokumentacją, samodzielne pozyskiwanie wiedzy.

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|--|---|--|----------------------|
| Student potrafi z wykorzystaniem języka Python i jego standardowych modułów napisać program do numerycznego rozwiązania przedstawionego problemu z zakresu fizyki | K1A_W04 K1A_W09 K1A_U01 K1A_U02 K1A_U07 | Bieżąca kontrola na zajęciach, projekt, dyskusja | Wykład, laboratorium |
| Student potrafi samodzielnie wyszukać moduły języka Python pomocne w numerycznym rozwiązywaniu problemów z fizyki, zapoznać się z ich dokumentacją i wykorzystać je, zgodnie z zapisami licencyjnymi, do rozwiązania zadanego problemu | K1A_W04 K1A_W08 K1A_W09 K1A_U01 K1A_U02 K1A_U07 K1A_K04 | Bieżąca kontrola na zajęciach, projekt, dyskusja | Wykład, laboratorium |
| Student potrafi dokonać analizy i wizualizacji (2D, 3D) z wykorzystaniem języka Python, jego modułów i bibliotek | K1A_W04 K1A_W09 K1A_U01 K1A_U02 | Bieżąca kontrola na zajęciach, projekt, dyskusja | Wykład, laboratorium |
| Student potrafi opracować w postaci projektu zaproponowany problem, przedstawić sprawozdanie z wykonania projektu w postaci pisemnej i ustnej | K1A_U01 K1A_U02 K1A_U05 K1A_U07 K1A_U08 K1A_U09 | Bieżąca kontrola na zajęciach, projekt, dyskusja | Wykład, laboratorium |

WARUNKI ZALICZENIA:**Wykład:**

Egzamin praktyczny polegający na rozwiązaniu postawionego problemu (wylosowanego z listy problemów). Ocenie końcowej podlega analiza problemu, przedstawienie algorytmów rozwiązania problemu, kod źródłowy oraz ocena i weryfikacja uzyskanych wyników.

Laboratorium:

Ocena końcowa z laboratorium składa się w 30% z średniej ocen uzyskanych w trakcie laboratoriów i w 70% z oceny końcowej projektu.

Przed przystąpieniem do egzaminu student musi uzyskać zaliczenie z ćwiczeń laboratoryjnych.

Ocena końcowa: średnia arytmetyczna ocen z egzaminu i ćwiczeń laboratoryjnych.

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

- Udział w wykładach – 30 h
- Udział w laboratoriach - 30 h
- Przygotowanie do laboratoriów – 25 h
- Przygotowanie projektu semestralnego – 25 h
- Przygotowanie do egzaminu - 20 h
- Konsultacje – 3 h
- Egzamin – 2 h

Razem: 135 h, 6 punktów ECTS.

Bezpośredni udział nauczyciela: 65 godz., 3 punkty ECTS.

LITERATURA PODSTAWOWA:

[1] Mark Lutz, *Python. Wprowadzenie*, Wydanie IV, Helion, Gliwice 2010.

[2] <http://python.org>

[3] <http://python-ebook.blogspot.com/>

[4] <http://numpy.scipy.org>

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA: -**PROGRAM OPRACOWAŁ:**

Dr Sebastian Żurek

WSPÓŁCZESNA FIZYKA DOŚWIADCZALNA

Kod przedmiotu: 13.2-WF-FizD-WFDoś

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **Nauczyciel akademicki prowadzący wykład**

Prowadzący: **Nauczyciel akademicki z Wydziału Fizyki i Astronomii**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|--|---------------------------|--------------------------|---------|------------------|-------------|
| FIZYKA - studia stacjonarne II stopnia | | | | | 2 |
| Wykład | 15 | 1 | I (FŚ) | egzamin | |

CEL PRZEDMIOTU:

Poznanie podstaw teoretycznych i technik współczesnych metod fizyki doświadczalnej, w szczególności metod i aparatury badań strukturalnych i spektroskopowych.

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Znajomość podstaw fizyki współczesnej, w tym termodynamiki i fizyki statystycznej, elektrodynamiki, fizyki atomowej i jądrowej, mechaniki kwantowej w ramach kursów uniwersyteckich.

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

Badania struktury materii skondensowanej metodami dyfrakcja promieni Rentgena (metoda Debye'a - Sherrera, metoda Lauego, metoda obracanego kryształu, metoda proszkowa).

Inne metody badań strukturalnych materii skondensowanej (dyfrakcja elektronów, dyfrakcja neutronów, dyfrakcji atomów helu i cząsteczek wodoru).

Metody spektroskopii rezonansów magnetycznych (jądrowy rezonans magnetyczny (NMR), elektronowy rezonans paramagnetyczny (EPR), ferromagnetyczny rezonans (FMR) i inne metody rezonansowe).

Metody spektroskopii optycznej (spektroskopia Ramana, absorpcja optyczna, luminescencja).

Inne metody badań spektroskopowych materii skondensowanej (spektroskopia rentgenowska, spektroskopia promieniowania gamma (spektroskopia Mössbauera), spektroskopia promieniowania beta, spektroskopia promieniowania alfa, spektroskopia neutronowa, spektroskopia innych cząstek elementarnych).

METODY KSZTAŁCENIA:

Wykład konwencjonalny. Praca z książkami, włączając monografie specjalistyczne i artykuły oryginalne w czasopiśmie naukowych.

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|--|-----------------|--------------------|-------------|
| Posiada rozszerzoną wiedzę w zakresie fizyki, w tym jej historycznego rozwoju, zarówno w zakresie metodologii, zakresu badań, jak i znaczenia fizyki dla postępu | K2A_W01 | Egzamin | Wykład |

| | | | |
|--|---------|---------|--------|
| nauk ścisłych i przyrodniczych, poznania świata oraz rozwoju ludzkości. | | | |
| Zna techniki doświadczalne oraz obserwacyjne wraz z ich ograniczeniami. | K2A_W03 | Egzamin | Wykład |
| Zna teoretyczne podstawy funkcjonowania aparatury naukowej z zakresu dziedzin nauki i dyscyplin naukowych właściwych dla fizyki. | K2A_W04 | Egzamin | Wykład |
| Potrafi planować i wykonywać podstawowe doświadczenia lub obserwacje dotyczące zagadnień fizycznych. | K2A_U02 | Egzamin | Wykład |
| Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie, potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób. | K2A_K01 | Egzamin | Wykład |
| Ma świadomość społecznych skutków badań typowych dla fizyki. | K2A_K05 | Egzamin | Wykład |

WARUNKI ZALICZENIA:

Egzamin ustny z całego zakresu materiału. Zdanie egzaminu na ocenę pozytywną.

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

- Udział w wykładach: 15 godz.
- Przygotowanie do egzaminu: 20 godz.
- Konsultacje: 3 godz.
- Udział w egzaminie: 2 godz.

Łącznie: 40 godz., 2 ECTS.

Nakład związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela – 20 godz., 1 ECTS.

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] V. Acosta, C. L. Cowan, B.J. Graham, *Podstawy fizyki współczesnej*, PWN, Warszawa 1981.
- [2] J. A. Weil, J. A. Bolton, J. E. Wertz, *Electron Spin Resonance. Elementary Theory and Practical Applications*, John Wiley & Sons, New York 1994.
- [3] A. Oleś, *Metody doświadczalne fizyki ciała stałego*, WNT, Warszawa 1998.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Encyklopedia fizyki współczesnej, PWN, Warszawa 1983.
- [2] H. Ibach, H. Luth, *Fizyka ciała stałego*, PWN, Warszawa 1996.
- [3] Monografie i artykuły oryginalne o metodach doświadczalnych fizyki współczesnej.

PROGRAM OPRACOWAŁ:

Dr hab. Bohdan Padlyak, prof. UZ

KOMPUTEROWE WSPOMAGANIE EKSPERYMENTU

Kod przedmiotu: **13.2-WF-FizD-KoWsE**

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **Nauczyciel akademicki prowadzący ćwiczenia laboratoryjne**

Prowadzący: **Nauczyciel akademicki z Wydziału Fizyki i Astronomii**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|---|---------------------------|--------------------------|-----------|---------------------|-------------|
| FIZYKA - studia stacjonarne drugiego stopnia | | | | | 4 |
| Laboratorium | 30 | 2 | I (FŚ) | zaliczenie na ocenę | |

CEL PRZEDMIOTU:

Nauczenie studentów wykorzystania technik komputerowych do wspomaganie eksperymentów fizycznych.

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Podstawy statystyki matematycznej i analizy danych, umiejętność programowania w dowolnym języku, znajomość metod matematycznych fizyki.

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

- Wprowadzenie do języka R
- Typy danych, reprezentacje typów danych w języku R.
- Zbieranie, przechowywanie, transformacje i ponowne wykorzystanie danych.
- Planowanie eksperymentu, podstawowe projekty eksperymentu, obliczanie wielkości próby.
- Podstawy modelowania statystycznego.
- Modele liniowe, metoda najmniejszych kwadratów, dopasowanie wielomianowe.
- Modele nieliniowe, metoda Marquardt'a-Levenberga.
- Podstawy uogólnionych modeli liniowych.
- Podstawy analizy sygnałów, metoda Fouriera, filtrowanie sygnału

METODY KSZTAŁCENIA:

Laboratorium komputerowe

EFEKTY KSZTAŁCENIA:

Student potrafi opisać model danych pochodzących z danego eksperymentu, lub oczekiwanego w danym eksperymencie (K2A_W03, K2A_U02, K2A_U03, K2A_U04). Umie transformować dane i zna znaczenie prawidłowego zbierania, przechowywania i ponownego użycia danych (K2A_U04, K2A_U05). Potrafi opisać różnicę pomiędzy modelem statystycznym i dynamicznym (K2A_W03, K2A_W04). Potrafi wyliczyć wielkość próby niezbędną do przeprowadzenia konkretnego eksperymentu (K2A_W03, K2A_U04, K2A_U05). Potrafi

tworzyć i testować liniowe i nieliniowe statystyczne modele danych (K2A_W03, K2A_U04, K2A_U05). Zna podstawy analizy spektralnej i filtrowania sygnałów (K2A_W03, K2A_W04, K2A_U05).

WERYFIKACJA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA I WARUNKI ZALICZENIA:

Test końcowy, przygotowanie projektu zaliczeniowego.

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

- Udział w ćwiczeniach: 30 godz.
- Przygotowanie do ćwiczeń: 20 godz.
- Przygotowanie projektu zaliczeniowego: 25 godz.
- Konsultacje: 5 godz.

RAZEM: 80 godz., 4 ECTS.

Nakład związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela: 35 godz., 2 ECTS.

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] R. Nowak, *Statystyka dla fizyków*, PWN, Warszawa 2002.
- [2] Steven W. Smith, *Cyfrowe przetwarzanie sygnałów DSP. Praktyczny poradnik dla inżynierów i naukowców*, Wydawnictwo BTC, 2007.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] *Optimal Design of Experiments: A Case Study Approach*, Peter Goos , Bradley Jones, Wiley

PROGRAM OPRACOWAŁ:

Dr hab. Jarosław Piskorski, prof. UZ

METODY MATEMATYCZNE FIZYKI

Kod przedmiotu: **11.1-WF-FizD-MeMaF**

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **Nauczyciel akademicki prowadzący wykład**

Prowadzący: **Nauczyciel akademicki z Wydziału Fizyki i Astronomii**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|---|---------------------------|--------------------------|---------|---------------------|-------------|
| FIZYKA - studia stacjonarne drugiego stopnia | | | | | 6 |
| Wykład | 15 | 1 | I | egzamin | |
| Ćwiczenia | 30 | 2 | (FT) | zaliczenie na ocenę | |

CEL PRZEDMIOTU:

Zapoznanie z podstawowym aparatem matematycznym geometrii różniczkowej, algebry i analizy tensorowej potrzebnym do wykładu i ćwiczeń z teorii pola (ogólnej teorii względności)

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Analiza matematyczna I i II, metody algebraiczne i geometryczne w fizyce

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

- Elementy analizy funkcji wielu zmiennych. Funkcje z R^n do R^m , ciągłość, granica, różniczkowalność, macierz Jacobiego przekształcenia, twierdzenia o funkcji odwrotnej i o funkcji uwikłanej wielu zmiennych.
- Elementy geometrii różniczkowej. Układy współrzędnych kartezjańskich i krzywoliniowych w R^n i pewnych obszarach R^n , Krzywe w przestrzeni euklidesowej, długość krzywej, metryka riemannowska, parametryzacja naturalna, krzywizna i torsja, wzory Serret-Freneta, powierzchnie w R^3 , pierwsza i druga forma podstawowa, krzywizna średnia i krzywizna Gaussa, podprzestrzenie zanurzone w wyżej wymiarowych przestrzeniach płaskich, pojęcie rozmaitości różniczkowej, współrzędne na rozmaitości, przestrzeń styczna i kostyczna
- Elementy algebry tensorowej. Przestrzeń dualna do przestrzeni wektorowej, odwzorowania wieloliniowe, prawo transformacji dla tensorów i pól tensorowych, operacje algebraiczne na tensorach, formy różniczkowe jako tensory antysymetryczne, przykłady zastosowania tensorów w fizyce.
- Elementy analizy tensorowej. Koneksja afiniczna, pochodna kowariantna, symbole Christoffela, torsja, koneksja riemannowska, przesunięcie równoległe, równanie przesunięcia równoległego, geodezyjne, tensor krzywizny, współrzędne euklidesowe, własności tensora krzywizny, tensor Ricciego, skalar krzywizny.

METODY KSZTAŁCENIA:

Wykład konwencjonalny z podkreśleniem treści potrzebnych w trakcie studiowania ogólnej teorii względności.

Ćwiczenia rachunkowe, w ramach, których studenci rozwiązują zadania ilustrujące treść wykładu z przykładami dobranymi pod kątem zastosowania do ogólnej teorii względności.

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| Student zna i rozumie wybrane zagadnienia analizy wielu zmiennych, geometrii różniczkowej oraz algebry i analizy tensorowej. Zna terminologię stosowaną w tych naukach. | K2A_W02 | sprawdzian egzamin | wykład ćwiczenia |
| Posiada umiejętności posługiwania się aparatem matematycznym do opisu i modelowaniu zjawisk i procesów fizycznych. | K2A_W05 | sprawdzian egzamin dyskusja | ćwiczenia wykład |
| Student zna i stosuje różnorodne współrzędne krzywoliniowe, określa obszary ich stosowalności. Wyznacza parametryzacje naturalne krzywych, liczy krzywiznę i torsję krzywych. Liczy formy podstawowe i krzywizny powierzchni. Zna różne sposoby określania rozmaitości różniczkowych, wyznacza przestrzenie styczne i kostyczne. | K2A_W05 K2A_W02 K2A_U05 | Sprawdzian Egzamin | wykład ćwiczenia |
| Potrafi transformować różnorodne pola tensorowe przy zmianie układu współrzędnych, wykonuje operacje algebraiczne na tensorach, wyznacza symbole Christoffela z metryki i z równań geodezyjnych, wyznacza równania geodezyjnych. Liczy tensor krzywizny i skalar krzywizny, zna własności tensora krzywizny i je wykorzystuje. | K2A_W05 K2A_W02 K2A_U05 | sprawdzian egzamin | wykład ćwiczenia |
| Potrafi samodzielnie zdobywać wiedzę i rozwijać swoje umiejętności dotyczące geometrii różniczkowej rachunku tensorowego korzystając z różnych źródeł w języku polskim i obcym (angielskim) oraz nowoczesnych technologii. | K2A_U09 | sprawdzian egzamin | wykład ćwiczenia |
| Ma świadomość swojej wiedzy i umiejętności. Rozumie potrzebę i zna możliwości dalszego doksztalcania z różnych dziedzin matematyki pod kątem zastosowań do teorii względności i innych dziedzin fizyki współczesnej. | K2A_K01 | dyskusja | ćwiczenia |

WARUNKI ZALICZENIA:

Wykład: egzamin pisemny z oceną; Warunek zaliczenia - pozytywna ocena.

Ćwiczenia: Kolokwium pisemne. Warunek zaliczenia – pozytywne zaliczenie kolokwium.

Przed przystąpieniem do zaliczenia z wykładu student musi uzyskać zaliczenie z ćwiczeń.

Ocena końcowa: średnia arytmetyczna ocen egzaminu i zaliczenia ćwiczeń.

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA (6 ECTS):

- udział w wykładach: 15 godz.
- przygotowanie do wykładu: 15 godz.
- przygotowanie do egzaminu: 18 godz.
- udział w egzaminie: 2 godz.
- udział w ćwiczeniach: 30 godz.
- przygotowanie do ćwiczeń w tym przygotowanie do kolokwium: 30 godz.
- udział w konsultacjach: 10 godz.

RAZEM: 120 godz., 6 ECTS

Nakład pracy związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela wynosi 57 godzin. Odpowiada to 3 ECTS.

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] L. M. Sokolowski, *Elementy analizy tensorowej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, 2010.
- [2] M. Spivak, *Analiza na rozmaitościach*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006.
- [3] A. Goetz i inni, *Zewnętrzne formy różniczkowe*, WNT, Warszawa 1965.
- [4] S. Lovett, *Differential geometry of Manifolds*, A K Peters, Ltd, Natick, Massachusetts 2010.

- [5] A. S. Mishchenko, A. Fomenko, *A course of Differential Geometry and Topology*, Mir Publishers Moscow 1988.
- [6] B. A. Dubrovin, A.T. Fomenko, S.P. Novikov, *Modern Geometry – Methods and Applications*, Springer 1992.
- [7] A. S. Mishchenko, Yu. P. Solovyev, A.T. Fomenko, *Problems in Differential Geometry and Topology*, Mir Publishers, Moscow 1985.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] P.M. Gadea, J. Munoz Masque, *Analysis and Algebra on Differentiable Manifolds*, Springer 2009.
- [2] T. Banchoff, S. Lovett, *Differential Geometry of Curves and Surfaces*, A K Peters, Ltd, Natick, Massachusetts 2010.
- [3] S. Chandrasekhar, *The Mathematical Theory of Black Holes*, Clarendon Press, Oxford 1983.
- [4] E. Karaśkiewicz, *Zarys teorii wektorów i tensorów*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1964.

PROGRAM PRZYGOTOWAŁA:

Dr hab. Maria Przybylska, prof. UZ

ASTROFIZYKA I

Kod przedmiotu: 13.7-WF-FizD-Astr1

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **Nauczyciel akademicki prowadzący wykład**

Prowadzący: **Nauczyciel akademicki z wydziału Fizyki i Astronomii**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|---|---------------------------|--------------------------|---------|---------------------|-------------|
| FIZYKA - studia stacjonarne II stopnia | | | | | 6 |
| Wykład | 15 | 1 | I | egzamin | |
| Ćwiczenia | 30 | 2 | (AK) | zaliczenie na ocenę | |

CEL PRZEDMIOTU:

Poszerzenie wiedzy na temat astrofizyki gwiazd, ewolucji gwiazd pojedynczych i podwójnych, oraz końcowych stadiów ewolucji gwiazd

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Podstawowa wiedza z zakresu astrofizyki, w szczególności budowy i ewolucji gwiazd. Znajomość podstawowych zasad z zakresu mechaniki niebieskiej.

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

- Budowa gwiazd. Podstawowe prawa rządzące strukturą gwiazdy.
- Atmosfery gwiazdowe.
- Powstawanie widma gwiazdy.
- Wpływ różnych parametrów fizycznych na wygląd linii widmowych.
- Ewolucja gwiazd o różnych masach.
- Obłoki materii międzygwiazdowej, protogwiazdy, dyski około-gwiazdowe.
- Parametry gwiazd na ciągu głównym w zależności od masy i składu chemicznego.
- Ewolucja po ciągu głównym – olbrzymy i nadolbrzymy.
- Gałąź horyzontalna i asymptotyczna.

METODY KSZTAŁCENIA:

Wykład klasyczny, ćwiczenia rachunkowe, metoda projektu – opracowanie wybranego zagadnienia teoretycznego z zakresu tematycznego wykładu.

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|--|--------------------|--------------------|-------------|
| Student potrafi wymienić i wyjaśnić podstawowe prawa rządzące budową gwiazd, ze szczególnym uwzględnieniem zasady równowagi hydrostatycznej. Na podstawie nabytej wiedzy z zakresu | K2A_W01 K2A_W03 | Egzamin ustny | wykład |

| | | | |
|--|---|--|-----------|
| fizyki i astronomii potrafi opisać elementy struktury gwiazd o różnych masach, wskazać występujące pomiędzy nimi różnice i wyjaśnić ich powody. Student potrafi opisać mechanizm powstawania widma gwiazdy i wpływ różnych parametrów i procesów fizycznych na charakterystykę widma. Student posiada rozszerzoną wiedzę na temat ewolucji gwiazd. Potrafi opisać wygląd gwiazdy na różnych etapach ewolucji, w zależności od jej masy i składu chemicznego. Potrafi objaśnić mechanizm powstawania gwiazd z obłoków molekularnych. Potrafi wskazać i scharakteryzować różnice w ewolucji gwiazd o różnych masach. | | | |
| Wykorzystując posiadaną wiedzę teoretyczną student potrafi rozwiązywać proste problemy analityczne z zakresu budowy gwiazd. Potrafi samodzielnie opracować wybrane zagadnienie z zakresu astrofizyki gwiazd i ewolucji gwiazd korzystając z dostępnej literatury. Potrafi opracować rezultaty swych badań w formie pisemnej. | K2A_U01 K2A_U03 K2A_U05 K2A_U07 K2A_U11 K2A_U12 K2A_U13 K2A_K01 K2A_K03 | Kolokwium zaliczeniowe, ocena projektu | ćwiczenia |

WARUNKI ZALICZENIA:

Wykład: Egzamin ustny

Warunek dopuszczenia do egzaminu – pozytywna ocena z ćwiczeń.

Ćwiczenia: Warunek zaliczenia – pozytywna ocena z pisemnego kolokwium rachunkowego plus pozytywna ocena z opracowania projektu.

Ocena końcowa: średnia ważona ocen z wykładu (70%) i ćwiczeń (30%).

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

- udział w wykładach: 15 tygodni x 1 godz. = 15 godz.

- udział w ćwiczeniach: 15 x 2 = 30 godz.

- przygotowanie do ćwiczeń: 15 x 2 = 30 godz.

- dokończenie w domu zadań rachunkowych: 15 x 1 = 15 godz.

- praca nad projektem zaliczeniowym: 15 godz.

- udział w konsultacjach: 5 godz.

- przygotowanie do egzaminu: 13 godz.

- udział w egzaminie: 2 godz.

RAZEM: 125 godz., 6 punktów ECTS.

Nakład związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela: 52 godz., 2,5 ECTS.

LITERATURA PODSTAWOWA:

[1] F. Shu, *Galaktyki, gwiazdy, życie*, Prószyński i S_ka, 2003.

[2] M. Kubiak, *Gwiazdy i materia międzygwiazdowa*, PWN, 1994.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

[1] J. Mullaney, *Double & Multiple Stars and how to observe them*, Springer 2005.

[2] R. Kippenhann, A. Weigert, *Stellar structure and evolution*, Springer 1996.

PROGRAM OPRACOWAŁ:

Dr Wojciech Lewandowski

FIZYKA KWANTOWA I

Kod przedmiotu: **13.2-WF-FizD-FKwa1**

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **Nauczyciel akademicki prowadzący wykład**

Prowadzący: **Nauczyciel akademicki z Wydziału Fizyki i Astronomii**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|--------------------------------------|---------------------------|--------------------------|---------|---------------------|-------------|
| Fizyka studia stacjonarne II stopnia | | | | | 8 |
| Wykład | 30 | 2 | II | egzamin | |
| Ćwiczenia | 45 | 3 | | zaliczenie na ocenę | |

CEL PRZEDMIOTU:

Zapoznanie studenta z zaawansowanymi metodami opisu zjawisk kwantowych, różnymi reprezentacjami matematycznymi, metodami przybliżonymi oraz elementami relatywistycznej mechaniki kwantowej.

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Znajomość podstaw mechaniki kwantowej

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

WYKŁAD:

- Przypomnienie postulatów mechaniki kwantowej.
- Metody przybliżone:
 - Rachunek zaburzeń (bez czasu). Przypadek niezdegenerowany. Interpretacja doświadczenia Sterna-Gerlacha i efektu Zeemana. Przypadek zdegenerowany. Efekt Starka.
 - Zasada wariacyjna i metoda wariacyjna. Zagadnienie wielu ciał oddziałujących. Pole średnie – metoda pola pola samouzgodnionego.
- Symetrie a prawa zachowania:
 - Transformacje unitarne, ogólne sformułowanie zagadnienia.
 - Przesunięcia w przestrzeni a prawo zachowania pędu.
 - Obroty a prawo zachowania momentu pędu.
 - Przesunięcia w czasie a prawo zachowania energii.
 - Transformacja inwersji przestrzeni a prawo zachowania parzystości.
- Reprezentacja liczb obsadzeń – operatory kreacji i anihilacji fermionów.
- Reprezentacja liczb obsadzeń – operatory kreacji i anihilacji bozonów.
- Elementy relatywistycznej mechaniki kwantowej:
 - Równanie Kleina-Gordona.
 - Równanie Diraca.
 - Ruch swobodnego elektronu w teorii Diraca. Stany o ujemnej energii.
 - Moment magnetyczny elektronu.
 - Spin elektronu.
 - Atom wodoru w teorii Diraca.
- Uniwersalne własności paczek falowych w układach związanych.

– Statystyki Fermiego i Bosego.

ĆWICZENIA:

Zasadniczo te same zagadnienia, z uwzględnieniem szczegółowych obliczeń i interpretacji na przykładach.

METODY KSZTAŁCENIA:

Wykład problemowy oraz konwersatoryjny. Ćwiczenia audytoryjne, w ramach których studenci rozwiązują problemy.

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|---|-----------------|----------------------------|-------------|
| Student potrafi wyprowadzić wnioski z postulatów mechaniki kwantowej | K2A_W02 | Sprawdzian | Ćwiczenia |
| Potrafi zastosować kilka metod przybliżonych rozwiązywania równań własnych | K2A_W02 | Odpowiedzi ustne i egzamin | Ćwiczenia |
| Zna różne reprezentacje operatorów fizycznych | K2A_W04 | Odpowiedzi ustne i egzamin | Ćwiczenia |
| Potrafi powiązać symetrie układu kwantowego z prawami zachowania | K2A_U06 | Odpowiedzi ustne i egzamin | Ćwiczenia |
| Pokazuje efekty relatywistyczne, takie jak spin fermionów, moment magnetyczny elektronu itp | K2A_W06 | Odpowiedzi ustne i egzamin | Ćwiczenia |

WARUNKI ZALICZENIA:

Wykład:

Warunkiem zaliczenia wykładu jest zdanie egzaminu końcowego pisemnego polegającego na opisaniu kilku problemów teoretycznych.

Przed przystąpieniem do egzaminu student musi uzyskać zaliczenie z ćwiczeń.

Ćwiczenia:

W trakcie zajęć sprawdzany będzie stopień przygotowania studentów oraz zrozumienie treści wykładanych w czasie wykładu. Przeprowadzone będą sprawdziany z zadaniami i problemami, pozwalające ocenić, czy student osiągnął efekty kształcenia.

Warunkiem koniecznym i dostatecznym zaliczenia ćwiczeń jest uzyskanie 50% maksymalnej ilości punktów, jaką można zdobyć z dwóch sprawdzianów cząstkowych. Student, który uzbiera, co najmniej 10 % maksymalnej ilości punktów i nie przekroczy limitu nieobecności na zajęciach ma prawo do sprawdzianu poprawkowego z całości materiału przed I terminem egzaminu. Na ocenę oprócz wyników sprawdzianów wpływają również: aktywne uczestniczenie w zajęciach, przygotowanie do zajęć.

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

Godziny kontaktowe:

- wykład: 30 godz.
- ćwiczenia: 45 godz.
- konsultacje: 10 godz.
- udział w egzaminie: 2 godz.

Praca samodzielna studenta:

- przygotowanie do wykładu i egzaminu: 30 godz.
- przygotowanie do ćwiczeń i sprawdzianów: 45 godz.

RAZEM: 162 godz., 8 ECTS.

Nakład związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela: 87 godz., 4 ECTS.

LITERATURA PODSTAWOWA:

[1] P. Rozmej, *Lecture Notes*, plik PDF.

[2] St. Szpikowski, *Podstawy mechaniki kwantowej*, Wyd. UMCS, 2006.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

[1] I. Białynicki-Birula, M. Cieplak, J. Kamiński, *Teoria kwantów*, Warszawa, PWN, 2001.

[2] A. L. Schiff, *Mechanika kwantowa*, PWN, Warszawa 1987.

PROGRAM OPRACOWAŁ:

Prof. dr hab. Piotr Rozmej

WSTĘP DO FIZYKI ATOMU I CZĄSTECZKI

Kod przedmiotu: **13.2-WF-FizD-WdFAC**

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **Nauczyciel akademicki prowadzący wykład**

Prowadzący: **Nauczyciel akademicki z Wydziału Fizyki i Astronomii**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|---|---------------------------|--------------------------|---------|---------------------|-------------|
| FIZYKA - studia stacjonarne II stopnia | | | | | 7 |
| Wykład | 30 | 2 | II | egzamin | |
| Ćwiczenia | 30 | 2 | | zaliczenie na ocenę | |

CEL PRZEDMIOTU:

Zapoznanie studentów z zagadnieniami fizyki kwantowej, stanowiącymi podstawę zastosowania metod i teorii mechaniki kwantowej. Szczególną rolę spełniają tu metody przybliżone, w szczególności metoda wariacyjna oraz metoda pola samo uzgodnionego.

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Znajomość wiedzy w zakresie mechaniki kwantowej, elektrodynamiki klasycznej oraz metod matematycznych fizyki, w ramach prowadzonych zajęć kursowych.

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

WYKŁAD: *Atomy wodoropodobne, operatory, wartości własne, postulaty mechaniki kwantowej, degeneracja, spin elektronu, orbitale atomowe. Atomy wieloelektrodowe, przybliżenie pola centralnego, metoda Hartree-Focka, metoda pola samouzgodnionego. Reguły wyboru. Cząsteczki w ujęciu kwantowo-mechanicznym, metoda Borna-Oppenheimera, metoda MO LCAO. Układ okresowy pierwiastków. Widmo atomowe, sprzężenie LS, struktura subtelna widma, struktura nadsubtelna. Widmo cząsteczkowe.*

ĆWICZENIA: *Operator pędu i położenia, momentu pędu, energii, komutacja, stopień degeneracji. Orbitale typu s, p, d, ... i liczby kwantowe. Konfiguracja elektronowa atomów wieloelektrodowych. Metoda MO LCAO w zastosowaniu do cząsteczek homojądrowych. Konfiguracja elektronowa cząsteczek, widmo cząsteczkowe.*

METODY KSZTAŁCENIA:

Wykład konwencjonalny, ćwiczenia rachunkowe

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|---|-----------------|--------------------|-------------|
| Umiejętność teoretycznej interpretacji znanych wcześniej faktów | K2A_W03, | | |

| | | | |
|--|---------|---|-----------|
| doświadczalnych | | Egzamin, kontrola na ćwiczeniach rachunkowych | ćwiczenia |
| Rozumienie mechanizmów zachodzących zjawisk fizycznych | K2A_U01 | Egzamin, sprawdzian na ćwiczeniach | ćwiczenia |
| Stosowanie metod matematyki w fizyce | K2A_W02 | Egzamin, sprawdzian na ćwiczeniach | ćwiczenia |

WARUNKI ZALICZENIA:

Wykład: Egzamin pisemny i ustny. Warunek zaliczenia – pozytywna ocena z egzaminu.

Ćwiczenia: Aktywna obecność na ćwiczeniach, zaliczenie kolokwium.

Przed przystąpieniem do egzaminu student musi uzyskać zaliczenie z ćwiczeń.

Ocena końcowa: średnia ważona ocen z egzaminu (60%) i ćwiczeń (40%).

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

- udział w wykładach: 30 godz.
- udział w ćwiczeniach: 30 godz.
- przygotowanie do ćwiczeń: 40 godz.
- przygotowanie do egzaminu: 30 godz.
- udział w egzaminie: 2 godz.
- udział w konsultacjach: 5 godz.

RAZEM: 137 godz., 7 ECTS.

Nakład pracy związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela wynosi 67 godzin. Odpowiada to 3,5 ECTS.

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] W. Kołos, J. Sadlej, *Atom i cząsteczka*, WNT, Warszawa 2007.
- [2] J. Ginter, *Wstęp do fizyki atomu, cząsteczki i ciała stałego*, PWN, Warszawa 1986.
- [3] I. Białynicki-Birula, M. Cieplak, J. Kamiński, *Teoria kwantów*, PWN, Warszawa 1991.
- [4] W. Kołos, *Chemia kwantowa*, PWN, Warszawa 1980.
- [5] L. Schiff, *Mechanika kwantowa*, PWN, Warszawa 1977

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA: -

PROGRAM OPRACOWAŁ:

Dr hab. Anatol Nowicki, prof. UZ

SYMULACJE KOMPUTEROWE W ZASTOSOWANIACH

Kod przedmiotu: **11.3-WF-FizD-SKwZa**

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **Nauczyciel akademicki prowadzący wykład**

Prowadzący: **Nauczyciel akademicki z Wydziału Fizyki i Astronomii**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|---|---------------------------|--------------------------|---------|---------------------|-------------|
| FIZYKA - studia stacjonarne drugiego stopnia | | | | | 6 |
| Wykład | 30 | 2 | II | egzamin | |
| Laboratorium | 30 | 2 | (FK) | zaliczenie na ocenę | |

CEL PRZEDMIOTU:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów i zdobycie przez nich podstawowej wiedzy na temat rodzajów symulacji komputerowych, ich zastosowań i ograniczeń. Studenci powinni zdobyć umiejętności pozwalające na zaprojektowanie, implementację i przeprowadzenie eksperymentu komputerowego opartego na symulacji realnego procesu.

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Umiejętność obiektowego programowania w jednym z języków C++ / Java lub Python, ukończony kurs wstępu do symulacji komputerowych, znajomość podstawowych algorytmów MD w układzie NVE oraz elementy metod MC – generatory liczb losowych, całkowanie numeryczne, rozgrywanie zmiennych losowych

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

- Przypomnienie informacji o metodach MC – generatory liczb losowych, rozgrywanie zmiennych losowych ciągłych i dyskretnych.
- Błądzenie losowe na sieciach dyskretnych, gaz sieciowy
- Perkolacja
- Symulacje MC układów oddziałujących spinów
- Systemy kolejkowe
- Symulacje komputerowe polimerów
- Przypomnienie podstawowych metod i algorytmów dynamiki molekularnej
- Symulacje układów oddziałujących atomów
- Mechanika molekularna i opis oddziaływań w układach molekularnych
- Symulacje układów NVE, NVT, NPT

METODY KSZTAŁCENIA:

Wykład:

Wykład konwencjonalny, problemowy, pokaz, dyskusja, warsztaty (testowanie aktualnie omawianych fragmentów kodu), burza mózgów

Laboratoria:

Ćwiczenia laboratoryjne, metoda projektu, praca w grupie, giełda pomysłów, burza mózgów, prezentacja, praca z dokumentacją, samodzielne pozyskiwanie wiedzy

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|--|-------------------------------|---|----------------------|
| Student poszerza swoje umiejętności w zdobywaniu wiedzy w zróżnicowany sposób korzystając z wielu źródeł | K2A_U10 | Bieżąca kontrola na zajęciach, projekt, dyskusja, egzamin | laboratorium, wykład |
| Student posiada praktyczną wiedzę dotyczącą umiejętności modelowania z użyciem generatora liczb pseudolosowych i metod deterministycznych | K2A_W02 | Bieżąca kontrola na zajęciach, projekt, dyskusja, egzamin | laboratorium, wykład |
| Student posiada poszerzoną wiedzę z zakresu fizyki klasycznej układów oddziałujących ze szczególnym uwzględnieniem wpływu wartości parametrów potencjałów oddziaływania na stabilność i zachowanie się badanych układów | K2A_W01 | Bieżąca kontrola na zajęciach, projekt, dyskusja, egzamin | laboratorium, wykład |
| Posiada wiedzę w zakresie: analizy błędów numerycznych, numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych, implementacji i projektowania aplikacji symulujących procesy fizyczne, dynamiki molekularnej układu oddziałujących cząstek, całkowania metodami Monte Carlo, algorytmu Metropolis, analizy wyników numerycznych, generatorów liczb pseudolosowych o rozkładzie dyskretnym i ciągłym | K2A_W05 | Bieżąca kontrola na zajęciach, projekt, dyskusja, egzamin | laboratorium, wykład |
| Posiada umiejętności w zakresie analizy danych pochodzących z symulacji komputerowej standardowymi narzędziami i w ramach standardowych metod oraz metod i narzędzi analizy danych, o których wiedza zdobywana jest w trakcie pracy z literaturą naukową | K2A_U05 K2A_U03 K2A_U10 | Bieżąca kontrola na zajęciach, projekt, dyskusja, egzamin | laboratorium, wykład |
| Poszerzenie świadomości dotyczącej potrzeby aktualizacji wiedzy merytorycznej dotyczącej dostępnych technik symulacyjnych i wyników badań, a także świadomości dotyczącej wpływu badań komputerowych na rozwój technologii, w tym w szczególności nanotechnologii | K2A_K01 K2A_K05 | Bieżąca kontrola na zajęciach, projekt, dyskusja, egzamin | laboratorium, wykład |

WARUNKI ZALICZENIA:

Wykład:

Egzamin praktyczny polegający na przedstawieniu rozwiązania postawionego problemu (wylosowanego z listy problemów). Ocenie końcowej podlega analiza problemu, przedstawienie algorytmów rozwiązania problemu oraz opis weryfikacji uzyskanych wyników.

Laboratorium:

Ocena końcowa z laboratorium składa się w 30% z średniej ocen uzyskanych w trakcie laboratoriów i w 70% z oceny końcowej projektu.

Przed przystąpieniem do egzaminu student musi uzyskać zaliczenie z ćwiczeń laboratoryjnych.

Ocena końcowa: średnia arytmetyczna ocen egzaminu i zaliczenia ćwiczeń laboratoryjnych.

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

- Udział w wykładach: 30 h
- Udział w laboratoriach: 30 h
- Przygotowanie do laboratoriów: 20 h
- Przygotowanie projektu semestralnego: 30 h
- Przygotowanie do egzaminu: 10 h
- Konsultacje: 5 h
- Egzamin: 2 h

Razem: 127 h, 6 punktów ECTS.

Bezpośredni udział nauczyciela: $30 + 30 + 5 + 2 = 67$, 3 punkty ECTS.

LITERATURA PODSTAWOWA:

[1] D. Frenkel, B. Smit *Understanding Molecular Simulation. From Algorithms to Applications*, Academic Press, 2002.

[2] M. P. Allen, D. J. Tildesley, *Computer Simulation of Liquids*, Oxford University Press, 1990.

[3] D. P. Landau, K. Binder, *A guide to Monte Carlo Simulations in Statistics and Physics*, Cambridge University Press, 2005.

[4] K. Binder, D. W. Heerman *Monte Carlo Simulation in Statistical Physics* Springer, 2010 (5th ed)

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA: -

PROGRAM OPRACOWAŁ:

Dr Marcin Kośmider

PROGRAMOWANIE W ŚRODOWISKU UNIX

Kod przedmiotu: **11.3-WF-FizD-UNIX**

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **Nauczyciel akademicki prowadzący laboratorium**

Prowadzący: **Nauczyciel akademicki z Wydziału Fizyki i Astronomii**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|---|---------------------------|--------------------------|------------|---------------------|-------------|
| FIZYKA - studia stacjonarne II stopnia | | | | | 3 |
| Laboratorium | 30 | 2 | II (FK) | zaliczenie na ocenę | |

CEL PRZEDMIOTU:

Celem przedmiotu jest zdobycie umiejętności wykorzystania zaawansowanych narzędzi programistycznych (oprogramowania i bibliotek) dostępnych w systemach *Unix, często wykorzystywanych w infrastrukturach do obliczeń naukowych (klastry superkomputerowe)

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Umiejętność programowania w języku C/C++/Java/Python, umiejętności pracy w systemach operacyjnych rodziny *UNIX

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

- GNU toolchain: zestaw narzędzi programisty dostarczanych przez projekt GNU (gcc, automake, autoconf, binutils i inne).
- GNU Emacs jako IDE.
- biblioteki dzielone i biblioteki statyczne.
- niskopoziomowe instrukcje wektorowe (programowanie SSE).
- programowanie równoległe (OpenMPI).
- interfejsy do OpenMPI w wysokopoziomowych językach skryptowych na przykładzie języka Python.

METODY KSZTAŁCENIA:

Ćwiczenia laboratoryjne, dyskusje, samodzielna praca z dokumentacją oraz wyszukiwanie informacji w sieci Internet

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|---|-------------------------------|---|--------------|
| Student potrafi dostosować narzędzia i techniki obliczeniowe do klasycznych problemów symulacyjnych w fizyce takich jak obliczenia MD, estymacje MC | K2A_W05 K2A_U05 K2A_U06 | Praca przy stanowisku komputerowym, odpowiedź ustna, odpowiedź pisemna, | Laboratorium |

| | | | |
|--|--------------------|---|--------------|
| czy analiza danych dużej objętości dyskowej | | bieżąca kontrola na zajęciach | |
| Student posiada umiejętność wydajnego programowania w oparciu o narzędzia dostarczane przez projekt GNU oraz inne otwarte oprogramowanie | K2A_U05 K2A_U06 | Praca przy stanowisku komputerowym, odpowiedź ustna, odpowiedź pisemna, bieżąca kontrola na zajęciach | Laboratorium |
| Umiejętność programowania wykorzystującego instrukcje wektorowe SSE oraz umiejętność programowania równoległego opartego o interfejs OpenMPI | K2A_U05 K2A_U06 | Praca przy stanowisku komputerowym, odpowiedź ustna, odpowiedź pisemna, bieżąca kontrola na zajęciach | Laboratorium |

WARUNKI ZALICZENIA:

Zaliczenie na ocenę pozytywną dwóch projektów laboratoryjnych:

- symulacja Monte-Carlo modelu Isinga zrealizowana w technice równoległej, z raportem naukowym przygotowanym w systemie LaTeX (50% oceny),
- przygotowanie oprogramowania wspomagającego pracę naukową w infrastrukturze superkomputerowej: uruchamianiu skryptów obliczeniowych, raportowanie, automatyczne uruchamianie przerwanych zadań (50% oceny).

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

- Udział w laboratorium: 30 h
- Przygotowanie do laboratorium: 20 h
- Praca własna nad projektami: 20 h
- Konsultacje: 5 h

RAZEM: 75 godz., 3 ETCS.

Nakład związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela: 35 godz., 1,5 ECTS.

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] *Introduction to Parallel Computing*, Peteresen Arbenz, Oxford University Press, 2004.
- [2] Intel(R) 64 and IA-32 Architectures Optimization Reference Manual (<http://developer.intel.com/assets/pdf/manual/248966.pdf>)
- [3] Każdorazowo ustalana przez prowadzącego

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Publikacje dotyczące programowania MPI: <http://www.open-mpi.org/papers/>
- [2] Każdorazowo ustalana przez prowadzącego.

PROGRAM OPRACOWAŁ:

Dr Sebastian Żurek

PROGRAMOWANIE SYMBOLICZNE W SYMULACJACH PROCESÓW FIZYCZNYCH

Kod przedmiotu: 11.3-WF-FizD-PSSPF

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **Nauczyciel akademicki prowadzący ćwiczenia laboratoryjne**

Prowadzący: **Nauczyciel akademicki z Wydziału Fizyki i Astronomii**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|---|---------------------------|--------------------------|---------|---------------------|-------------|
| FIZYKA - studia stacjonarne drugiego stopnia | | | | | 3 |
| Laboratorium | 30 | 2 | II (FK) | zaliczenie na ocenę | |

CEL PRZEDMIOTU:

Student potrafi wykorzystywać systemy typu Computer Algebra System na przykładzie Mathematica, Sage, Maxima w symbolicznym rozwiązywaniu problemów w fizyce i weryfikacji obliczeń analitycznych.

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Znajomość analizy matematycznej i algebry liniowej oraz podstaw mechaniki klasycznej, elektrodynamiki klasycznej i mechaniki kwantowej. Programowanie w C lub Fortranie.

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

- Wstęp do obliczeń symbolicznych (wxMaxima, Mathematica):
 - sesje, obliczanie wyrażeń, środowisko, zmienne
 - różniczkowanie i całkowanie
 - układy równań
 - wykresy 2D i 3D i wizualizacja danych
 - równania różniczkowe
- Mechanika klasyczna
 - oscylator harmoniczny
 - oscylatory harmoniczne sprzężone
 - zagadnienie dwóch ciał
- Elektrodynamika
 - dyskretny rozkład ładunków
 - równanie Poissona
 - cząstka naładowana w polu elektromagnetycznym
- Mechanika kwantowa
 - bariera potencjału
 - studnia potencjału

- oscylator harmoniczny
- atom wodoru

METODY KSZTAŁCENIA:

Ćwiczenia laboratoryjne w pracowni komputerowej. Praca w grupach. Wspólne rozwiązywanie bardziej skomplikowanych przykładów.

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|--|--|-------------------------------|------------------------------|
| Student potrafi przedstawić problem w ujęciu praw i zasad fizyki, zaproponować model w ujęciu matematycznym | K2A_W02 K2A_U03 | bieżąca kontrola na zajęciach | laboratorium programistyczne |
| Student potrafi wykorzystać system CAS do analizy danych pomiarowych oraz graficznego przedstawienia danych. Potrafi dokonać analizy uzyskanych wyników, przedstawić i przedyskutować wnioski | K2A_W05 K2A_U03 K2A_U04 K2A_U05 | | |
| Student potrafi wykorzystać obliczenia symboliczne i numeryczne w systemie CAS do rozwiązania problemu fizycznego. Potrafi dokonać analizy uzyskanego rozwiązania oraz jego weryfikacji poprzez porównanie z znanym rozwiązaniem analitycznym (o ile istnieje) | K2A_W02 K2A_W05 K2A_U04 K2A_U06 | | |

WARUNKI ZALICZENIA:

Warunkiem zaliczenia laboratorium jest wykonanie wszystkich ćwiczeń programistycznych.

Ocena końcowa: średnia ważona ocen z kolokwium końcowego (50%) i ćwiczeń programistycznych (50%).

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

- 30 godzin pracy programistycznej podczas zajęć laboratoryjnych.
- 30 godzin samodzielnej pracy poza zajęciami na rozwiązanie zadanych ćwiczeń programistycznych.
- 2 godziny konsultacji.

Razem: 62 godziny pracy, 3 ECTS.

Nakład związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela: 32 godz., 1,5 ECTS.

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Lew Landau, Jewgienij Lifszyc, *Mechanika*, PWN, Warszawa 2011.
- [2] D. J. Griffiths, *Podstawy elektrodynamiki*, PWN, Warszawa 2011.
- [3] Lucjan Piela, *Idee chemii kwantowej*, PWN, Warszawa 2005.
- [4] S. Wolfram, *The mathematica book*, 5-th ed., Wolfram Media 2003.
- [5] <http://maxima.sourceforge.net/docs/tutorial/en/gaertner-tutorial-revision/Contents.htm>

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA: -

PROGRAM OPRACOWAŁ:

dr Tomasz Masłowski

JĘZYKI SKRYPTOWE W ANALIZIE DANYCH

Kod przedmiotu: **11.3-WF-FizD-JSwAD**

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **Nauczyciel akademicki prowadzący laboratorium**

Prowadzący: **Nauczyciel akademicki z Wydziału Fizyki i Astronomii**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|---|---------------------------|--------------------------|---------|---------------------|-------------|
| FIZYKA - studia stacjonarne II stopnia | | | | | 3 |
| Laboratorium | 30 | 2 | II (FK) | zaliczenie na ocenę | |

CEL PRZEDMIOTU:

W przypadku tego przedmiotu podstawowym językiem programowania jest Python i przy jego pomocy studenci powinni nabyć umiejętności analizy danych na przykładach konkretnych zadań. Studenci powinni zapoznać się z dostępnymi bibliotekami Pythona analiz danych i umieć korzystać z nich.

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Zakłada się elementarną umiejętność programowania w dowolnym języku programowania oraz znajomość podstawowych metod matematycznych analizy danych.

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

- Wstęp do programowania w języku Python.
- Biblioteki NumPy, pandas, matplotlib, SciPy.
- Podstawy NumPy (przetwarzanie danych korzystając z tablic, metody matematyczne i statystyczne, zapis i odczyt danych na dysku w formacie binarnym i tekstowym).
- Podstawy Pandas: zapis i odczyt danych na dysku w różnych formatach (np. CSV, Microsoft Excel), dane wielowymiarowe.
- Podstawy Matplotlib: wykresy, wizualizacja.
- Szeregi czasowe (metody analizy).

METODY KSZTAŁCENIA:

Ćwiczenia laboratoryjne, praca indywidualna i praca w grupie, giełda pomysłów, praca z dokumentacją, samodzielne pozyskiwanie wiedzy, projekt.

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|--|-----------------|---|--------------|
| Student zna techniki informatyczne stosowane do rozwiązywania typowych problemów z zakresu nauk fizycznych i | K2A_W05 | Praca przy stanowisku komputerowym, odpowiedź ustna, odpowiedź pisemna, | Laboratorium |

| | | | |
|---|---------|---|--------------|
| rozumie ich ograniczenia. | | bieżąca kontrola na zajęciach | |
| Rozumie złożoność zagadnienia związanego z dostępem do danych, odpowiednią ich analizą i ich zapisem. W oparciu o dane empiryczne potrafi budować proste modele matematyczne adekwatne do rozważanych zagadnień fizycznych. | K2A_U03 | Praca przy stanowisku komputerowym, odpowiedź ustna, odpowiedź pisemna, bieżąca kontrola na zajęciach | Laboratorium |
| Potrafi efektywnie pracować w grupie przyjmując różne role odpowiednio do sytuacji. | K2A_K03 | Praca przy stanowisku komputerowym, odpowiedź ustna, odpowiedź pisemna, bieżąca kontrola na zajęciach | Laboratorium |

WARUNKI ZALICZENIA:

Ocena końcowa: średnia ocen uzyskanych w trakcie laboratoriów z aktywności i krótkich testów sprawdzających postępy w nauce (50% oceny końcowej) oraz oceny projektu semestralnego (50 % oceny końcowej). Warunkiem zaliczenia projektu semestralnego jest jego wykonanie, przygotowanie i oddanie w przewidzianym terminie sprawozdania z projektu oraz jego prezentacja.

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

- Udział w laboratoriach: 30 h
- Przygotowanie do laboratoriów: 20 h
- Przygotowanie projektu semestralnego: 20 h
- Konsultacje: 3 h
- **Razem: 73 h, 3 punkty ECTS.**

Nakład związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela: 33 godziny, 1,5 ECTS.

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Allen Downey, *Think Python. How to Think Like a Computer Scientist*, Green Tea Press, Needham, Massachusetts, 2013.
- [2] Wes McKinney, *Python for Data Analysis*, O'Reilly Media Inc. (2013).
- [3] Każdorazowo ustalana przez prowadzącego

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Internet
- [2] Każdorazowo ustalana przez prowadzącego

PROGRAM OPRACOWAŁ:

Dr Krzysztof Krzeszowski

SYMULACJE KOMPUTEROWE

Kod przedmiotu: **13.2-WF-FizD-FŚ-SyKom**
13.2-WF-FizD-FT-SyKom

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **Nauczyciel akademicki prowadzący wykład**

Prowadzący: **Nauczyciel akademicki z Wydziału Fizyki i Astronomii**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|---|---------------------------|--------------------------|----------|---------------------|-------------|
| FIZYKA - studia stacjonarne drugiego stopnia | | | | | |
| Wykład | 30 | 2 | II | egzamin | 7 |
| Laboratorium | 30 | 2 | (FŚ, FT) | zaliczenie na ocenę | |

CEL PRZEDMIOTU:

Celem przedmiotu jest zdobycie podstawowej wiedzy na temat metod symulacji komputerowych i umiejętności wyboru odpowiedniej z nich do rozpatrywanego zagadnienia. Student powinien zdobyć umiejętności implementacji tej wiedzy poprzez zaprojektowanie odpowiedniego algorytmu i programu komputerowego a następnie interpretacji otrzymanych wyników symulacji komputerowych i ich prezentacji.

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Umiejętność programowania w dowolnym języku programowania lub umiejętność posługiwania się językami skryptowymi.

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

- Reprezentacja liczb w pamięci komputera, błędy nadmiaru i niedomiaru, błędy obcięcia (metody różnic skończonych), stabilność numeryczna algorytmów.
- Algorytmy rozwiązywania równań ruchu dla punktu materialnego: algorytm Eulera, Verleta, prędkościowy Verleta, numeryczne rozwiązanie oscylatora harmonicznego.
- Algorytmy Monte Carlo (generatory liczb pseudolosowych, rozgrywanie zmiennych losowych z różnymi rozkładami prawdopodobieństwa, algorytm Metropolis, równania stochastyczne).
- Wybrane przykłady zastosowań (symulacja przejść fazowych, relaksacja dipola elektrycznego).

METODY KSZTAŁCENIA:

Wykłady oraz ćwiczenia laboratoryjne, dyskusje, samodzielna praca ze specjalistyczną literaturą naukową w j. polskim oraz angielskim oraz praca z dokumentacją techniczną i wyszukiwanie informacji w sieci Internet

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|---|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| Student poszerza swoje umiejętności w zdobywaniu wiedzy w różnicowany sposób korzystając z wielu źródeł. | K2A_U10 | dyskusja | ćwiczenia |
| Posiada praktyczną wiedzę dotyczącą umiejętności modelowania z użyciem generatora liczb pseudolosowych i metod deterministycznych. | K2A_W02 | test egzamin | ćwiczenia wykład |
| Student posiada poszerzoną wiedzę z zakresu fizyki klasycznej układów oddziałujących ze szczególnym uwzględnieniem wpływu wartości parametrów potencjałów oddziaływania na stabilność i zachowanie się badanych układów. | K2A_W01 | dyskusja | ćwiczenia |
| Posiada wiedzę w zakresie: analizy błęd numerycznego, numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych, implementacji i projektowania aplikacji symulujących procesy fizyczne, dynamiki molekularnej układu oddziałujących cząstek, całkowania metodami Monte Carlo, algorytmu Metropolis, analizy wyników numerycznych, generatorów liczb pseudolosowych o rozkładzie dyskretnym i ciągłym. | K2A_W05 | dyskusja test egzamin | ćwiczenia ćwiczenia wykład |
| Posiada umiejętności w zakresie analizy danych pochodzących z symulacji komputerowej standardowymi narzędziami i w ramach standardowych metod oraz metod i narzędzi analizy danych, o których wiedza zdobywana jest w trakcie pracy z literaturą naukową. | K2A_U03 K2A_U05 K2A_U10 | dyskusja test egzamin | ćwiczenia ćwiczenia wykład |
| Poszerzenie świadomości dotyczącej potrzeby aktualizacji wiedzy merytorycznej dotyczącej dostępnych technik symulacyjnych i Posiada praktyczną wiedzę dotyczącą umiejętności modelowania z użyciem generatora liczb pseudolosowych i metod deterministycznych wyników badań a także świadomości dotyczącej wpływu badań komputerowych na rozwój technologii, w tym w szczególności nanotechnologii. | K2A_K01 K2A_K05 | dyskusja test egzamin | ćwiczenia ćwiczenia wykład |

WARUNKI ZALICZENIA:

Wykład: Pozytywna ocena z testu.

Laboratorium: Pozytywna ocena ze sprawdzianów, wykonanie projektu.

Ocena końcowa z laboratorium: ocena ze sprawdzianów 60%, ocena z projektu 40%.

Przed przystąpieniem do egzaminu student musi uzyskać zaliczenie z ćwiczeń.

Ocena końcowa z przedmiotu: średnia arytmetyczna ocen z zaliczenia wykładu i zaliczenia ćwiczeń.

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

- Udział w wykładach: 30 godz.

- Udział w ćwiczeniach laboratoryjnych: 30 godz.

- Przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych: 30 godz.
- Przygotowanie projektu: 20 godz.
- Przygotowanie do zaliczenia wykładu: 20 godz.
- Konsultacje: 5 godz.
- Egzamin: 2 godz.

Łącznie: 137 godzin, 7 ECTS.

Nakład związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela: 67 godz., 3,5 ECTS.

LITERATURA PODSTAWOWA:

[1] J.C. Berendsen and W.F. Van Gunsteren, *Practical Algorithms for Dynamic Simulations in Molecular dynamics simulations of statistical mechanical systems*, Proceedings of the Enrico Fermi Summer School, p. 43 - 45, Soc. Italiana de Fisica, Bologna 1985.

[2] Stephen Wolfram, *Statistical mechanics of cellular automata*, Rev. Mod. Phys. 55, 601 - 644 (1983).

[3] Tao Pang, *An Introduction to Computational Physics*, Cambridge University Press (2006).

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

[1] William H. Press, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling, Brian P. Flannery, *Numerical recipes, The art of scientific computing*, third edition 2007.

PROGRAM OPRACOWAŁ:

Dr hab. Mirosław Dudek, prof. UZ

METODY OBLICZENIOWE W FIZYCE ŚRODOWISKA

Kod przedmiotu: **13.2-WF-FizD-MOwFŚ**

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **Nauczyciel akademicki prowadzący ćwiczenia**

Prowadzący: **Nauczyciel akademicki z Wydziału Fizyki i Astronomii**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|---|---------------------------|--------------------------|---------|---------------------|-------------|
| FIZYKA - studia stacjonarne drugiego stopnia | | | | | 3 |
| Ćwiczenia | 30 | 2 | II (FŚ) | zaliczenie na ocenę | |

CEL PRZEDMIOTU:

Student potrafi zastosować odpowiednie prawa fizyki do opisu zagadnień z fizyki środowiska, potrafi wykorzystywać arkusze kalkulacyjne do prezentacji i badania zależności danych pomiarowych, posiada umiejętność interpolowania i ekstrapolowania danych empirycznych i uzupełniania danych tablicowych.

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Znajomość algebry liniowej i analizy matematycznej, podstawowa znajomość pakietu MS Office lub OpenOffice, umiejętność programowania w C lub innym języku. Podstawy fizyki.

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

Sposoby przedstawiania danych pomiarowych, typowe zależności wykorzystywane do przedstawiania praw fizycznych (zależność liniowa, kwadratowa, proporcjonalność odwrotna, odwrotność kwadratowa, zależność wykładnicza, okresowa).

Arkusz kalkulacyjny (MS Excel) jako narzędzie obliczeń matematycznych

Korzystanie ze zdefiniowanych funkcji i tworzenie własnych. Generowanie wykresów i histogramów.

Interpolacja i ekstrapolacja danych. Zastosowanie wielomianu interpolacyjnego do obliczania napięcia powierzchniowego wody w zależności od temperatury. Zastosowanie ekstrapolacji Richardsona do wyznaczania współczynnika lepkości wody w zależności od temperatury, porównanie otrzymanych wartości z danymi tablicowymi.

Zagrożenia dla środowiska naturalnego - model awarii i prawdopodobieństwo jej wystąpienia, metoda Rasmussena genealogii wypadku. Omówienie częstości wypadków na przykładzie awarii reaktorów jądrowych, pożarów i trzęsień ziemi.

Prawa fizyki w środowisku naturalnym na przykładzie ruchu wody w glebie. Przepływ wody pod wpływem gradientu ciśnień kapilarnych i hydrostatycznych (prawa Poiseuille'a i Darcy'ego).

Prawa zachowania i równania dynamiki płynów (równanie Bernoulliego, równanie Naviera-Stokesa), analiza wymiarowa i liczby podobieństwa (liczba Strouhala, I. Eulera, I. Freude'a, I. Reynoldsa, I. Richardsona).

Rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń. Równanie dyfuzji, adwekcja. Rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń gazowych w atmosferze.

METODY KSZTAŁCENIA:

Ćwiczenia laboratoryjne w pracowni komputerowej. Praca w grupach. Wspólne rozwiązywanie bardziej skomplikowanych przykładów.

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|---|--|----------------------------|---|
| Student potrafi wytłumaczyć przepływ wody w oparciu o prawa Poiseuille'a i Darcy'ego, rozumie ich przybliżony charakter oraz znaczenie takiego opisu dla społeczeństwa | K2A_W01 K2A_W02 K2A_U01 K2A_K02 | kolokwia śródsesemestralne | ćwiczenia rachunkowe, praca w grupach, dyskusja |
| Student wie, co to jest analiza wymiarowa i liczby podobieństwa | K2A_W02 K2A_U07 | | |
| Student potrafi zdefiniować oraz teoretycznie opisywać zagrożenia dla środowiska naturalnego możliwe w wyniku czynnika ludzkiego czy skutków naturalnych, korzystając z metody Rasmussena | K2A_W02 K2A_W05 K2A_U03 | | |
| Student rozumie skutki awarii i katastrof naturalnych dla środowiska naturalnego | K2A_K05 | | |
| Student potrafi posługując się arkuszem kalkulacyjnym zinterpretować dane pomiarowe i korzystając z metod interpolacyjnych i ekstrapolacyjnych przewidzieć dodatkowe wyniki | K2A_U04 K2A_U05 | | |
| Student po przygotowaniu projektu końcowego potrafi ocenić stopień swojej wiedzy oraz uzupełnić ją wykorzystując dostępną literaturę oraz internet | K2A_U09 K2A_U10 | projekt końcowy | praca własna |

WARUNKI ZALICZENIA:

Ćwiczenia: zdanie dwóch kolokwiów zaliczeniowych, oraz wykonanie projektu końcowego.

Ocena końcowa: średnia ważona ocen z kolokwiów (2 x 25%) i projektu końcowego (50%).

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

- Udział w ćwiczeniach: 30 godz.
- Przygotowanie do ćwiczeń: 20 godz.
- Przygotowanie projektu końcowego: 10 godz.
- Konsultacje: 3 godz.

RAZEM: 63 godz., 3 ECTS.

Nakład związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela: 33 godz., 1,5 ECTS.

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Maria Przybylska, *Fizyka środowiska – zanieczyszczenie środowiska naturalnego*, skrypt, Zielona Góra 2012.
- [2] Henryk Szydłowski, *Pracownia fizyczna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1994.
- [3] Wojciech Szymański, *Elementy nauki o promieniowaniu jądrowym dla kierunków ochrony środowiska*, Wydawnictwo Uniwersytetu M. Kopernika, Toruń 1999.
- [4] Stanisław Przestalski, *Elementy fizyki, biofizyki i agrofizyki*, Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław 2001.
- [5] Jerzy Lech Kacperski, *I Pracownia fizyczna*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 1998.

- [6] David M. Bourg, *Excel w nauce i technice - Receptury*, Helion, Gliwice 2006.
[7] Zbigniew Smogur, *Excel w zastosowaniach inżynierskich*, Helion, Gliwice 2008.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Maciej Matyka, *Symulacje komputerowe w fizyce*, Helion, Gliwice 2002.
[2] Edward Mulas, *Przykłady symulacji komputerowej w fizyce*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2006.

PROGRAM OPRACOWAŁ:

Dr Tomasz Maślowski

CHEMIA ŚRODOWISKA

Kod przedmiotu: **13.3-WF-FizD-CheŚr**

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **dr hab. Jacek J. Koziół, prof. UZ**

Prowadzący: **dr hab. Jacek J. Koziół, prof. UZ**
mgr Bartłomiej Zapotoczny

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|---|---------------------------|--------------------------|---------|---------------------|-------------|
| FIZYKA - studia stacjonarne II stopnia | | | | | 5 |
| Wykład | 30 | 2 | II | egzamin | |
| Laboratorium | 15 | 1 | | zaliczenie na ocenę | |

CEL PRZEDMIOTU:

Przekazanie stanu wiedzy na temat budowy materii ze szczególnym uwzględnieniem pierwiastków i związków chemicznych, oraz ich roli w przyrodzie, w tym w organizmach żywych,

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Znajomość chemii na poziomie szkoły średniej

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

Wykład: Podstawowe pojęcia i prawa chemii. Układ okresowy pierwiastków. Budowa cząsteczek. Typy wiązań chemicznych. Polarność cząsteczek. Kwasy, zasady, sole, związki amfoteryczne. Właściwości roztworów: elektrolity mocne i słabe, dysocjacja elektrolityczna w tym wody i pojęcie pH, hydroliza soli. Roztwory buforowe. Ilość rozpuszczalności. Typy reakcji chemicznych. Elementy chemii organicznej: podstawowe typy związków organicznych metody ich otrzymywania oraz ich właściwości fizyczne i chemiczne.

Ćwiczenia: Roztwory: sporządzanie roztworów o określonym stężeniu, strącanie osadów, oczyszczanie substancji przez rozpuszczanie, krystalizację, ekstrakcję. Właściwości roztworów właściwych i koloidalnych: otrzymywanie, rozkład. Typy związków chemicznych: metody otrzymywania, właściwości. Właściwości roztworów elektrolitów. Indykatory pH. Reakcje redoks. Wybrane metody oznaczeń ilościowych.

METODY KSZTAŁCENIA:

Podająca (wykład w formie prezentacji multimedialnej),

praktyczna (ćwiczenia laboratoryjne z wykorzystaniem podstawowego sprzętu laboratorium chemicznego).

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|--|-----------------|---|-------------------------|
| Posiada rozszerzoną wiedzę w zakresie chemii, w tym jej historycznego rozwoju, zarówno w zakresie metodologii, zakresu badań, jak i znaczenia chemii dla postępu nauk ścisłych i przyrodniczych, poznania świata oraz rozwoju ludzkości. | K2A_W01 | Sprawdzian pisemny. Sprawdzian trwający 60 minut zawiera 5 wymagających omówienia zagadnień. | Wykład |
| Zna techniki doświadczalne oraz obserwacyjne wraz z ich ograniczeniami. | K2A_W03 | | |
| Potrafi planować i wykonywać podstawowe doświadczenia lub obserwacje dotyczące zagadnień fizykochemicznych. | K2A_U02 | | |
| Potrafi w sposób krytyczny ocenić wyniki eksperymentów, obserwacji oraz rozważań teoretycznych, w tym także przedyskutować błędy pomiarowe. | K2A_U04 | | |
| Potrafi zrozumieć problemy dotyczące obszarów wiedzy wspólnych dla fizyki oraz nauk do niej pokrewnych jak chemia czy biologia. | K2A_U07 | | |
| Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie, potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób. | K2A_K01 | | |
| Potrafi efektywnie pracować w grupie przyjmując różne role odpowiednio do sytuacji. | K2A_K03 | | |
| Zna techniki doświadczalne oraz obserwacyjne wraz z ich ograniczeniami | K2A_W03 | Przedstawienie wyników doświadczeń w formie sprawozdania zamieszczonego w dzienniku laboratoryjnym. | Ćwiczenia laboratoryjne |
| Zna zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w stopniu wystarczającym do samodzielnej pracy w zawodzie fizyka | K2A_W07 | | |
| Potrafi planować i wykonywać podstawowe doświadczenia lub obserwacje dotyczące zagadnień fizykochemicznych. | K2A_U02 | | |
| Potrafi w sposób krytyczny ocenić wyniki eksperymentów, obserwacji oraz rozważań teoretycznych, w tym także przedyskutować błędy pomiarowe. | K2A_U04 | | |
| Potrafi zrozumieć problemy dotyczące obszarów wiedzy wspólnych dla fizyki oraz nauk do niej pokrewnych jak chemia czy biologia. | K2A_U07 | | |

WARUNKI ZALICZENIA:

Wykład. Egzamin końcowy, do którego student jest dopuszczany na podstawie uprzedniego zaliczenia ćwiczeń, przeprowadzony w formie pisemnej. Egzamin trwający 60 minut zawiera 5 wymagających omówienia zagadnień. Do zaliczenia na ocenę dostateczną konieczne jest uzyskanie 60 pkt. (60%) na 100 pkt. możliwych do zdobycia.

Ćwiczenia. Wykonanie ćwiczeń przewidzianych w programie przedmiotu (obecność na zajęciach jest obowiązkowa, w przypadkach nieobecności, student powinien uzupełnić braki w terminie uzgodnionym z prowadzącym zajęcia). Przedstawienie wyników doświadczeń w formie sprawozdania zamieszczonego w dzienniku laboratoryjnym. Sprawdzenie wiedzy w formie pisemnej – kolokwium. Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną ocen częściowych.

Przed przystąpieniem do egzaminu student musi uzyskać zaliczenie z ćwiczeń laboratoryjnych.

Ocena końcowa z przedmiotu: średnia ważona ocen z egzaminu (60%) i zaliczenia ćwiczeń laboratoryjnych (40%).

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

- udział w wykładach: 15 tygodni x 2 godz. = 30 godz.
- udział w ćwiczeniach: 15 tygodni x 1 godz. = 15 godz.
- udział w konsultacjach: 4 godz.
- przygotowanie do egzaminu pisemnego: 25 godz.
- udział w egzaminie: 2 godz.
- przygotowanie do zajęć laboratoryjnych: 8 godz.
- prowadzenie dziennika laboratoryjnego: 6 godz.
- samodzielne przygotowanie do kolokwiów: 10 godz.

RAZEM: 100 godz., 5 ECTS.

Nakład związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela: 51 godz., 2,5 ECTS.

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] P. A. Cox, *Chemia nieorganiczna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2004.
- [2] L. Jones, P. Atkins, *Chemia ogólna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2004.
- [3] G. Patrick, *Chemia organiczna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2004.
- [4] A. G. Whittaker, A. R. Mount, M. R. Heal, *Chemia fizyczna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2004.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA: -**PROGRAM OPRACOWAŁ:**

Dr hab. Jacek J. Koziół, prof. UZ

PAKIETY DO OBLICZEŃ SYMBOLICZNYCH

Kod przedmiotu: **11.3-WF-FizD-PdObs**

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **Nauczyciel akademicki prowadzący laboratorium**

Prowadzący: **Nauczyciel akademicki z Wydziału Fizyki i Astronomii**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|---|---------------------------|--------------------------|---------|---------------------|-------------|
| FIZYKA - studia stacjonarne drugiego stopnia | | | | | 3 |
| Laboratorium | 30 | 2 | II (FT) | zaliczenie na ocenę | |

CEL PRZEDMIOTU:

Student potrafi wykorzystywać pakiety do obliczeń symbolicznych do wspomagania obliczeń przy rozwiązywaniu problemów fizycznych i matematycznych oraz do wizualizacji danych.

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Znajomość zagadnień z algebry liniowej i analizy matematycznej, w szczególności równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych. Umiejętność programowania w C lub innym języku.

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

Funkcje i struktury obecne w programie *Mathematica*:

Notacja, zmienne i formatowanie wyników liczbowych (*N*, *Round*, *Random*).

Operatory logiczne i relacje.

Wektory i macierze, i operacje na nich (*Range*, *List*, *Table*).

Operacje na zmiennych tekstowych (*Union*, *Join*).

Operacje algebraiczne (*Cancel*, *Together*, *Apart*, *Expand*, *Factor*, *Collect*, *Simplify*).

Różniczkowanie i całkowanie (*D*, *Integrate*, *NIntegrate*).

Rozwiązywanie równań algebraicznych i rekurencyjnych (*Solve*, *FindRoot*, *NSolve*, *RSolve*).

Rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych (*DSolve*, *NDSolve*).

Generowanie dwu i trójwymiarowej grafiki (*Plot*, *Plot3D*, *ListPlot*).

Opracowywanie zbiorów danych, wizualizacja (*Fit*, *Histogram*).

Obliczenia z wykorzystaniem funkcji specjalnych.

Korzystanie z gotowych skryptów.

Inne pakiety do obliczeń symbolicznych: *Maple*, *Maxima*.

METODY KSZTAŁCENIA:

Ćwiczenia laboratoryjne w pracowni komputerowej. Praca w grupach. Wspólne rozwiązywanie bardziej skomplikowanych przykładów.

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|--|-----------------|-------------------------------|------------------------------|
| Student zna niezbędne funkcje (operacje na macierzach, na zmiennych tekstowych, operacje algebraiczne, rozwiązywanie równań algebraicznych i różniczkowych, całkowanie symboliczne i numeryczne) programu <i>Mathematica</i> dzięki którym jest w stanie rozwiązać i zwizualizować (<i>Plot</i> , <i>Plot3D</i> , <i>ListPlot</i>) pewne zagadnienia z mechaniki klasycznej, elektrodynamiki klasycznej czy mechaniki kwantowej. Wie co to jest format <i>.nb</i> , <i>.m</i> i <i>.mx</i> . | K2A_W05 | bieżąca kontrola na zajęciach | laboratorium programistyczne |
| Student potrafi analizować dane empiryczne w oparciu o funkcje programu <i>Mathematica</i> (<i>Fit</i> , <i>Histogram</i> , <i>BarChart</i>), potrafi korzystać z bogatych opcji graficznych pozwalających zaakcentować pożądane informacje (<i>PlotStyle</i> , <i>Mash</i> , <i>Filling</i>), potrafi znaleźć rozwiązania równań różniczkowych elektrodynamiki klasycznej i mechaniki kwantowej i je graficznie przedstawić. | K2A_U03 | | |
| Student potrafi korzystać z gotowych pakietów programu <i>Mathematica</i> (format <i>.m</i>) do analizy prostych zadań fizycznych, potrafi również sam tworzyć takie pakiety. | K2A_U06 | | |

WARUNKI ZALICZENIA:

Warunkiem zaliczenia laboratorium jest wykonanie wszystkich ćwiczeń programistycznych.

Ocena końcowa: średnia ważona ocen z ćwiczeń programistycznych (100%).

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

- udział w ćwiczeniach laboratoryjnych: 30 godz.
- samodzielna praca poza zajęciami związana z zadanymi ćwiczeniami: 30 godz.
- konsultacje: 2 godz.

Razem: 62 godz., 3 ECTS.

Nakład związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela: 32 godz., 1,5 ECTS.

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] S. Wolfram, *The mathematica book*, 5-th ed., Wolfram Media 2003.
- [2] E. Don, *Mathematica*, McGraw-Hill, 2001.
- [3] R. Grzymkowski, A. Kapusta, D. Słota, *Mathematica narzędzie inżyniera*, Wyd. Pracowni Komputerowej J. Skalmierskiego, Gliwice 1994.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA: -**PROGRAM OPRACOWAŁ:**

Dr Tomasz Masłowski

FIZYKA STATYSTYCZNA

Kod przedmiotu: **13.2-WF-FizD-FiSta**

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **Nauczyciel akademicki prowadzący wykład**

Prowadzący: **Nauczyciel akademicki z Wydziału Fizyki i Astronomii**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|---|---------------------------|--------------------------|---------|---------------------|-------------|
| FIZYKA - studia stacjonarne drugiego stopnia | | | | | 5 |
| Wykład | 15 | 1 | II | zaliczenie na ocenę | |
| Ćwiczenia | 30 | 2 | (FT) | zaliczenie na ocenę | |

CEL PRZEDMIOTU:

Celem przedmiotu jest przedstawienie metod współczesnej fizyki statystycznej w zakresie teorii ergodycznych, zjawisk krytycznych, nieliniowej fizyki chemicznej, fizyki układów kwantowych, teorii transportu

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Zakładana jest znajomość termodynamiki, fizyki ogólnej i metod matematycznych.

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

1. Równowagowa mechanika statystyczna
 - metody termodynamiki (metoda potencjałów termodynamicznych, równanie stanu)
 - teoria ergodyczna
 - zespoły statystyczne (zespół mikrokanoniczny, zespół kanoniczny, duży zespół kanoniczny)
 - teoria ciała stałego (teoria klasyczna, teoria Einsteina, teoria Debye'a)
 - gazy idealne (klasyczne i kwantowe, gaz Maxwella-Boltzmana, gaz Bosego-Einsteina, gaz Fermiego-Diraca)
 - przejścia fazowe porządek-nieporządek (równanie van der Waalsa, model Isinga, teoria Lee-Yanga przejść fazowych)
 - teoria zjawisk krytycznych (skalowanie, wykładniki krytyczne, transformacja grupy renormalizacyjnej)
2. Teoria transportu (teoria kinetyczna, równanie Boltzmana)
3. Twierdzenie fluktuacyjno-dyssypacyjne

Ćwiczenia do wykładu dotyczą wybranych szczegółowych zagadnień i mają na celu zwiększenie umiejętności rachunkowych. W szczególności dotyczą one równania stanu, rozwiązywalnych zagadnień mechaniki statystycznej, gazów klasycznych i kwantowych.

METODY KSZTAŁCENIA:

Poza tradycyjnym wykładem wykorzystane są środki multimedialne, internet. Na ćwiczeniach studenci zdobywają umiejętności rachunkowe, biorą udział w dyskusji.

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|--|--------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Studenci znają podstawowe modele statystyczne, które można zastosować do opisu zjawisk równowagowych i nierównowagowych. Rozróżniają i potrafią stosować opis klasyczny i kwantowy. Potrafią wytłumaczyć opisy przebiegu zjawisk | K2A_W01 K2A_W04 | sprawdzian dyskusja egzamin | ćwiczenia ćwiczenia wykład |
| Studenci potrafią podać podstawowe twierdzenia i prawa fizyczne wraz z ich uzasadnieniem | K2A_U01 | sprawdzian dyskusja egzamin | ćwiczenia ćwiczenia wykład |
| Posiadają umiejętności zastosowania modeli fizyki statystycznej do zagadnień wspólnych z innymi obszarami wiedzy, jednocześnie spełniając uwarunkowania społeczne | K2A_U07 K2A_K05 | sprawdzian dyskusja egzamin | ćwiczenia ćwiczenia wykład |

WARUNKI ZALICZENIA:

Wykład kończy się zaliczeniem na ocenę. Forma zaliczenia to sprawdzenie pisemne wiedzy teoretycznej i praktycznych umiejętności rachunkowych. Na ćwiczeniach efekty kształcenia weryfikowane są ocenami częściowymi dotyczącymi wykonanych zadań, ocenami ze sprawdzianów pisemnych i oceną końcową z umiejętności rachunkowych korzystania z metod fizyki statystycznej.

Przed przystąpieniem do zaliczenia wykładu student musi uzyskać zaliczenie z ćwiczeń.

Ocena końcowa: średnia ważona ocen z egzaminu (60%) i ćwiczeń (40%).

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

- udział w wykładach: 15 godz.
- udział w ćwiczeniach: 30 godz.
- przygotowanie do ćwiczeń: 30 godz.
- przygotowanie do zaliczenia wykładu: 20 godz.
- konsultacje: 5 godz.

RAZEM: 100 godz., 5 ECTS.

Nakład związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela: 50 godz., 2,5 ECTS.

LITERATURA PODSTAWOWA:

[1] L. E. Reichl, *A Modern Course in Statistical Physics*, E. Arnold (Publishers) LTD, University of Texas Press 1980.

[2] J. J. Binney, N. J. Dowrick, A. J. Fisher, and M. E. J. Newman, *The Theory of Critical Phenomena. An Introduction to the Renormalization Group*, Clarendon Press, Oxford 1992.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

[1] F. Reif, *Fundamentals of Statistical and Thermal Physics*, Mc Graw-Hill, Singapore 1985.

[2] K. Huang, *Podstawy Fizyki statystycznej*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006.

PROGRAM OPRACOWAŁ:

Dr hab. Mirosław Dudek, prof. UZ

ASTROFIZYKA II

Kod przedmiotu: **13.7-WF-FizD-Astr2**

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **Nauczyciel akademicki prowadzący wykład**

Prowadzący: **Nauczyciel akademicki z wydziału Fizyki i Astronomii**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|---|---------------------------|--------------------------|---------|---------------------|-------------|
| FIZYKA - studia stacjonarne II stopnia | | | | | 6 |
| Wykład | 30 | 2 | II | egzamin | |
| Ćwiczenia | 30 | 2 | (AK) | zaliczenie na ocenę | |

CEL PRZEDMIOTU:

Poszerzenie wiedzy na temat astrofizyki gwiazd, ewolucji gwiazd pojedynczych i podwójnych, oraz końcowych stadiów ewolucji gwiazd.

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Podstawowa wiedza z zakresu astrofizyki, w szczególności budowy i ewolucji gwiazd. Znajomość podstawowych zasad z zakresu mechaniki niebieskiej.

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

- Końcowe stadia ewolucji gwiazd.
- Podstawy fizyki materii zdegenerowanej i neutronowej.
- Podstawowe pojęcia Ogólnej Teorii Względności.
- Białe karły, gwiazdy neutronowe, czarne dziury.
- Gwiazdy podwójne i wielokrotne.
- Powierzchnie Roche'a i punkty Lagrange'a.
- Typy układów podwójnych: rozdzielone, pół-rozdzielone, kontaktowe.
- Ewolucja ciasnych układów podwójnych. Zmienne kataklizmiczne, podwójne układy rentgenowskie.
- Gromady gwiazd.
- Materia Międzygwiazdowa.

METODY KSZTAŁCENIA:

Wykład klasyczny, ćwiczenia rachunkowe, metoda projektu – opracowanie wybranego zagadnienia teoretycznego z zakresu tematycznego wykładu.

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|---------------------------------------|-----------------|--------------------|-------------|
| Student posiada rozszerzoną wiedzę na | K2A_W01 | Egzamin ustny | wykład |

| | | | |
|---|--|---|------------------|
| <p>temat końcowych stadiów ewolucji gwiazd: białych karłów, gwiazd neutronowych i czarnych dziur. Potrafi wytłumaczyć jak charakterystyki tych obiektów wynikają z wcześniejszej ewolucji gwiazdy. Potrafi wyjaśnić jak parametry obserwacyjne tych obiektów wynikają z ich struktury. Student rozumie różnice w ewolucji gwiazd pojedynczych i tych, znajdujących się w układach podwójnych i potrafi je wyjaśnić. Potrafi opisać mechanikę układu podwójnego i jej wpływ na strukturę gwiazd. Potrafi wyjaśnić jak przepływ masy pomiędzy składnikami układu podwójnego będzie wpływał na ewolucję składających się na niego gwiazd. Potrafi wymienić i scharakteryzować główne typy układów podwójnych. Na podstawie aktualnych parametrów układu podwójnego potrafi wyciągać wnioski na temat jego wcześniejszej i przyszłej ewolucji. Student potrafi scharakteryzować gromady otwarte i kuliste, opisać ich pochodzenie i ewolucję. Potrafi scharakteryzować główne składniki materii międzygwiazdowej.</p> | K2A_W03 | | |
| <p>Wykorzystując posiadaną wiedzę teoretyczną student potrafi rozwiązywać proste problemy analityczne z zakresu astrofizyki układów podwójnych i gromad gwiazd. Potrafi samodzielnie opracować wybrane zagadnienie z zakresu astrofizyki gwiazd, ewolucji gwiazd lub fizyki układów podwójnych, korzystając z dostępnej literatury. Potrafi opracować rezultaty swych badań w formie pisemnej.</p> | <p>K2A_U01 K2A_U03 K2A_U05 K2A_U07 K2A_U11 K2A_U12 K2A_U13 K2A_K01 K2A_K03</p> | <p>Kolokwium zaliczeniowe, ocena projektu</p> | <p>ćwiczenia</p> |

WARUNKI ZALICZENIA:

Wykład: Egzamin ustny. Warunek dopuszczenia do egzaminu – pozytywna ocena z ćwiczeń.

Ćwiczenia: Warunek zaliczenia – pozytywna ocena z pisemnego kolokwium rachunkowego plus pozytywna ocena z opracowania projektu.

Ocena końcowa: średnia ważona ocen z egzaminu (70%) i ćwiczeń (30%).

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

- udział w wykładach: 15 tygodni x 2 godz. = 30 godz.

- udział w ćwiczeniach: 15 x 2 = 30 godz.

- przygotowanie do ćwiczeń: 20 godz.

- dokończenie w domu zadań rachunkowych: 15 x 1 = 15 godz.

- praca nad projektem zaliczeniowym: 20 godz.

- udział w konsultacjach: 5 godz.

- przygotowanie do egzaminu: 10 godz.

- udział w egzaminach: 2 godz.

RAZEM: 132 godz., 6 punktów ECTS.

Nakład związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela 67 godz., co odpowiada 3 ECTS.

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] F. Shu, Galaktyki, gwiazdy, życie”, Prószyński i S_ka, 2003.
- [2] M. Kubiak, *Gwiazdy i materia międzygwiazdowa*, PWN, 1994

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] J. Mullaney, *Double & Multiple Stars and how to observe them*, Springer 2005.
- [2] R. Kippenhann, A. Weigert, *Stellar structure and evolution*, Springer 1996.

PROGRAM OPRACOWAŁ:

Dr Wojciech Lewandowski

ASTRONOMIA POZAGALAKTYCZNA I KOSMOLOGIA

Kod przedmiotu: **13.7-WF-FizD-APiKo**

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **Nauczyciel akademicki prowadzący wykład**

Prowadzący: **Nauczyciel akademicki z Wydziału Fizyki i Astronomii**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|---|---------------------------|--------------------------|---------|---------------------|-------------|
| FIZYKA - studia stacjonarne II stopnia | | | | | |
| Wykład | 15 | 1 | II | zaliczenie na ocene | 4 |
| Ćwiczenia | 15 | 1 | (AK) | zaliczenie na ocene | |

CEL PRZEDMIOTU:

Zdobycie wiedzy o obecnym stanie badań naukowych nad strukturą i ewolucją Wszechświata.

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Podstawy z ogólnej teorii względności. Znajomość rachunku różniczkowego. Umiejętność programowania oraz stosowania podstawowych metod numerycznych

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

- Zasada kosmologiczna (kopernikańska).
- Obserwacyjne przesłanki na globalną jednorodność i izotropie Wszechświata.
- Składniki Wszechświata: promieniowanie, materia barionowa, ciemna materia i ciemna energia.
- Ewolucja płaskich modeli Friedmana-Lemaître.
- Powstawanie kosmicznych struktur.
- Megaparsekowy wszechświat - kosmiczna sieć.
- Kosmiczne promieniowanie tła.
- Ewolucja galaktyk.
- Hipoteza kosmicznej inflacji.
- Pierwotna nukleosynteza.
- Aktywne jądra galaktyk.

METODY KSZTAŁCENIA:

Wykład konwencjonalny, ćwiczenia rachunkowe

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|---|--|--|------------------|
| <p>Student potrafi opisać, na czym polega przyjęta w standardowym modelu kosmologicznym zasada kopernikańska i podać obserwacje usprawiedliwiające jej przyjęcie. Student potrafi scharakteryzować poszczególne elementy budowy Galaktyki i wytłumaczyć różnice między nimi. Student potrafi wytłumaczyć metodę wyznaczenia krzywej rotacji Galaktyki oraz zinterpretować jej kształt w kontekście istnienia i rozkładu ciemnej materii. Student zna i rozumie metody szacowania wieku Galaktyki. Student zna klasyfikację i ewolucję galaktyk, potrafi scharakteryzować kamerton Hubble'a oraz grupy galaktyk, w szczególności Lokalną Grupę Galaktyk. Student zna teorię Wielkiego Wybuchu, historię ciepłą Wszechświata oraz podstawowe modele kosmologiczne. Rozumie ekspansję Wszechświata, prawo Hubble'a, znaczenie stałej kosmologicznej oraz mikrofalowego promieniowania tła. Student potrafi opisać proces powstawania lekkich pierwiastków po Wielkim Wybuchu oraz wyniki obserwacyjne pomiaru obfitości lekkich pierwiastków i ich wpływ na model kosmologiczny. Student rozumie potrzebę dalszego kształcenia, potrafi rozwijać swoje zainteresowania i jest w stanie rozumieć wykłady specjalistów o tematyce kosmologicznej. Potrafi zanalizować problem astrofizyczny i sformułować pytania w celu dogłębnego zrozumienia danego tematu. Potrafi przedstawić zdobyte wiadomości w sposób popularnonaukowy.</p> | <p>K2A_K01 K2A_K02 K2A_K05 K2A_W01 K2A_W03 K2A_W04 K2A_W06 K2A_U01</p> | <p>zaliczenie wykładu, dyskusja</p> | <p>wykład</p> |
| <p>Student potrafi przeprowadzić rachunki służące do rozwiązywania podstawowych problemów z kosmologii i astronomii pozagalaktycznej. Konstruuje algorytmy, tworzy własne kody numeryczne od podstaw bądź adoptuje ogólnie dostępne biblioteki numeryczne w celu rozwiązania typowych problemów z tych dziedzin. Potrafi zanalizować problem naukowy i sformułować pytania w celu dogłębnego zrozumienia danego tematu. Potrafi zinterpretować wyniki obserwacji astronomicznych i na ich podstawie oszacować najważniejsze parametry fizyczne systemów gwiazd. Potrafi wykorzystać posiadaną wiedzę astrofizyczną do skonstruowania prostych projektów badawczych. Potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze anglojęzycznej.</p> | <p>K2A_W04 K2A_W05 K2A_U01 K2A_U02 K2A_U03 K2A_U05 K2A_U11 K2A_U12 K2A_U13 K2A_K01</p> | <p>bieżąca kontrola na zajęciach, kolokwia pisemne, dyskusja, prace domowe</p> | <p>ćwiczenia</p> |

WERYFIKACJA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA I WARUNKI ZALICZENIA:

Wykład: Warunek zaliczenia - pozytywna ocena z testu.

Ćwiczenia: Poprawne i terminowe wykonanie prac domowych, pozytywna ocena z kolokwium, aktywność na zajęciach.

Przed przystąpieniem do zaliczenia wykładu student musi uzyskać zaliczenie z ćwiczeń.

Ocena końcowa: średnia ważona ocen z wykładu (50%) i ćwiczeń (50%)

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

- udział w wykładach: 15 tygodni x 1 godz. = 15 godz.
- udział w ćwiczeniach: 15 x 1 = 15 godz.
- przygotowanie do ćwiczeń: 15 x 1 = 15 godz.
- dokończenie w domu zadań rachunkowych: 15 x 1 = 15 godz.
- udział w konsultacjach: 10 godz.
- przygotowanie do egzaminu: 10 godz.

RAZEM: 80 godz., 4 ECTS.

Nakład związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela 40 godz., co odpowiada 2 ECTS.

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] James B. Hartle, *Grawitacja*, 2009, ISBN 9788323504764.
- [2] Barbara Rydel, *Introduction to Cosmology*, ISBN-13: 978-0805389128, Addison-Wesley; 1st edition (October 18, 2002).
- [3] P. Schneider, *Extragalactic astronomy and Cosmology*, Springer, 2006.
- [4] A. Liddle, *Wprowadzenie do kosmologii współczesnej*, Prószyński i S-ka, 2000.
- [5] M. Jaroszyński, *Galaktyki i budowa Wszechświata*, PWN, 1993.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Zasoby internetowe.

PROGRAM OPRACOWAŁA:

Dr hab. Dorota Rosińska, prof. UZ

PROCESY PROMIENISTE W ASTROFIZYCE

Kod przedmiotu: **13.7-WF-FizD-PrPwA**

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski, angielski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **Nauczyciel akademicki prowadzący wykład**

Prowadzący: **Nauczyciel akademicki z Wydziału Fizyki i Astronomii**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|--|---------------------------|--------------------------|---------|---------------------|-------------|
| Studia stacjonarne drugiego stopnia | | | | | 5 |
| Wykład | 30 | 2 | II | egzamin | |
| Ćwiczenia | 45 | 3 | (AK) | zaliczenie na ocenę | |

CEL PRZEDMIOTU:

Utrwalenie i rozszerzenie podstaw teorii generacji i propagacji promieniowania. Przekazanie wiadomości z astrofizyki umożliwiających rozumienie na poziomie zaawansowanym większości zjawisk i procesów związanych z powstawaniem i kształtowaniem obserwowanego promieniowania z obiektów astronomicznych.

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Wiedza z astronomii ogólnej, analizy matematycznej i podstaw fizyki teoretycznej.

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

- Podstawowe własności promieniowania.
- Strumień promieniowania.
 - Makroskopowy opis propagacji promieniowania.
 - Strumień od izotropowego źródła.
- Natężenie promieniowania i jego momenty.
 - Gęstość energii promieniowania.
 - Ciśnienie promieniowania.
- Transfer promieniowania.
- Promieniowanie ciepłnie
- Współczynniki Einsteina.
- Efekt rozproszenia, wędrowanie przypadkowe.
- Dyfuzja promieniowania.
- Podstawy teorii pola promieniowania.
 - Polaryzacja i parametry Stokesa.
- Promieniowanie poruszającego ładunku.
 - Potencjały Lienard-Wiecharta.
- Promieniowanie hamowania.
- Promieniowanie synchrotronowe.
- Rozpraszanie komptonowskie.
- Efekty plazmowe.

METODY KSZTAŁCENIA:

Wykład konwencjonalny, ćwiczenia rachunkowe.

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|---|-------------------------------|--------------------|-------------|
| Student potrafi wymienić i omówić podstawowe prawa z zakresu transferu promieniowania, procesów fizycznych powstawania fal elektromagnetycznych oraz procesów wzajemnego oddziaływanie fal i materii ze szczególnym uwzględnieniem tych, które mają zastosowanie w zagadnieniach astrofizycznych. | K2A_W01 K2A_U01 | Egzamin ustny | Wykład |
| Student zna, rozumie i potrafi opisać podstawowe prawa fizyczne rządzące generacją i propagacją promieniowania. Student posiada podstawową wiedzę na temat polaryzacji fal elektromagnetycznych i parametrów Stokesa. Potrafi nazwać i opisać procesy promieniste zachodzące w obiektach astronomicznych | K2A_W01 K2A_W03 K2A_U01 | Egzamin ustny | Wykład |
| Student potrafi przeprowadzić, z uwzględnieniem posiadanej wiedzy o prawach fizycznych, rachunki służące do rozwiązywania niektórych problemów i zagadnień astrofizycznych. Potrafi zinterpretować wyniki prostych obserwacji źródeł promieniowania i na ich podstawie oszacować najważniejsze parametry fizyczne: jasność, wielkość, temperatura | K2A_W01 K2A_U03 | Kolokwium pisemne | Ćwiczenia |
| Potrafi wykorzystać posiadaną wiedzę astrofizyczną do rozumienia i rozróżnienia cech fizycznych źródeł promieniowania | K2A_U04 | Kolokwium pisemne | Ćwiczenia |

WARUNKI ZALICZENIA:

Wykład: Egzamin ustny; Warunek zaliczenia - pozytywna ocena z egzaminu

Ćwiczenia: Kolokwium pisemne – pozytywne zaliczenie kolokwium

Przed przystąpieniem do egzaminu student musi uzyskać zaliczenie z ćwiczeń.

Ocena końcowa: średnia ważona ocen z egzaminu (70%) i ćwiczeń (30%)

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

- udział w wykładach: 15 tygodni x 2 godz. = 30 godz.

- udział w ćwiczeniach: 15 x 3 = 45 godz.

- przygotowanie do ćwiczeń: 15 x 1 = 15 godz.

- dokończenie w domu zadań rachunkowych: 15 x 1 = 15 godz.

- udział w konsultacjach: 5 godz.

- przygotowanie do egzaminu: 15 godz.

- udział w egzaminie: 2 godz.

RAZEM: 127 godz., 5 ECTS.

Nakład związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela 82 godz., co odpowiada 3 ECTS.

LITERATURA PODSTAWOWA:

[1] Notatki z wykładów

[2] G. Rybicki, A. Lightman, *Radiative processes in astrophysics*, John Wiley & sons, 1979

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

[1] K. R. Lang, *Astrophysical formulae, a compedium for the physicist and astrophysicist*, Springer-Verlag 1980

[2] V. L. Ginzburg, *Theoretical Physics and Astrophysics*, Pergamon Press PRES.

PROGRAM OPRACOWAŁ

Prof. dr hab. Giorgi Melikidze

WYCHOWANIE FIZYCZNE

Kod przedmiotu: **16.1-WF-FizD-WF**

Typ przedmiotu: **do wyboru**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **mgr Tomasz Grzybowski**

Prowadzący: **Pracownicy Studium Wychowania Fizycznego i Sportu**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|---|---------------------------|--------------------------|---------|----------------------|-------------|
| FIZYKA - studia stacjonarne II stopnia | | | | | |
| Ćwiczenia | 30 | 2 | III | zaliczenie bez oceny | 1 |

CEL PRZEDMIOTU:

Rozwijanie zainteresowań związanych ze sportem i rekreacją ruchową. Kształtowanie umiejętności zaspokajania potrzeb związanych z ruchem, sprawnością fizyczną oraz dbałością o własne zdrowie.

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Brak

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

Ogólna charakterystyka i podstawowe przepisy wybranych dyscyplin sportowych. Praktyczne umiejętności z zakresu wybranych dyscyplin sportowych. Edukacja prozdrowotna poprzez wychowanie fizyczne i sport.

METODY KSZTAŁCENIA:

Pogadanki, ćwiczenia praktyczne, zajęcia w grupach

EFEKTY KSZTAŁCENIA:

Wiedza: student zna wpływ aktywności fizycznej na prawidłowe funkcjonowanie organizmu, zna zagrożenia dla zdrowia wynikające z niehigienicznego trybu życia. Ma podstawową wiedzę o przepisach i zasadach rozgrywania różnych dyscyplin sportowych.

Umiejętności: student potrafi zdiagnozować stan swojej sprawności fizycznej. Potrafi zastosować różne formy aktywności w zależności od stanu zdrowia, samopoczucia, warunków atmosferycznych. Student samodzielnie podejmuje różne formy aktywności fizycznej świadomy jej wpływu na funkcjonowanie organizmu.

Kompetencje społeczne: student potrafi funkcjonować w grupie z zachowaniem zasad współżycia społecznego, odpowiedzialności za bezpieczeństwo swoje i innych, służąc pomocą mniej sprawnym. Potrafi rywalizować z zachowaniem zasad „fair play”, wykazując szacunek dla konkurentów oraz zrozumienie dla różnic w poziomie sprawności fizycznej. Zna zagrożenia dla zdrowia wynikające z niewłaściwego używania sprzętu i urządzeń sportowych.

WERYFIKACJA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA I WARUNKI ZALICZENIA:

ĆWICZENIA: indywidualna ocena studenta na podstawie jego postępów, zaangażowania i aktywności w zajęciach oraz umiejętności w zakresie wybranych dyscyplin sportowych.

Wiedza: obserwacja zachowań studenta podczas podejmowania aktywności ruchowej.

Umiejętności:

- Wychowanie fizyczne (poziom standardowy): ocena sprawności fizycznej i umiejętności ruchowych przy zastosowaniu standardowych testów określających poziom rozwoju motorycznego i umiejętności technicznych

- Wychowanie fizyczne (obniżony poziom sprawności fizycznej): ocena znajomości przez studenta metod diagnozy stanu zdrowia i sprawności fizycznej oraz umiejętności zastosowania ćwiczeń fizycznych dla usprawniania dysfunkcji ruchowych, fizjologicznych i morfologicznych za pomocą indywidualnych (w zależności od rodzaju niepełnosprawności) wskaźników funkcji organizmu.

Kompetencje społeczne: obserwacja zachowań studenta podczas rywalizacji sportowej i w warunkach wymagających współpracy w grupie.

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

Godziny kontaktowe:

- semestr III: 30 godz., 1 ECTS,

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] M. Bondarowicz, *Zabawy i gry ruchowe w zajęciach sportowych*, Warszawa 2002.
- [2] T. Huciński, E. Kisiel, *Szkolenie dzieci i młodzieży w koszykówce*, Warszawa 2008.
- [3] R. Karpiński, M. Karpińska, *Pływanie sportowe korekcyjne rekreacyjne*, Katowice 2011.
- [4] A. Kosmol, *Teoria i praktyka sportu niepełnosprawnych*, Warszawa 2008.
- [5] T. Stefania, *Atlas uniwersalnych ćwiczeń siłowych*, Wrocław 2002.
- [6] J. Talaga, *ABC Młodego piłkarza. Nauczanie techniki*, Warszawa 2006.
- [7] J. Uzarowicz, *Siatkówka. Co jest grane?*, Wrocław 2005.
- [8] B. Woynarowska, *Edukacja zdrowotna. Podręcznik akademicki*, Warszawa 2010.
- [9] J. Wołyńiec, *Przepisy gier sportowych w zakresie podstawowym.*, Wrocław 2006.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA: -

UWAGI: -

RÓŻNORODNOŚĆ W JEDNOŚCI, CZYLI O NAUKACH PRZYRODNICZYCH

Kod przedmiotu: 13.2-WF-FizD-RwJNP

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **prof. dr hab. Andrzej Drzewiński**

Prowadzący: **prof. dr hab. Andrzej Drzewiński**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|--|---------------------------|--------------------------|---------|----------------------|-------------|
| FIZYKA - studia stacjonarne II stopnia | | | | | 2 |
| Wykład | 30 | 2 | III | zaliczenie bez oceny | |

CEL PRZEDMIOTU:

Celem zajęć jest zapoznanie studentów z rozwojem pojęć i metod badawczych nauk przyrodniczych, a w szczególności fizyki, chemii i biologii na tle historycznych zmian społeczno-światopoglądowych. Szczególny nacisk zostanie położony na wskazanie cech wspólnych dla współczesnych metod związanych z tymi różnymi naukami szczegółowymi. Dzięki multimedialnym prezentacjom towarzyszącym wykładowi, przekaz werbalny jest ilustrowany licznymi przykładami.

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Opanowanie materiału będącego przedmiotem zajęć podczas pierwszych dwóch semestrów studiów drugiego stopnia na kierunku fizyka.

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

- Geneza nauki i jej podział
- Prehistoria nauk
- Nauki przyrodnicze w starożytności
- Nauki przyrodnicze w średniowieczu
- Podwaliny nauk nowożytnych: eksperyment, prawa ilościowe
- Od rewolucji naukowej do czasów oświecenia
- Narodziny fizjologii oraz mikrobiologii
- Dominacja fizyki klasycznej
- W głąb świata molekuł
- Rozwój fizyki i chemii kwantowej
- Wielkie zespoły, wielkie urządzenia, wielkie odkrycia
- Współczesna diagnostyka medyczna
- Inżynieria genetyczna
- Fizyka, chemia a kosmologia
- Co dalej i jak dalej?

METODY KSZTAŁCENIA:

Zajęcia ze studentami mają formę wykładu połączonego z dyskusją. Studenci przed kolejnymi wykładami powinni przypomnieć sobie podstawowe wiadomości związane z omawianym zagadnieniem.

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|--|---|--|-------------|
| Student zna etapy rozwoju nauk przyrodniczych ze szczególnym uwzględnieniem fizyki, chemii oraz biologii. Jest świadom sprzężenia między tym rozwojem a zmianami w życiu społecznym, kulturowym oraz światopoglądowym. Potrafi podać osoby, które wniosły największy wkład do rozwoju nauk przyrodniczych, w tym naukowców polskich. | K2A_W01 K2A_W03 K2A_U07 K2A_K02 | Część pierwsza pracy zaliczeniowej (do dwóch stron A4) | wykład |
| Potrafi wskazać wspólne cechy metod naukowych właściwych naukom przyrodniczym. Rozumie rolę fizyki, chemii i biologii w codziennym życiu, ale także jest świadom zagrożeń, które niosą. | K2A_W04 K2A_W06 K2A_U07 K2A_K03 K2A_K05 | Część druga pracy zaliczeniowej (do dwóch stron A4) | wykład |

WARUNKI ZALICZENIA:

Podstawą oceny studenta jest praca zaliczeniowa oparta o zagadnienia wybrane przez studenta z listy podanej przez prowadzącego na miesiąc przed końcem zajęć.

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

- udział w wykładach 15 x 2 = 30 godz.
- przygotowanie się do wykładów: 15 x 1 = 15 godz.
- udział w konsultacjach: 2 godz.

Razem: 47 godz., 2 ECTS.

Nakład związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela: 32 godz., 1,5 ECTS

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] *Dzieje nauki. Nauki ścisłe i przyrodnicze*, Wydawnictwa Szkolne PWN 2011
- [2] W. H. Brock, *Historia chemii*, Prószyński i S-ka, Warszawa 1999.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] M. Bragg, R. Gardiner, *Na barkach gigantów. Wielcy badacze i ich odkrycia od Archimedesza do DNA*, Prószyński i S-ka, Warszawa 2005.
- [2] A. Drzewiński, J. Wojtkiewicz, *Opowieści z historii fizyki*, PWN 2001.
- [3] M. Friedman, G. W. Friedland, *Dziesięć największych odkryć w medycynie*, Prószyński i S-ka, Warszawa 2000.
- [4] A. K. Wróblewski, *Historia fizyki*, PWN 2007.

PROGRAM OPRACOWAŁ:

Prof. dr hab. Andrzej Drzewiński

FIZYKA FAZY SKONDENSOWANEJ

Kod przedmiotu: **13.2-WF-FizD-FFaSk**

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **Nauczyciel akademicki prowadzący wykład**

Prowadzący: **Nauczyciel akademicki z Wydziału Fizyki i Astronomii**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|---|---------------------------|--------------------------|---------|---------------------|-------------|
| FIZYKA - studia stacjonarne II stopnia | | | | | 8 |
| Wykład | 30 | 2 | III | egzamin | |
| Ćwiczenia | 45 | 3 | | zaliczenie na ocenę | |

CEL PRZEDMIOTU:

Celem przedmiotu jest przekazanie studentom podstawowej wiedzy dotyczącej fizyki fazy skondensowanej i używanych metod badawczych zgodnie z założeniami efektów kształcenia. Po zakończeniu kursu student powinien znać podstawy krystalografii, pojęcie sieci odwrotnej, metody dyfrakcyjne określania struktury krystalicznej, powinien znać zagadnienie elektronu w potencjale periodycznym, zagadnienie tworzenia się struktury pasmowej, przykłady struktur pasmowych wybranych metali, istotę przybliżenia harmonicznego kryształów, wybrane zagadnienia statystyczne i termodynamiczne fazy skondensowanej w opisie kwantowym, w tym nadprzewodnictwo.

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Zakłada się, że studenci są po kursie fizyki ogólnej i kursie podstawowym analizy matematycznej (wiedza i umiejętności spełniające kryteria K2A_W01).

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

- Sieci krystaliczne, klasyfikacja sieci Bravais i struktur krystalograficznych.
- Sieć odwrotna, metody dyfrakcyjne określenia struktury krystalograficznej (warunek Lauego, równanie Bragga, strefy Brillouina, geometryczny czynnik strukturalny).
- Elektron w periodycznym potencjale, twierdzenie Blocha, model Kroninga-Penney'go.
- Teoria pasmowa ciał stałych, metale, półprzewodniki i dielektryki, przykłady struktur pasmowych.
- Kryształ w przybliżeniu harmonicznym (teoria klasyczna i kwantowa), związki dyspersyjne, mody normalne w 1D jednoatomowej sieci Bravais, łańcuch jednowymiarowy z bazą, mody akustyczne i optyczne na granicy strefy Brillouina,
- Wybrane zagadnienia: ośrodek elastyczny, rozchodzenie się fal w ośrodku elastycznym, ciepło właściwe, model Debye'a.
- Nadprzewodnictwo.

METODY KSZTAŁCENIA:

Metody kształcenia mają dwie formy wykładu i ćwiczeń rachunkowych.

Na wykładzie przedstawiona zostaje teoria i wybrane przykłady z zaleceniem uzupełnienia na ćwiczeniach rachunkowych. Ćwiczenia rachunkowe mają za zadanie zdobycie przez studentów

umiejętności rachunkowych na przykładach prostych modeli. Dodatkowo, przeprowadzone są dyskusje na temat wybranych zagadnień teoretycznych.

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|---|--------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Studenci posiadają podstawową wiedzę dotyczącą metod fizyki fazy skondensowanej. Wiedza ogólna wsparta jest szczegółową umiejętnością rachunkową dla prostych modeli np. jednowymiarowy model Kroninga-Penney'go, jednowymiarowy łańcuch atomów – związki dyspersyjne, ciepło właściwe, które pozwalają na zrozumienie ogólniejszych schematów teoretycznych. | K2A_W01 | sprawdzian dyskusja egzamin | ćwiczenia ćwiczenia wykład |
| Potrafią wy tłumaczyć opisy przebiegu zjawisk. | K2A_W01 K2A_W04 | sprawdzian dyskusja egzamin | ćwiczenia ćwiczenia wykład |

WARUNKI ZALICZENIA:

Wykład kończy się egzaminem na ocenę. Forma zaliczenia to sprawdzenie pisemne wiedzy teoretycznej i praktycznych umiejętności rachunkowych. Na ćwiczeniach efekty kształcenia weryfikowane są ocenami częściowymi dotyczącymi wykonanych zadań, ocenami ze sprawdzianów pisemnych i oceną końcową z umiejętności rachunkowych i rozumienia wybranych zagadnień fizyki fazy skondensowanej.

Przed przystąpieniem do egzaminu student musi uzyskać zaliczenie z ćwiczeń.

Ocena ogólna: średnia arytmetyczna ocena z egzaminu i zaliczenia.

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

- udział w wykładach: 30 godz.
- udział w ćwiczeniach: 45 godz.
- przygotowanie do ćwiczeń: 45 godz.
- przygotowanie do egzaminu: 40 godz.
- konsultacje: 5 godz.

RAZEM: 165 godz., 8 ECTS.

Nakład związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela: 80 godz., 4 ECTS.

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Neil W. Ashcroft, N. David Mermin, *Solid State Physics*, Harcourt College Publishers 1976.
- [2] C. Kittel, *Wstęp do fizyki ciała stałego*, PWN, Warszawa 1999.
- [3] L. E. Reichl, *A Modern Course in Statistical Physics*, E. Arnold (Publishers) LTD, University of Texas Press 1980.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Donald A. McQuarrie, *The Kroning-Penney Model: A Single Lecture Illustrating the Band Structure of Solids*, in *The Chemical Educator* VOL. 1. 1996 Springer-Vellag New York, inc.
- [2] F. Reif, *Fundamentals of Statistical and Thermal Physics*, Mc Graw-Hill, Singapore 1985.

PROGRAM OPRACOWAŁ:

Dr hab. Mirosław Dudek, prof. UZ

FIZYKA JĄDROWA I FIZYKA WYSOKICH ENERGII

Kod przedmiotu: **13.2-WFiA-FizD-FJFWE**

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **Nauczyciel akademicki prowadzący wykład**

Prowadzący: **Nauczyciel akademicki z Wydziału Fizyki i Astronomii**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|---|---------------------------|--------------------------|---------|---------------------|-------------|
| FIZYKA - studia stacjonarne drugiego stopnia | | | | | 6 |
| Wykład | 30 | 2 | III | egzamin | |
| Ćwiczenia | 30 | 2 | | zaliczenie na ocenę | |

CEL PRZEDMIOTU:

Wprowadzenie do podstaw fizyki jądrowej i fizyki wysokich energii.

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Znajomość mechaniki klasycznej i kwantowej

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

WYKŁAD:

- Przedmiot fizyki jądrowej i fizyki cząstek elementarnych.
- Wielkości charakteryzujące jądra atomowe i cząstki elementarne: masa, ładunek, czas życia, liczba barionowa, liczby leptonowe, dziwność i hipertładunek, spin, moment magnetyczny, izospin, parzystość.
- Oddziaływanie nukleon-nukleon. Teoria deuteronu.
- Modele jądrowe: model kropłowy, model gazu Fermiego, model powłokowy, model pola samouzgodnionego.
- Teoria pola średniego. Potencjały jądrowe.
- Oddziaływania resztkowe, model kwazispinu, teoria BCS.
- Wzbudzenia rotacyjne i oscylacyjne jąder.
- Spontaniczne przemiany jądrowe: α , β , γ , rozszczepienie.
- Reakcje jądrowe: historia, reakcje syntezy, zderzenia o niskich, średnich i wysokich energiach.
- Elementy modelu standardowego i podstawowe problemy fizyki wysokich energii.

ĆWICZENIA:

Zakres ćwiczeń zasadniczo taki sam jak wykładu. Szczegółowe obliczenia niektórych przykładów.

METODY KSZTAŁCENIA:

Wykład problemowy oraz konwersatoryjny przy zastosowaniu oryginalnych prac. Ćwiczenia audytoryjne, w ramach, których studenci rozwiązują zadania oraz przeliczają niektóre zagadnienia teoretyczne.

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|---|--------------------|--|-------------|
| Student zna i rozumie podstawowe właściwości jąder atomowych | K2A_W01 K2A_U01 | Odpowiedzi przy tablicy, egzamin | Ćwiczenia |
| Rozumie podstawowe modele jądrowe (kropłowy, powłokowy, model gazu Fermiego) i potrafi przy ich pomocy oszacować podstawowe właściwości jąder | K2A_U03 | Odpowiedzi przy tablicy, egzamin Sprawdzian | Ćwiczenia |
| Zna podstawowe reakcje jądrowe | K2A_U03 | Odpowiedzi przy tablicy, egzamin | Ćwiczenia |
| Rozpoznaje podstawowe składniki materii na poziomie subatomowym, zgodnie z modelem standardowym | K2A_W05 | Odpowiedzi przy tablicy, egzamin | Ćwiczenia |

WARUNKI ZALICZENIA:

Wykład:

Warunkiem zaliczenia wykładu jest zdanie egzaminu końcowego, pisemnego składającego się z kilku problemów obejmujących wybrane zagadnienia programowe.

Przed przystąpieniem do egzaminu student musi uzyskać zaliczenie z ćwiczeń.

Ćwiczenia:

W trakcie zajęć sprawdzany będzie stopień przygotowania studentów oraz zrozumienie treści wykładanych w czasie wykładu. Przeprowadzone będą sprawdziany pozwalające ocenić, czy student osiągnął efekty kształcenia.

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

Godziny kontaktowe:

- wykład: 30 godzin
- ćwiczenia: 30godzin
- konsultacje: 2 godzin
- egzamin: 2 godziny

Razem: 64 godzin

Praca samodzielna studenta:

- przygotowanie do wykładu: 8 godzin
- przygotowanie do ćwiczeń: 20 godzin
- przygotowanie do sprawdzianów: 15 godzin
- przygotowanie do egzaminu: 15 godzin

Razem: 58 godzin

RAZEM: 122 godz., 6 ECTS

Nakład związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela: 64 godz., 3 ECTS.

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] P. Rozmej, Lecture Notes, plik pdf.
- [2] B. Nerlo-Pomorska, K. Pomorski, *Zarys teorii jądra atomowego*, PWN, Warszawa 1999.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] E. Skrzypczak, Z. Szepliński, *Wstęp do fizyki jądra atomowego i cząstek elementarnych*, PWN, Warszawa 1995.
- [2] W. S. C. Williams, *Nuclear and particle physics*, Oxford: Clarendon Press, 1997.

PROGRAM OPRACOWAŁ:

Prof. dr hab. Piotr Rozmej

PROGRAMOWANIE APLIKACJI INTERNETOWYCH

Kod przedmiotu: **11.3-WF-FizD-PrApl**

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **Nauczyciel akademicki prowadzący wykład**

Prowadzący: **Nauczyciel akademicki z wydziału Fizyki i Astronomii**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------|---------------------|-------------|
| Studia stacjonarne | | | | | 4 |
| Wykład | 15 | 1 | III | egzamin | |
| Laboratorium | 30 | 2 | (FK) | zaliczenie na ocenę | |

CEL PRZEDMIOTU:

Celem przedmiotu jest wprowadzenie do programowania aplikacji internetowych zarówno w warstwie prezentacji danych (programowanie po stronie przeglądarki) jak i w warstwie analizy, gromadzenia i przetwarzania danych (programowanie po stronie serwera z wykorzystaniem baz danych). Oprócz rozwijania umiejętności programowania aplikacji internetowych, celem przedmiotu jest również rozwijanie świadomości wolnego oprogramowania i umiejętności wykorzystywania go w tworzeniu profesjonalnych aplikacji internetowych.

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Znajomość podstaw programowanie w języku Python z uwzględnieniem programowania obiektowego, znajomość podstaw relacyjnych baz danych

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

1. HTML

- struktura dokumentu
- elementy blokowe i „liniowe”
- prezentacja treści
- odnośniki
- grafika
- listy
- tabele
- formularze
- html 5

2. CSS

- selektory
- formatowanie tekstu, grafiki, tabel, list, linków i formularzy
- model pudełkowy
- pozycjonowanie elementów
- układy stron – tzw. layouts
- menu

3. Framework JQuery

- wstęp do Java Script (składnia, instrukcje, DOM)
- JQuery – wstęp
- JQuery UI
- Pluginy JQuery
- Ajax

4. Framework Django

- przypomnienie wiadomości o programowaniu w Pythonie
- instalacja i konfiguracja frameworku Django
- widoki i adresy
- szablony html
- modele i praca z bazami danych
- panel administracyjny
- przetwarzanie formularzy

METODY KSZTAŁCENIA:

Wykład:

Wykład konwencjonalny, problemowy, pokaz, dyskusja, warsztaty (testowanie aktualnie omawianych fragmentów kodu).

Laboratoria:

Ćwiczenia laboratoryjne, metoda projektu, praca w grupie, giełda pomysłów, burza mózgów, prezentacja, praca z dokumentacją, samodzielne pozyskiwanie wiedzy.

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|--|--|---|----------------------|
| Student potrafi dobrać i skorzystać z gotowych bibliotek, frameworków i rozwiązań bez naruszania cudzej własności intelektualnej i z zachowaniem zapisów licencji. Potrafi wskazać wolne oprogramowanie stanowiące profesjonalną alternatywę dla oprogramowania komercyjnego. Jest świadomy miejsca wolnego oprogramowania w rozwoju aplikacji internetowych i jego znaczenia na rynku pracy | K2A_W09 K2A_U09 K2A_U10 K2A_K04 | Bieżąca kontrola na zajęciach, projekt, dyskusja, egzamin | laboratorium, wykład |
| Student potrafi stworzyć stronę internetową spełniającą standardy html i css zgodnie ze standardami w3c, potrafi oddzielić warstwę danych od warstwy prezentacji i omówić konieczność takiego podziału | K2A_U09 K2A_U10 | Bieżąca kontrola na zajęciach, projekt, dyskusja, egzamin | laboratorium, wykład |
| Student potrafi zaprojektować bazodanowy serwis internetowy i zakodować go używając frameworku Django. Potrafi omówić rolę bazodanowych serwisów internetowych oraz jest świadomy ich znaczenia na współczesnych rynkach pracy | K2A_U09 K2A_U10 K2A_K04 | Bieżąca kontrola na zajęciach, projekt, dyskusja, egzamin | laboratorium, wykład |

WARUNKI ZALICZENIA:

Wykład:

Ocena końcowa jest oceną wykonania oraz omówienia projektu końcowego wybranego z listy zaproponowanych projektów. W projekcie końcowym oceniane jest właściwe użycie HTML +CSS, zastosowanie JQuery (razem stanowiące 40% oceny), zaprojektowanie modeli, widoków i zaimplementowanie serwisu w frameworku Django (40% oceny), omówienie projektu i technik w nim zastosowanych (20% oceny)

Laboratoria:

Ocena końcowa składa się z: średniej ocen uzyskanych w trakcie laboratoriów z aktywności i krótkich testów sprawdzających postępy w nauce (20% oceny końcowej), oceny dwóch projektów wykonanych w pierwszej i drugiej połowie semestru (pierwszy projekt dotyczący stworzenia strony internetowej wykorzystującej JQuery – 40% oceny końcowej, drugi projekt dotyczy wykonania prostego serwisu internetowego przy pomocy frameworku Django – 40% oceny końcowej)

Przed przystąpieniem do egzaminu student musi uzyskać zaliczenie z ćwiczeń laboratoryjnych.

Ocena końcowa: średnia ważona ocen z egzaminu (60%) i ćwiczeń (40%).

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

- **Udział w wykładach: 15 godz.**
- **Udział w laboratoriach: 30 godz.**
- Przygotowanie do laboratoriów: 20 godz.
- Przygotowanie projektu semestralnego: 25 godz.
- **Konsultacje: 3 godz.**
- **Egzamin: 1 godz.**

Razem: 94 godziny, 4 ECTS.

Bezpośredni udział nauczyciela: 49 godzin, 2 ECTS.

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] <http://www.w3.org/Style/Examples/011/firstcss>
- [2] <http://www.w3schools.com/>
- [3] <http://docs.jquery.com/Tutorials>
- [4] <http://www.djangobook.com/>
- [5] <https://docs.djangoproject.com/en/1.3/>

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] <http://www.smashingmagazine.com/>
- [2] Internet

PROGRAM OPRACOWAŁ:

Dr Marcin Kośmider

ZAAWANSOWANE TECHNIKI SPEKTROSKOPOWE

Kod przedmiotu: **13.2-WF-FizD-ZaTSp**

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **Nauczyciel akademicki prowadzący wykład**

Prowadzący: **Nauczyciel akademicki z Wydziału Fizyki i Astronomii**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|--|---------------------------|--------------------------|---------|---------------------|-------------|
| FIZYKA - studia stacjonarne II stopnia | | | | | 4 |
| Wykład | 15 | 1 | III | egzamin | |
| Laboratorium | 30 | 2 | | zaliczenie na ocenę | |

CEL PRZEDMIOTU:

Pogłębione poznanie współczesnych metod, technik i aparatury spektroskopii rezonansów magnetycznych w tym jądrowego rezonansu magnetycznego (NMR), elektronowego rezonansu paramagnetycznego i rezonansu ferromagnetycznego (EPR i FMR) oraz spektroskopii optycznej dla badań różnych substancji w fizyce środowiska.

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Znajomość podstaw fizyki współczesnej, w tym podstaw elektrodynamiki, fizyki atomowej i jądrowej, mechaniki kwantowej w ramach kursów uniwersyteckich oraz metod współczesnej fizyki doświadczalnej, w szczególności spektroskopii optycznej i rezonansów magnetycznych.

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

Wykład:

Klasyfikacja i krótka charakterystyka metod spektroskopii rezonansów magnetycznych.

Jądrowy rezonans magnetyczny (NMR). Techniki doświadczalne i zastosowania spektroskopii NMR.

Diamagnetyczne, paramagnetyczne i superparamagnetyczne ciała stałe. Uporządkowane struktury magnetyczne w ciałach stałych, ich klasyfikacja i modele.

Spektroskopia rezonansów magnetycznych ciał stałych. Badania metodą EPR struktury elektronowej i lokalnej centrów paramagnetycznych. Badania uporządkowanych układów i nanokompozytów magnetycznych metodą FMR.

Właściwości optyczne uporządkowanych (kryształy) i nieuporządkowanych (szkła) niedomieszkowanych ciał stałych. Absorpcja optyczna i luminescencja kryształów i szkieł. Przejścia międzypasmowe.

Stany domieszkowe w ciałach stałych. Jony metali przejściowych i ziem rzadkich w kryształach i szkiełach. Struktura energetyczna jonów przejściowych i ziem rzadkich w polu krystalicznym. Spektroskopia optyczna i EPR jonów grup przejściowych i ziem rzadkich w kryształach i szkiełach.

Własne i radiacyjne defekty punktowe w kryształach i szkiełach, ich klasyfikacja i modele. Metody spektroskopowe (EPR, absorpcja optyczna, fotoluminescencja, termoluminescencja i inne) badań struktury elektronowej i lokalnej własnych i radiacyjnych defektów punktowych w ciałach stałych.

Ćwiczenia laboratoryjne:

Rejestracja, analiza i interpretacja widm EPR jonów przejściowych w kryształach i szkiełach.

Rejestracja, analiza i interpretacja widm EPR jonów ziem rzadkich w kryształach i szkiełach.

Rejestracja, analiza i interpretacja widm FMR nanocząstek magnetycznych pierwiastków grupy żelaza oraz ich tlenków o różnym składzie.

Rejestracja, analiza i interpretacja widm luminescencji (wzbudzenia i emisji) oraz kinetyki luminescencji jonów przejściowych w kryształach i szklach.

Rejestracja, analiza i interpretacja widm luminescencji (wzbudzenia i emisji) oraz kinetyki luminescencji jonów ziem rzadkich w kryształach i szklach.

Rejestracja, analiza i interpretacja widm EPR radiacyjnych defektów punktowych w kryształach i szklach, generowanych promieniowaniem jonizującym.

METODY KSZTAŁCENIA:

Wykład konwencjonalny. Praca z książkami w tym monografiami specjalnymi i artykułami oryginalnymi w czasopiśmie naukowych.

Ćwiczenia laboratoryjne.

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|--|------------------------|---------------------------|--------------------|
| Zna techniki doświadczalne oraz obserwacyjne wraz z ich ograniczeniami. | K2A_W03 | Zaliczenie | Laboratorium |
| Zna teoretyczne podstawy funkcjonowania aparatury naukowej z zakresu dziedzin nauki i dyscyplin naukowych właściwych dla fizyki. | K2A_W04 | Egzamin | Wykład |
| Zna zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w stopniu wystarczającym do samodzielnej pracy w zawodzie fizyka. | K2A_W07 | Zaliczenie | Laboratorium |
| Potrafi planować i wykonywać podstawowe doświadczenia lub obserwacje dotyczące zagadnień fizycznych. | K2A_U02 | Zaliczenie | Laboratorium |
| Potrafi zrozumieć problemy dotyczące obszarów wiedzy wspólnych dla fizyki oraz nauk do niej pokrewnych jak chemia czy biologia. | K2A_U07 | Egzamin | Wykład |
| Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie, potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób. | K2A_K01 | Egzamin | Wykład |
| Ma świadomość społecznych skutków badań typowych dla fizyki. | K2A_K05 | Egzamin | Wykład |

WARUNKI ZALICZENIA:

Ćwiczenia laboratoryjne: obecność i aktywność na zajęciach, zaliczenie na ocenę pozytywną sprawozdań ćwiczeń laboratoryjnych w wyznaczonym terminie.

Egzamin z wykładu: uzyskanie pozytywnej oceny na egzaminie ustnym z całego zakresu materiału.

Ocena ogólna: średnia arytmetyczna ocen egzaminu i zaliczenia ćwiczeń laboratoryjnych.

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

- Udział w wykładach: 15 godz.
- Udział w ćwiczeniach: 30 godz.
- Przygotowanie do ćwiczeń: 30 godz.
- Przygotowanie do egzaminu: 20 godz.
- Konsultacje i udział w egzaminie: 5 godz.

Łącznie: 100 godz., 4 ECTS.

Nakład związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela: 50 godz., 2 ECTS.

LITERATURA PODSTAWOWA:

[1] J. A. Weil, J. A. Bolton, J. E. Wertz, *Electron Spin Resonance. Elementary Theory and Practical Applications*, John Wiley & Sons, New York 1994.

[2] B. Henderson, G. F. Imbush, *Optical Spectroscopy of Inorganic Solids*, Clarendon Press, Oxford 1989.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

[1] Literatura specjalistyczna (monografie i artykuły oryginalne) o badaniach różnych substancji współczesnymi metodami rezonansów magnetycznych i spektroskopii optycznej.

UWAGI:

Przed przystąpieniem do egzaminu student musi uzyskać zaliczenie z ćwiczeń laboratoryjnych.

PROGRAM OPRACOWAŁ:

Dr hab. Bohdan Padlyak, prof. UZ

FIZYKA KWANTOWA II

Kod przedmiotu: **13.2-WF-FizD-FKwa2**

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **Nauczyciel akademicki prowadzący wykład**

Prowadzący: **Nauczyciel akademicki z Wydziału Fizyki i Astronomii**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|---|---------------------------|--------------------------|---------|---------------------|-------------|
| FIZYKA - studia stacjonarne drugiego stopnia | | | | | 4 |
| Wykład | 15 | 1 | III | egzamin | |
| Ćwiczenia | 30 | 2 | (FT) | zaliczenie na ocenę | |

CEL PRZEDMIOTU:

Zapoznanie studentów z kilkoma ogólnymi własnościami układów kwantowych w celu przygotowania do różnych możliwych zastosowań.

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Znajomość pierwszego kursu mechaniki kwantowej oraz kursu fizyki teoretycznej.

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

WYKŁAD:

- Operator gęstości
- Operator ewolucji
- Niezmienniczość cechowania
- Stany niezwiązane, czasy życia
- Stany związane cząstki w jamie potencjału o dowolnym kształcie
- Stany niezwiązane cząstki w obecności jamy potencjału lub bariery o dowolnym kształcie.

ĆWICZENIA:

Zasadniczo te same zagadnienia, z uwzględnieniem szczegółowych obliczeń i interpretacji na przykładach.

METODY KSZTAŁCENIA:

Wykład problemowy oraz konwersatoryjny. Ćwiczenia audytoryjne, w ramach których studenci rozwiązują problemy (zadania i przykłady).

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|-------------|-----------------|--------------------|-------------|
|-------------|-----------------|--------------------|-------------|

| | | | |
|---|---------|-----------------------------------|-----------|
| Student zna znaczenie i zastosowanie operatora gęstości | K2A_W01 | Odpowiedzi, sprawdzian i egzamin | Ćwiczenia |
| Potrafi uzasadnić znaczenie transformacji cechowania | K2A_W02 | Odpowiedzi , sprawdzian i egzamin | Ćwiczenia |
| Zna różne metody badania ewolucji układu kwantowego w czasie | K2A_U01 | Odpowiedzi, sprawdzian i egzamin | Ćwiczenia |
| Student zna i rozumie pojęcie czasu życia stanu kwantowego | K2A_U10 | Odpowiedzi, sprawdzian i egzamin | Ćwiczenia |
| Potrafi badać stany związane i niezwiązane cząstki w obecności potencjałów o dowolnym kształcie | K2A_U03 | Odpowiedzi, sprawdzian i egzamin | Ćwiczenia |

WARUNKI ZALICZENIA:

Wykład:

Warunkiem zaliczenia wykładu jest zdanie egzaminu końcowego pisemnego polegającego na opisanu kilku problemów teoretycznych.

Ćwiczenia:

W trakcie zajęć sprawdzany będzie stopień przygotowania studentów oraz zrozumienie treści wykładanych w czasie wykładu. Przeprowadzone będą sprawdziany z zadaniami i problemami, pozwalające ocenić, czy student osiągnął efekty kształcenia.

Warunkiem koniecznym i dostatecznym zaliczenia ćwiczeń jest uzyskanie 50% maksymalnej ilości punktów, jaką można zdobyć z dwóch sprawdzianów cząstkowych. Student, który uzbiera, co najmniej 10 % maksymalnej ilości punktów i nie przekroczy limitu nieobecności na zajęciach ma prawo do sprawdzianu poprawkowego z całości materiału przed I terminem egzaminu. Na ocenę oprócz wyników sprawdzianów wpływają również: aktywne uczestniczenie w zajęciach, przygotowanie do zajęć.

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

Godziny kontaktowe:

- wykład: 15 godz.
- ćwiczenia: 30 godz.
- konsultacje: 5 godz.
- udział w egzaminie: 2 godz.

Praca samodzielna studenta:

- przygotowanie do wykładu i egzaminu: 15 godz.
- przygotowanie do ćwiczeń i sprawdzianów: 30 godz.

RAZEM: 97 godz., 4 ECTS.

Nakład związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela: 52 godz., 2 ECTS

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloe, *Quantum Mechanics*, 1992.
- [2] I. Białyński-Birula, M. Cieplak, J. Kamiński, *Theory of quanta*, PWN, Warszawa 2001.
- [3] Pdf file delivered to the students.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] A. L. Schiff, *Quantum mechanics*, PWN, Warszawa 1987.

PROGRAM OPRACOWAŁ:

Prof. dr hab. Piotr Rozmej

RADIOASTRONOMIA WSPÓŁCZESNA

Kod przedmiotu: **13.7-WF-FizD-RadWs**

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **Nauczyciel akademicki prowadzący wykład**

Prowadzący: **Nauczyciel akademicki z Wydziału Fizyki i Astronomii wg planu**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|---|---------------------------|--------------------------|----------|---------------------|-------------|
| FIZYKA - studia stacjonarne drugiego stopnia | | | | | |
| Wykład | 30 | 2 | III (AK) | zaliczenie na ocenę | 2 |

CEL PRZEDMIOTU:

Przekazanie, w formie pogłębionej wiedzy, informacji na temat współczesnej radioastronomii. Przegląd najnowocześniejszych instrumentów badawczych i technik obserwacyjnych oraz aktualnej wiedzy na temat źródeł radiowych we wszechświecie. Omówienie kluczowych projektów badawczych radioastronomii XXI wieku.

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Zaliczenie przedmiotu: Astrofizyka.

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

Podstawy radioastronomii w kontekście nowoczesnych technik rejestracji sygnału radiowego. Budowa i działanie nowoczesnych radioteleskopów. Interferometria. Źródła radiowe we wszechświecie. Projekty ALMA, FAST, LOFAR, SKA.

METODY KSZTAŁCENIA:

Wykład konwersatoryjny: treść przekazywana przez nauczyciela i wypowiedzi słuchaczy.

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|---|--------------------|--------------------|-------------|
| 1. Student potrafi zdefiniować i objaśnić fundamentalne prawa w radioastronomii | K2A_W02 | Dyskusja/test | Wykład |
| 2. Omówić najnowocześniejsze instrumenty i techniki obserwacyjne w tym obserwacje interferometryczne. | K2A_W04 K2A_W06 | Dyskusja/test | Wykład |
| 3. Zna podstawowe własności astronomicznych źródeł promieniowania | K2A_W06 | test | Wykład |

| | | | |
|--|-------------------------------|---------------|--------|
| radiowego | K2A_K01 | | |
| 4. Potrafi objaśnić projekty ALMA, FAST, LOFAR i SKA | K2A_W06 K2A_K01 K2A_K05 | Dyskusja/test | Wykład |

WARUNKI ZALICZENIA:

Ocena końcowa: Test końcowy. Warunek zaliczenia - pozytywna ocena z testu.

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

- udział w wykładach: 15 tygodni x 2 godz. = 30 godz.
- przygotowanie do wykładu: 10 godz.
- udział w konsultacjach: 2 godz.
- przygotowanie do testu: 10 godz.

RAZEM: 52 godz., 2 ECTS.

Nakład związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela 32 godz., co odpowiada 1 ECTS.

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] *Astronomia populama*, praca zbiorowa, PWN, Warszawa 1990.
- [2] F. H. Shu, *Fizyka Wszechświata*, Prószyński i S-ka, Warszawa 2003.
- [3] J. D. Kraus, 1986, *Radio Astronomy*, 2nd edition, Cygnus-Quasar Books, Powell, OH.
- [4] T. L. Wilson, K. Rohlfs, S. Huttemeister, *Tools of Radio Astronomy*, Fifth Edition, Springer-Verlag, Berlin 2009.
- [5] B. F. Burke and F. Graham-Smith, *An Introduction to Radio Astronomy*, Third Edition, Cambridge University Press, 2010.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] D. Lorimer and M. Kramer, *Handbook of Pulsar Astronomy*, Cambridge University Press, Cambridge, 2005.
- [2] Single-dish radio astronomy techniques and applications : proceedings of the NAIC-NRAO Summer School held at National Astronomy and Ionosphere Center, Arecibo Observatory, Arecibo, Puerto Rico, USA, 10-15 June 2001.
- [3] A.R. Thompson, J. M. Moran, G.W. Swenson Jr., *Interferometry and Synthesis in Radio Astronomy*, Second Edition; WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KgaA, Weinheim, 2004.

PROGRAM OPRACOWAŁ:

Dr hab. Jarosław Kijak, prof. UZ

ASTROFIZYKA WYSOKICH ENERGII

Kod przedmiotu: **13.7-WF-FizD-AsWEn**

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **Nauczyciel akademicki prowadzący wykład**

Prowadzący: **Nauczyciel akademicki z Wydziału Fizyki i Astronomii**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|---|---------------------------|--------------------------|----------|------------------|-------------|
| FIZYKA - studia stacjonarne drugiego stopnia | | | | | 2 |
| Wykład | 30 | 2 | III (AK) | egzamin | |

CEL PRZEDMIOTU:

Utrwalenie i rozszerzenie podstawowych pojęć astrofizyki wysokich energii. Przekazanie wiadomości umożliwiających rozumienie wysokoenergetycznych procesów astrofizycznych.

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Wiedza ze wstępu do astrofizyki obiektów zwartych, astrofizyki I i II.

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

- Szczególna Teoria Względności.
- Fizyka płynów.
- Procesy promieniste.
- Gwiazdy supernowe.
- Gwiazdy neutronowe, pulsary i magnetary.
- Układy podwójne z obiektami zwartymi.
- Błyski gamma oraz poświaty błysków gamma.
- Aktywne jądra galaktyk.

METODY KSZTAŁCENIA:

Wykład konwencjonalny.

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|---|-------------------------------|--------------------|-------------|
| Student zna i rozumie treści przekazane podczas wykładu | K2A_W03 K2A_W04 K2A_W06 | egzamin | wykład |

| | | | |
|--|-------------------------------|---------|--------|
| Student potrafi przeprowadzić rachunki służące do rozwiązywania problemów i zagadnień astrofizyki wysokich energii. Potrafi zinterpretować wyniki obserwacji astronomicznych prowadzonych w zakresie X i gamma widma elektromagnetycznego i na ich podstawie oszacować najważniejsze parametry fizyczne np. układów podwójnych z obiektem zwartym jako jednym ze składników. | K2A_U02 K2A_U03 K2A_U07 | egzamin | wykład |
| Student potrafi wykorzystać posiadaną wiedzę do skonstruowania prostych projektów badawczych, jak również do przedstawienia zdobytej wiedzy w sposób | K2A_K05 | egzamin | wykład |
| Umie wykorzystywać literaturę anglojęzyczną. | K2A_U14 K2A_K01 | egzamin | wykład |

WARUNKI ZALICZENIA:

Ocena końcowa: Egzamin ustny; Warunek zaliczenia - pozytywna ocena z egzaminu

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

- udział w wykładach: 15 tygodni x 2 godz. = 30 godz.
- przygotowanie do wykładu: 10 godz.
- udział w konsultacjach: 2 godz.
- przygotowanie do egzaminu: 10 godz.
- udział w egzaminie: 2 godz.

RAZEM: 54 godz., 2 ECTS.

Nakład związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela 34 godz., co odpowiada 1 ECTS.

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] U. Kolb, *Extreme Environment Astrophysics*, Cambridge, 2010.
- [2] S. Rossweg, M. Brueggen, *Introduction to High-Energy Astrophysics*, Cambridge, 2007.
- [3] M. S. Longair, *High Energy Astrophysics*, Cambridge, 2011.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] M. Camenzind, *Compact objects in astrophysics*, Springer, 2007.
- [2] W. H. G. Lewin, M. van der Klis, *Compact Stellar X-ray Sources*, Cambridge Uni. Press, 2006.
- [3] F. Shu, *Galaktyki, gwiazdy, życie*, Prószyński i S-ka, 2003.

PROGRAM OPRACOWAŁA:

Dr Agnieszka Słowikowska

SEMINARIUM MAGISTERSKIE I

Kod przedmiotu: **13.2-WF-FizD-Smgr1**

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **Nauczyciel akademicki prowadzący seminarium**

Prowadzący: **Nauczyciel akademicki z Wydziału Fizyki i Astronomii**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|---|---------------------------|--------------------------|---------|---------------------|-------------|
| FIZYKA - studia stacjonarne drugiego stopnia | | | | | 4 |
| Seminarium | 30 | 2 | III | zaliczenie na ocenę | |

CEL PRZEDMIOTU:

Zdobycie umiejętności przygotowania prezentacji wyników omawianych w pracy magisterskiej i ich referowania. Przygotowanie do pisania pracy magisterskiej.

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Wiedza i umiejętności zdobyte podczas dotychczasowego przebiegu studiów.

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

Elementy współczesnej tematyki badawczej z zakresu fizyki współczesnej (ze szczególnym uwzględnieniem tematyki prac magisterskich).

METODY KSZTAŁCENIA:

Przygotowanie i prezentacja referatów na tematy nawiązujące do szeroko rozumianej tematyki przydzielonych prac magisterskich. Wspólna dyskusja dotycząca prezentowanych treści merytorycznych oraz formy przygotowania prezentacji i formy jej przedstawienia. Dyskusja możliwości wykorzystania prezentowanych wyników przy pisaniu pracy magisterskiej.

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

Student posiada ogólną wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju i najnowszych odkryciach w zakresie nauk fizycznych (**K2A_W06**). Student potrafi samodzielnie podać podstawowe twierdzenia i prawa fizyczne wraz z prowadzącym do nich rozumowaniem oraz potrafi dostosować swoją prezentację do odbiorcy i jego poziomu wiedzy (**K2A_U01**) oraz samodzielnie zdobywać wiedzę i rozwijać swoje umiejętności, korzystając z różnych źródeł (w języku polskim i obcym) oraz nowoczesnych technologii (**K2A_U10**). Posiada umiejętność przygotowania wystąpień ustnych, w języku polskim i języku obcym typowe dla zakresu fizyki zarówno teoretycznej, jak i eksperymentalnej (**K2A_U13**). Rozumie rolę popularyzacji wiedzy, zarówno od strony czynnej, jak i biernej (**K2A_K02**).

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|---------------------------------|-----------------|---------------------------------|-------------|
| Student posiada ogólną wiedzę o | K2A_W06 | Przygotowanie i zaprezentowanie | seminarium |

| | | | |
|---|---------|---|------------|
| aktualnych kierunkach rozwoju i najnowszych odkryciach w zakresie nauk fizycznych | | referatu, aktywny udział w dyskusji | |
| Student potrafi samodzielnie podać podstawowe twierdzenia i prawa fizyczne wraz z prowadzącym do nich rozumowaniem. Potrafi dostosować swoją prezentację do odbiorcy i jego poziomu wiedzy. | K2A_U01 | Przygotowanie i zaprezentowanie referatu, aktywny udział w dyskusji | seminarium |
| Student potrafi samodzielnie zdobywać wiedzę i rozwijać swoje umiejętności, korzystając z różnych źródeł (w języku polskim i obcym) oraz nowoczesnych technologii | K2A_U10 | Przygotowanie i zaprezentowanie referatu | seminarium |
| Student posiada umiejętność przygotowania wystąpień ustnych, w języku polskim i języku obcym typowe dla zakresu fizyki zarówno teoretycznej, jak i eksperymentalnej | K2A_U13 | Przygotowanie i zaprezentowanie referatu | seminarium |
| Student rozumie rolę popularyzacji wiedzy, zarówno od strony czynnej, jak i biernej | K2A_K02 | Przygotowanie i zaprezentowanie referatu, aktywny udział w dyskusji | seminarium |

WARUNKI ZALICZENIA:

Przygotowanie i zaprezentowanie minimum dwóch referatów dotyczących problemów poruszanych na zajęciach, udział we wspólnych dyskusjach na temat prezentowanych wystąpień.

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

- Udział w zajęciach pracowni – 30 godz.
- Przygotowanie do ćwiczeń – 50 godz.
- Konsultacje – 5 godz.

Łącznie: 85 godzin, 4 ECTS.

Nakład związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela 35 godz., co odpowiada 2 ECTS.

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Artykuły polecane przez prowadzącego, opublikowane w czasopiśmie naukowym i popularnonaukowym.
- [2] Artykuły naukowe umieszczone na serwerze *lanl.arxiv.org*.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA: -

PROGRAM OPRACOWAŁ:

Dr hab. Wiesław Leoński, prof. UZ

WYKŁAD MONOGRAFICZNY I – WSTĘP DO INFORMATYKI KWANTOWEJ

Kod przedmiotu: 13.2-WF-FizD-WyMo1

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **Polski i angielski (do wyboru)**

Odpowiedzialny za przedmiot: **dr hab. Van Cao Long, prof. UZ**

Prowadzący: **dr hab. Van Cao Long, prof. UZ**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|--|---------------------------|--------------------------|---------|------------------|-------------|
| FIZYKA - studia stacjonarne drugiego stopnia | | | | | 5 |
| Wykład | 30 | 2 | III | egzamin | |

CEL PRZEDMIOTU:

Zapoznanie z podstawami Informatyki kwantowej: zasady matematyczne obliczeń kwantowych i możliwe realizacje fizyczne komputerów kwantowych

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Wiadomości matematyczne i z mechaniki kwantowej zdobyte na poprzednich latach studiów.

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

- Zasady matematyczne obliczeń kwantowych
 - Wektory i operatory w przestrzeni Hilberta
 - Postulaty mechaniki kwantowej
 - Paradoksy mechaniki kwantowej: koty Schrodingera i pary Einsteina-Podolskyego-Rosena
 - Kubity i rejestr kwantowy. Stany splątane
 - Bramki kwantowe
 - Algorytmy kwantowe. Teleportacja. Algorytm Shora
- Co to jest komputer kwantowy?
 - Dwupoziomowiec jako kubit
 - Optyczne równania Blocha, bramki kwantowe jako obroty na sferze Blocha
 - Foton jako kubit
 - Jak działa komputer kwantowy
 - Dodawanie i mnożenie kwantowe
- Kryptografia kwantowa
 - Podstawowe wiadomości z kryptografii
 - Przekazanie klucza za pomocą fotonów polaryzowanych
 - Atak na szyfr RSA
- Zakończenie

METODY KSZTAŁCENIA:

Wykład konwencjonalny z wykorzystaniem narzędzi multimedialnych.

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|--|--|----------------------------|---------------------|
| <p>Wiedza: Student posiada ogólną wiedzę w zakresie informatyki kwantowej na poziomie ścisłości fizycznej i matematycznej adekwatnej do wiedzy zdobytej podczas poprzedniego okresu studiów. Wykład jest krótkim wprowadzeniem w podstawowe zagadnienia szybko rozwijającej się dziedziny nauki, jaką jest informatyka kwantowa oraz jej zastosowania, zwłaszcza w zakresie kryptografii kwantowej.</p> | K2A_W02 K2A_W06 | Ocena z egzaminu końcowego | Udział na wykładzie |
| <p>Umiejętności: Potrafi analizować oraz rozwiązać proste problemy informatyki kwantowej, w szczególności kryptografii kwantowej w oparciu o nabytą wiedzę i informacje z dostępnych źródeł literaturowych, baz danych, zasobów internetowych zarówno w języku polskim i angielskim, potrafi mówić o realizacjach fizycznych komputerów kwantowych zrozumiałym, prostym językiem. Potrafi wykonywać analizy wyników pewnych algorytmów (np. protokół teleportacji i algorytm Shora) oraz formułować na tej podstawie odpowiednie wnioski. Potrafi samodzielnie zdobywać wiedzę i rozwijać swoje umiejętności w tej nowej dziedzinie, korzystając z różnych źródeł.</p> | K2A_U01 K2A_U01 K2A_U06 K2A_U10 | j.w. | j.w. |
| <p>Kompetencje społeczne: Ma świadomość swojej wiedzy i umiejętności, rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego doksztalcania się (studia drugiego i trzeciego stopnia, studia podyplomowe) — podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych.</p> | K2A_K01 | j.w. | j.w. |

WARUNKI ZALICZENIA:

Warunkiem zaliczenia jest pozytywna ocena z egzaminu końcowego. Ta ocena jest jednocześnie oceną końcową.

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

- Udział na wykładzie: 30 godzin
- Praca samodzielna: 60 godzin
- Konsultacje: 10 godzin
- Udział w egzaminie: 2 godziny

Łącznie: 102 godziny, 5 ECTS.

Nakład związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela: 42 godziny, 2 ECTS.

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] M. A. Nielsen, I. L. Chuang, *Quantum Computation and Quantum Information*, Cambridge University Press, Cambridge, UK 2000.
- [2] K. Giera, M. Kamiński, *Wprowadzenie do algorytmów kwantowych*, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2003.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] D. Bouwmeester, A. Ekert, A. Zeilinger. (red.), *The Physics of Quantum Information*, Springer-Verlag, Heidenberg 2000.

PROGRAM OPRACOWAŁ:

Dr hab. Van Cao Long, prof. UZ

SYMULACJE UKŁADÓW KWANTOWYCH

Kod przedmiotu: **11.3-WF-FizD-SyUKw**

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **Nauczyciel akademicki prowadzący wykład**

Prowadzący: **Nauczyciel akademicki z Wydziału Fizyki i Astronomii**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------|---------------------|-------------|
| Studia stacjonarne | | | | | 6 |
| Wykład | 30 | 2 | IV | egzamin | |
| Laboratorium | 30 | 2 | (FK) | zaliczenie na ocenę | |

CEL PRZEDMIOTU:

Studenci powinni poznać metody numeryczne symulacji układów kwantowych. Dotyczy to wybranych zagadnień mechaniki kwantowej i informatyki kwantowej.

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Znajomość mechaniki kwantowej, znajomość metod matematycznych fizyki, znajomość języków programowania - wiedza i umiejętności spełniające kryteria K2A_W01.

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

1. Mechanika kwantowa:
 - paczki falowe (gaussowska paczka falowa, dyfrakcja, tunelowanie),
 - symulacje z użyciem metod chemii kwantowej (orbitale, wyznacznik Slatera, równania Hartree-Focka, metoda DFT),
 - symulacje metodą kwantowego Monte Carlo,
2. Wybrane zagadnienia informatyki kwantowej (pojęcie qubitów, działania na qubitach, algorytmy kwantowe).

METODY KSZTAŁCENIA:

Metody kształcenia mają formę wykładu, laboratorium komputerowego i ćwiczeń rachunkowych. Na wykładzie przedstawiona zostaje teoria. Wykład wzbogacony jest prezentacjami przykładowych wyników symulacji komputerowych i wskazaniem jak i kiedy stosować metody kwantowe. Laboratorium ma charakter praktyczny, gdzie studenci omawiają materiał z wykładu, przygotowują symulacje prostych układów kwantowych, zapoznają się z dostępnymi bibliotekami do prowadzenia symulacji układów kwantowych. Sugerowany język programowania – Python.

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|--|--------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Studenci posiadają podstawową wiedzę dotyczącą metod symulacji komputerowych układów kwantowych. | K2A_W01 | sprawdzian dyskusja egzamin | ćwiczenia ćwiczenia wykład |
| Wiedza ogólna wsparta jest szczegółową umiejętnością zaimplementowania prostych modeli kwantowych w symulacji komputerowej. Potrafią wytłumaczyć opisy przebiegu zjawisk i uzasadnić stosowane metody. Posiadają elementarną wiedzę z informatyki kwantowej. | K2A_W01 K2A_W04 | sprawdzian dyskusja egzamin | ćwiczenia ćwiczenia wykład |

WARUNKI ZALICZENIA:

Wykład kończy się egzaminem na ocenę. Forma zaliczenia to sprawdzenie pisemne wiedzy teoretycznej i umiejętności praktycznych. Na ćwiczeniach efekty kształcenia weryfikowane są ocenami częściowymi dotyczącymi wykonanych zadań, ocenami ze sprawdzianów pisemnych i oceną końcową z umiejętności wykonania symulacji komputerowej dla określonego zagadnienia kwantowego.

Przed przystąpieniem do egzaminu student musi uzyskać zaliczenie z ćwiczeń.

Ocena ogólna: średnia arytmetyczna ocena z egzaminu i zaliczenia.

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

- udział w wykładach: 30 godz.
- udział w laboratoriach: 30 godz.
- przygotowanie do laboratorium: 30 godz.
- przygotowanie do egzaminu: 25 godz.
- konsultacje: 5 godz.
- udział w egzaminie; 2 godz.

RAZEM: 122 godz., 6 ECTS.

Nakład związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela: 67 godz., 3 ECTS.

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] W. M. C. Foulkes, L. Mitas, R. J. Needs, G. Rajagopal, *Reviews of Modern Physics*, Vol. 73, No. 1, January 2001
- [2] Leonard I. Schiff, *Quantum Mechanics*, McGraw Hill Book Company (1968).

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Internet, biblioteki Pytona.

PROGRAM OPRACOWAŁ:

Dr hab. Mirosław Dudek, prof. UZ

PROMIENIOWANIE ANTEN

Kod przedmiotu: **13.2-WF-FizD-PrAnt**

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **Nauczyciel akademicki prowadzący wykład**

Prowadzący: **Nauczyciel akademicki z Wydziału Fizyki i Astronomii**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|---|---------------------------|--------------------------|---------|---------------------|-------------|
| FIZYKA - studia stacjonarne II stopnia | | | | | 6 |
| Wykład | 30 | 2 | IV | egzamin | |
| Laboratorium | 30 | 2 | (FŚ) | zaliczenie na ocenę | |

CEL PRZEDMIOTU:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studenta na kierunku fizyka w specjalności fizyka środowiska z zagadnieniem promieniowania anten. Przedstawione zostaną podstawy teoretyczne anten, przykłady ich stosowania, studenci powinni umieć zdefiniować antenę, poznać metody pomiaru promieniowania anten, rozpoznać różne rodzaje anten, poznać zagadnienia związane z wpływem promieniowania anten na zdrowie człowieka i regulacjami prawnymi w tym zakresie.

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Znajomość fizyki ogólnej.

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

- Fale elektromagnetyczne, anteny – podstawowe pojęcia, rodzaje anten.
- Charakterystyka promieniowania anteny, listki charakterystyki promieniowania anteny.
- Polaryzacja fali, zysk energetyczny, impedancja.
- Metody pomiaru charakterystyk promieniowania anten.
- Działanie pola elektromagnetycznego na zdrowie człowieka, przepisy prawne.

METODY KSZTAŁCENIA:

Podstawowe metody kształcenia to wykład i laboratorium. Ćwiczenia w laboratorium mają charakter zarówno rachunkowy i praktyczny. Studenci mają dostęp do aparatury pomiarowej pozwalającej na pomiary charakterystyk promieniowania anten.

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|---------------------------------|-----------------|--------------------|-------------|
| Studenci znają zasady działania | K2A_W01 | sprawdzian | ćwiczenia |

| | | | |
|--|--------------------|------------------------|------------------------|
| anten, potrafią je rozróżnić. | K2A_W03 | dyskusja egzamin | ćwiczenia egzamin |
| dla wybranych anten studenci potrafią w sposób praktyczny zmierzyć charakterystyki promieniowania. | K2A_U01 K2A_U02 | sprawdzian dyskusja | ćwiczenia ćwiczenia |
| Studenci mają świadomość wpływu promieniowania elektromagnetycznego na zdrowie. | K2A_U07 K2A_K05 | sprawdzian dyskusja | ćwiczenia ćwiczenia |

WARUNKI ZALICZENIA:

Wykład kończy się egzaminem na ocenę. Forma zaliczenia to sprawdzenie pisemne wiedzy teoretycznej i praktycznych umiejętności rachunkowych. Na ćwiczeniach w laboratorium efekty kształcenia weryfikowane są ocenami częściowymi dotyczącymi wykonanych zadań, ocenami ze sprawdzianów pisemnych i oceną końcową z umiejętności rachunkowych i poziomu umiejętności praktycznych w stosowaniu aparatury pomiarowej.

Przed przystąpieniem do egzaminu student musi uzyskać zaliczenie z ćwiczeń.

Ocena ogólna: średnia arytmetyczna ocena z egzaminu i zaliczenia.

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

- udział w wykładach: 30 godz.
- udział w ćwiczeniach: 30 godz.
- przygotowanie do ćwiczeń: 30 godz.
- przygotowanie do egzaminu: 25 godz.
- konsultacje: 5 godz.

RAZEM: 120 godz., 6 ECTS.

Nakład związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela: 65 godz., 3 ECTS.

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Constantine A. Balanis, *Antenna theory. Analysis and design*, John Wiley & Sons, Inc. 2005.
- [2] R. K. Singh, *Estimation of Electromagnetic Radiation from Base Station Antenna*, International Journal of Medical and Biological Sciences 6, 2012.
- [3] Stanisław Marzec, Adam Stawowy, *Narażenie ludności na pole elektromagnetyczne anten telefonii komórkowej*, Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Zarządzania Ochroną Pracy w Katowicach, Nr 1(3)/2007, s. 45-54.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA: -

PROGRAM OPRACOWAŁ:

Dr hab. Mirosław Dudek, prof. UZ

PROMIENIOWANIE JONIZUJĄCE I OCHRONA RADIOLOGICZNA

Kod przedmiotu: 13.2-WF-FizD-PJiOR

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **Nauczyciel akademicki prowadzący wykład**

Prowadzący: **Nauczyciel akademicki z Wydziału Fizyki i Astronomii**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|--|---------------------------|--------------------------|---------|---------------------|-------------|
| FIZYKA - studia stacjonarne II stopnia | | | | | 2 |
| Wykład | 30 | 2 | IV | zaliczenie na ocenę | |

CEL PRZEDMIOTU:CEL PRZEDMIOTU:

Zapoznanie studentów z fizycznym opisem oddziaływania promieniowania jądrowego na organizmy żywe i elementami ochrony radiologicznej.

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Podstawy fizyki a zwłaszcza Podstawy fizyki III - Elektryczność i magnetyzm i Podstawy fizyki IV – Optyka i fizyka współczesna oraz Analiza matematyczna I i II.

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

Źródła i rodzaje promieniowania jądrowego, korpuskularna i falowa natura promieniowania jądrowego. Promieniotwórczość naturalna i sztuczna, prawa rządzące zjawiskiem promieniotwórczości. Mechanizmy oddziaływania ciężkich cząstek naładowanych, elektronów, fotonów i neutronów z materią

Promieniowanie X, jego powstawanie i wykorzystanie

Wpływ promieniowania jonizującego na organizmy żywe. Źródła promieniowania jonizującego. Jonizacja i wzbudzenie materii pod wpływem promieniowania jonizującego. Detektory promieniowania jonizującego. Dozymetria promieniowania jonizującego. Biologiczne działanie promieniowania jonizującego. Wartości dawek granicznych promieniowania jonizującego.

Promieniotwórczość naturalna. Promieniowanie kosmiczne, radionuklidy, radon i toron, radionuklidy w organizmach żywych. Zastosowania radionuklidów.

Energia jądrowa - modele jądra atomowego, energia wiązania, energia aktywacji, reakcja rozszczepienia i syntezy jąder atomowych, reakcja łańcuchowa, wytwarzanie energii jądrowej, reaktory atomowe, paliwa jądrowe, współczesne elektrownie jądrowe, energia jądrowa w ogólnoświatowym systemie konsumpcji i produkcji energii.

Ochrona radiologiczna w obiektach jądrowych - środki ochrony przed promieniowaniem jonizującym, rodzaje i skuteczność osłon stałych, krotność osłabienia natężenia promieniowania, bezpieczna odległość od nieosłoniętego źródła promieniowania, strefa ograniczonego czasu przebywania, strefa awaryjna, przyczyny i skutki awarii w instalacjach jądrowych, skażenia i odpady promieniotwórcze, program bezpieczeństwa jądrowego i plany postępowania awaryjnego.

METODY KSZTAŁCENIA:

Wykład konwencjonalny.

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|--|--------------------|------------------------|-------------|
| Student powinien wykazać się dobrą znajomością własności promieniowania jądrowego, praw rządzących zjawiskiem promieniotwórczości naturalnej i sztucznej oraz rozumieć pojęcia i wielkości fizyczne służące do opisu tych zjawisk. | K2A_W01 | Sprawdzian Egzamin | Wykład |
| Zna zasady działania różnych typów detektorów promieniowania jonizującego | K2A_W03 K2A_W04 | Sprawdzian | Wykład |
| posiada wiedzę o sposobach wytwarzania i praktycznego wykorzystania energii jądrowej dla potrzeb energetyki, o aktualnym stanie i perspektywach energetyki jądrowej w Polsce i na świecie oraz o wynikających z tego tytułu korzyściach i zagrożeniach dla człowieka i środowiska naturalnego. | K2A_W04 | Sprawdzian Egzamin | Wykład |
| Student zna metody pomiarów i wykrywania promieniowania jądrowego, skażeń promieniotwórczych, znać sposoby zmniejszania narażenia i podstawowe zasady ochrony radiologicznej w obiektach jądrowych. | K2A_W03 | Sprawdzian Egzamin | Wykład |
| Zna wartości dopuszczalnych dawek granicznych promieniowania jonizującego, zna obowiązujące normy i regulacje prawne i wie gdzie szukać ich aktualizacji. | K2A_W01 | Sprawdzian Egzamin | Wykład |
| Korzysta z różnorodnych materiałów w języku polskim i angielskim dostarczonych zarówno przez prowadzącego zajęcia jak i zdobytych samodzielnie przy wykorzystaniu nowoczesnych technologii. Nabywa krytycznego stosunku do materiałów o słabo ustalonym pochodzeniu znalezionych w sieci. | K2A_U10 | Egzamin Prezentacja | Wykład |

WARUNKI ZALICZENIA:

Wykład: zaliczenie z oceną na podstawie pisemnego testu; Warunek zaliczenia - pozytywna ocena z testu zaliczeniowego

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

- udział w wykładach: 30 godz.
- przygotowanie do zaliczenia wykładu (w tym przygotowanie prezentacji): 20 godz.
- udział w konsultacjach: 2 godz.

RAZEM: 52 godz., 2 ECTS

Nakład pracy związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela wynosi 32 godziny. Odpowiada to 1 ECTS.

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] A. Z. Hrynkiewicz, ed., *Człowiek i promieniowanie jonizujące*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001.
- [2] A. Hrynkiewicz, *Dawki i działanie biologiczne promieniowania jonizującego*, Państwowa Agencja Atomistyki, Instytut Fizyki Jądrowej, Warszawa-Kraków, 1993.

- [3] P. Jaracz, *Promieniowanie jonizujące w środowisku człowieka*, Wyd. Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2001.
- [4] K.N. Muchin, *Doświadczalna fizyka jądrowa*, t.1, 2, WNT, Warszawa 1978.
- [5] B. Gostkowska, *Wielkości, jednostki i obliczenia stosowane w ochronie radiologicznej*, Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej, wyd. III, Warszawa 2005.
- [6] A. Skłodowska, B. Gostkowska, *Promieniowanie jonizujące a człowiek i środowisko*, Wyd. Nauk. SCHOLAR, Biuro Handlowe POLON, Warszawa 1994.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] E. Skrzypczak, Z. Szefliński, *Wstęp do fizyki jądra atomowego i cząstek elementarnych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002.
- [2] E. B. Podgorsak, *Radiation Physics for medical physicists*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2010.

PROGRAM OPRACOWAŁA:

Dr hab. Maria Przybylska, prof. UZ

TEORIA POLA

Kod przedmiotu: **13.2-WF-FizD-TePol**

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **Nauczyciel akademicki prowadzący wykład**

Prowadzący: **Nauczyciel akademicki z Wydziału Fizyki i Astronomii**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|---|---------------------------|--------------------------|---------|---------------------|-------------|
| FIZYKA - studia stacjonarne drugiego stopnia | | | | | 4 |
| Wykład | 30 | 2 | IV | egzamin | |
| Ćwiczenia | 30 | 2 | (FT) | zaliczenie na ocenę | |

CEL PRZEDMIOTU:

Celem zajęć jest zapoznanie studentów z formalizmem szczególnej i ogólnej teorii względności, podobieństwami i różnicami między nimi oraz ich zastosowaniami do opisu pewnych zjawisk fizycznych i astronomicznych.

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Analiza matematyczna I i II, metody matematyczne fizyki, metody algebraiczne i geometryczne w fizyce

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

- Czasoprzestrzeń Arystotelesa, Galileusza i Newtona: pojęcie układu inercjalnego, absolutny i względny charakter czasu i odległości przestrzennej między zdarzeniami, geometria czasoprzestrzeni. Zasady względności: Galileusza i Einsteina. Postulaty Einsteina.
- Transformacja Lorentza. Składanie prędkości, stałość prędkości światła w różnych układach inercjalnych, dylatacja czasu i względność równoczesności, kontrakcja odległości.
- Czasoprzestrzeń szczególnej teorii względności: zdarzenia, linia świata cząstki, stożek świetlny, interwał czasoprzestrzenny, klasyfikacja interwałów, związki przyczynowe między zdarzeniami, czterowektory.
- Czasoprzestrzeń ogólnej teorii względności, relacje między czasoprzestrzeniami ogólnej i szczególnej teorii względności, lokalne układy inercjalne.
- Zasady: równoważności, względności, minimalnego sprzężenia grawitacyjnego i korespondencji.
- Dewiacja geodezyjna i równania Einsteina w pustej przestrzeni. Newtonowska granica równań geodezyjnych.
- Tensory energii i pędu.
- Równania Einsteina.
- Struktura równań Einsteina i ich ogólne własności.
- Rozwiązanie Schwarzschilda.

METODY KSZTAŁCENIA:

Wykład konwencjonalny ilustrowany przykładami zastosowania formalizmu do układów fizycznych i astronomicznych.

Ćwiczenia rachunkowe, w ramach, których studenci analizują i rozwiązują zadania ilustrujące treść wykładu.

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|---|-------------------------------|--|---------------------|
| Student zna i rozumie postulaty szczególnej i ogólnej teorii względności. Zna i rozumie przesłanki teoretyczne i doświadczalne, które doprowadziły Einsteina do jego postulatów. | K2A_W01 K2A_U01 | Sprawdzian egzamin | Wykład ćwiczenia |
| Student zna geometrie czasoprzestrzeni Arystotelesa, Newtona, szczególnej i ogólnej teorii względności; zna różnice pomiędzy nimi. | K2A_W02 | Egzamin, dyskusja | Wykład ćwiczenia |
| Student potrafi wyjaśnić zjawiska dylatacja czasu i kontrakcji odległości z punktu widzenia zarówno poruszającego się jak i spoczywającego układu współrzędnych. | K2A_W05 K2A_U01 | Sprawdzian egzamin | Wykład ćwiczenia |
| Student zna i rozumie eksperymenty myślowe z lokalną i nielokalną windą i związek tego drugiego eksperymentu z równaniami Einsteina w pustej przestrzeni. | K2A_W02 K2A_U01 | Sprawdzian egzamin | Wykład ćwiczenia |
| Student zna przykłady tensorów energii i pędu. | K2A_U01 | Sprawdzian egzamin | Wykład ćwiczenia |
| Student zna kroki rozumowania prowadzące do sformułowania równań Einsteina, zna własności tych równań i sposoby ich wykorzystywania. | K2A_W01 K2A_W02 K2A_U01 | Egzamin, dyskusja | Wykład ćwiczenia |
| Student potrafi wyjaśnić postać metryki Schwarzschilda i zna geodezyjne w tej metryce. | K2A_W02, K2A_U01 | Egzamin, sprawdzian, dyskusja | Wykład ćwiczenia |
| Student zna zjawiska fizyczne i astronomiczne potwierdzające słuszność szczególnej i ogólnej teorii względności. | K2A_W03 | Egzamin | Wykład ćwiczenia |
| Student opanował rachunek tensorowy w stopniu pozwalającym mu samodzielnie obliczać symbole Christoffela, wyznaczać tensor krzywizny, zapisywać równania geodezyjnych. | K2A_W02 | Sprawdzian, egzamin, obliczenia przy tablicy w trakcie ćwiczeń | Wykład ćwiczenia |
| Potrafi samodzielnie zdobywać wiedzę i rozwijać swoje umiejętności dotyczące szczególnej i ogólnej teorii względności korzystając z różnych źródeł w języku polskim i obcym (angielskim) oraz nowoczesnych technologii. | K2A_U10 | Sprawdzian egzamin | Wykład ćwiczenia |

WARUNKI ZALICZENIA:

Wykład: Test pisemny; Warunek zaliczenia - pozytywna ocena z testu.

Ćwiczenia: Kolokwium pisemne. Warunek zaliczenia – pozytywne zaliczenie kolokwium.

Przed przystąpieniem do zaliczenia wykładu student musi uzyskać zaliczenie z ćwiczeń.

Ocena końcowa: średnia ważona ocen zaliczenia wykładu (60%) i zaliczenia ćwiczeń (40%).

OBciążENIE PRACĄ STUDENTA:

- udział w wykładach: 15 x 2 = 30 godz.
- udział w ćwiczeniach: 15 x 2 = 30 godz.
- przygotowanie do ćwiczeń: 15 godz.
- udział w konsultacjach: 3 godz.
- przygotowanie do egzaminu: 20 godz.

- udział w egzaminie: 2 godz.

RAZEM: 100 godz., 4 ECTS.

Nakład związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela: 65 godz., 2,5 ECTS.

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] W. A. Ugarow, *Szczególna teoria względności*, PWN, Warszawa 1985.
- [2] J. Foster, J. D. Nightingale, *Ogólna teoria względności*, PWN, Warszawa 1985.
- [3] J. B. Hartle, *Grawitacja, Wprowadzenie do ogólnej teorii względności Einsteina*, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, 2010.
- [4] L. D. Landau, J. M. Lifszyc, *Teoria pola*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2009.
- [5] R. D'Inverno, *Introducing Einstein's relativity*, Clarendon Press, Oxford 1998.
- [6] M. P. Hobson, G. Efstathiou, A. N. Lasenby, *General relativity: an introduction for physicists*, Cambridge University Press, Cambridge 2006.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] B. F. Schutz, *Wstęp do ogólnej teorii względności*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002.

PROGRAM OPRACOWAŁ:

Dr hab. Maria Przybylska, prof. UZ

FIZYKA CZĄSTEK ELEMENTARNYCH

Kod przedmiotu: **13.2-WF-FizD-FCzEI**

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **Nauczyciel akademicki prowadzący wykład**

Prowadzący: **Nauczyciel Akademicki z Wydziału Fizyki i Astronomii**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------|---------------------|-------------|
| Studia stacjonarne | | | | | 2 |
| Wykład | 30 | 2 | IV (FT) | zaliczenie na ocenę | |

CEL PRZEDMIOTU:

Zapoznanie słuchaczy z podstawowymi składnikami materii, ich podziałem i zarysem metod ich opisu oraz opisu ich wzajemnych oddziaływań.

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Analiza matematyczne, metody matematyczne fizyki, mechanika teoretyczna i relatywistyczna, podstawy fizyki kwantowej.

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

Wykład: *Historyczny rozwój fizyki cząstek elementarnych - podział cząstek elementarnych. Symetrie. Modele cząstek elementarnych i ich klasyfikacja. Kinematyka relatywistyczna. Funkcja Lagrange'a w fizyce cząstek, pola, prądy, ładunki, symetrie i prawa zachowania.*

METODY KSZTAŁCENIA:

Wykład konwencjonalny.

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|--|--|--------------------|-------------|
| Nabycie ogólnej wiedzy w zakresie podstaw fizyki cząstek elementarnych. Nabycie umiejętności korzystania z literatury oraz rozwiązywania elementarnych problemów w zakresie fizyki cząstek elementarnych. Rozumienie potrzeby uczenia się przez całe życie | K2A_W01 K2A_W06 K2A_U03 K2A_U08 K2A_U10 K2A_K01 | Kolokwium końcowe | Wykład |

WARUNKI ZALICZENIA:

Wykład: Warunek zaliczenia – pozytywna ocena z kolokwium.

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

- udział w wykładach: 15 tygodni x 1 godz. = 15 godz.
- udział w ćwiczeniach; 15 tygoni x 1 godz. = 15 godz.
- udział w konsultacjach: 2 godz.
- przygotowanie do zaliczenia wykładu: 20 godz.

Razem: 52 godz., 2 ECTS.

Nakład związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela: 32 godz., 1 ECTS.

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] D. Griffiths, *Introduction to elementary particle physics*, Wiley 1987.
- [2] G. Kane, *Modern elementary particle physics*, Adison- Wesley, 1993.
- [3] F. Halzen, A. D. Martin, *Quarks and leptons: An introductory course in modern particle physics*, Wiley 1984.
- [4] D. Perkins, *Wstęp do fizyki wysokich energii*, PWN, 2004.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] J. Karaśkiewicz, *Elementy klasycznej i kwantowej teorii pola*, UMCS 2003.

PROGRAM OPRACOWAŁ:

Dr hab. Krzysztof Urbanowski, prof. UZ

ASTROFIZYKA OBIEKTÓW ZWARTYCH

Kod przedmiotu: **13.7-WF-FizD-AObZw**

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **Nauczyciel akademicki prowadzący wykład**

Prowadzący: **Nauczyciel akademicki z Wydziału Fizyki i Astronomii**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|---|---------------------------|--------------------------|---------|---------------------|-------------|
| FIZYKA - studia stacjonarne II stopnia | | | | | 6 |
| Wykład | 15 | 1 | IV | egzamin | |
| Ćwiczenia | 30 | 2 | (AK) | zaliczenie na ocenę | |

CEL PRZEDMIOTU:

Utrwalenie i poszerzenie wiedzy z astrofizyki obiektów zwartych. Rozwiązywanie zagadnień z zakresu fizyki obiektów zwartych z zastosowaniem elementów ogólnej teorii względności .

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Podstawy z astrofizyki obiektów zwartych, fizyki kwantowej oraz ogólnej teorii względności. Znajomość rachunku różniczkowego. Umiejętność programowania oraz stosowania podstawowych metod numerycznych

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

- Równanie stanu i budowa wewnętrzna białych karłów i gwiazd neutronowych.
- Modele nierotujących gwiazd neutronowych.
- Stabilność nierotujących gwiazd neutronowych i białych karłów.
- Rozwiązanie Schwarzschilda i własności sferycznie symetrycznych czarnych dziur.
- Czarne dziury Kerra.
- Własności rotujących gwiazd neutronowych.
- Kryteria stabilności sztywno rotujących relatywistycznych gwiazd.
- Astrofizyka układów podwójnych zawierających obiekt/obiekty zwarte.
- Obiekty zwarte jako źródła fal grawitacyjnych.

METODY KSZTAŁCENIA:

Wykład konwencjonalny, ćwiczenia rachunkowe plus opracowanie własnego projektu

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|---|--|---------------------|-------------|
| Student potrafi scharakteryzować końcowe stadia ewolucji gwiazd: białe karły, gwiazdy neutronowe i czarne dziury. Potrafi opisać podstawowe różnice pomiędzy gwiazdami, a obiektami | K2A_K01 K2A_K02 K2A_W03 K2A_W04 | egzamin dyskusja | wykład |

| | | | |
|--|--|--|------------------|
| <p>zwartymi. Potrafi scharakteryzować własności materii zdegenerowanej oraz wybrane równania stanu gwiazd neutronowych. Rozumie i opisuje procesy zachodzące we wnętrzu gwiazd neutronowych i białych karłów.</p> <p>Student objaśnia zależność masa-promień dla nierotujących białych karłów i gwiazd neutronowych oraz podaje przyczynę istnienia górnych ograniczeń na ich masę grawitacyjną. Potrafi opisać wpływ rotacji (sztywnej, różniczkowej) na parametry globalne gwiazd neutronowych. Potrafi podać kryteria stabilności sferycznie symetrycznych oraz rotujących gwiazd relatywistycznych.</p> <p>Potrafi wymienić i opisać najważniejsze efekty relatywistyczne związane z obiektami zwartymi. Posiada wiedzę na temat zjawisk astrofizycznych zachodzących w układach podwójnych zawierających obiekt (obiekty) zwarty. Ma podstawową wiedzę dotyczącą gwiazdowych czarnych dziur.</p> <p>Potrafi opisać mechanizm promieniowania grawitacyjnego z układów podwójnych obiektów zwartych, bądź rotujących gwiazd neutronowych. Student rozumie potrzebę dalszego kształcenia, potrafi rozwijać swoje zainteresowania i jest w stanie rozumieć wykłady specjalistów z dziedziny astrofizyki relatywistycznej.</p> | <p>K2A_W06 K2A_U01</p> | | |
| <p>Student potrafi przeprowadzić rachunki służące do rozwiązywania podstawowych problemów z astrofizyki obiektów zwartych. Konstruuje algorytmy, tworzy własne kody numeryczne od podstaw bądź adoptuje ogólnie dostępne biblioteki numeryczne w celu rozwiązania typowych problemów z astrofizyki np. otrzymanie masy i promienia gwiazdy neutronowej o ustalonym równaniu stanu. Potrafi zanalizować problem astrofizyczny i sformułować pytania w celu dogłębnego zrozumienia danego tematu. Potrafi samodzielnie wyszukać informacje w literaturze anglojęzycznej.</p> | <p>K2A_W04 K2A_W05 K2A_U01 K2A_U02 K2A_U03 K2A_U05 K2A_U11 K2A_K01</p> | <p>Ocena projektu, bieżąca kontrola na zajęciach, kolokwium pisemne, dyskusja, prace domowe, prezentacja ustna</p> | <p>ćwiczenia</p> |

WARUNKI ZALICZENIA:

Wykład: Egzamin: warunek zaliczenia - pozytywna ocena z egzaminu.

Ćwiczenia: pozytywna ocena z: prac domowych, projektu (napisanie programu numerycznego na badanie wybranej własności obiektu zwartego), testów pisemnych, prezentacji ustnej.

Przed przystąpieniem do egzaminu student musi otrzymać zaliczenie z ćwiczeń.

Ocena końcowa: średnia ważona ocen z egzaminu (50%) i ćwiczeń (50%).

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

- udział w wykładach: 15 tygodni x 1 godz. = 15 godz.

- udział w ćwiczeniach: 15 x 2 = 30 godz.

- przygotowanie do ćwiczeń: 15 x 2 = 30 godz.

- dokończenie w domu zadań rachunkowych: 15 x 1 godz. = 15 godz.

- przygotowanie projektu: 15 x 1 godz. = 15 godz.
- konsultacja, w tym konsultacje projektu: 15 x 1 godz. = 15 godz.
- przygotowanie do egzaminu: 15 godz.
- udział w egzaminie: 3 godz.

RAZEM: 138 godz., 6 ECTS.

Nakład związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela 63 godz., co odpowiada 3 ECTS.

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] S. Shapiro, S. Teukolsky, *Black Holes, White Dwarfs and Neutron Stars*, Wiley-VCH 2004.
- [2] M. Demiański, *Astrofizyka relatywistyczna*, PWN.
- [3] P. Haensel, A. Y. Potekhin, D. G. Yakovlev, *Neutron Stars*, Springer 2007.
- [4] James B. Hartle, *Grawitacja*, 2009, ISBN 9788323504764.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] C. W. Misner, K. S. Thorne, J. A. Wheeler, *Gravitation*, 1973.
- [2] M. Camenzind, *Compact objects in astrophysics*, Springer, 2007.
- [3] W. H. G. Lewin, M. van der Klis, *Compact Stellar X-ray Sources*, Cambridge Uni. Press, 2006.

PROGRAM OPRACOWAŁA:

Dr hab. Dorota Rosińska, prof. UZ

SEMINARIUM MAGISTERSKIE II

Kod przedmiotu: **13.2-WF-FizD-Smgr2**

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **Nauczyciel akademicki prowadzący seminarium**

Prowadzący: **Nauczyciel akademicki z Wydziału Fizyki i Astronomii**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|--------------------|---------------------------|--------------------------|---------|---------------------|-------------|
| Studia stacjonarne | | | | | 4 |
| Seminarium | 30 | 2 | IV | zaliczenie na ocenę | |

CEL PRZEDMIOTU:

Zdobycie umiejętności przygotowania prezentacji wyników omawianych w pracy magisterskiej i ich referowania. Przygotowanie do pisania pracy magisterskiej.

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Wiedza i umiejętności zdobyte podczas dotychczasowego przebiegu studiów.

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

Elementy współczesnej tematyki badawczej z zakresu fizyki współczesnej (ze szczególnym uwzględnieniem tematyki prac magisterskich).

METODY KSZTAŁCENIA:

Przygotowanie i prezentacja referatów na tematy nawiązujące do szeroko rozumianej tematyki przydzielonych prac magisterskich. Wspólna dyskusja dotycząca prezentowanych treści merytorycznych oraz formy przygotowania prezentacji i formy jej przedstawienia. Dyskusja możliwości wykorzystania prezentowanych wyników przy pisaniu pracy magisterskiej.

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|---|--|---------------------------|-------------|
| Student posiada ogólną wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju i najnowszych odkryciach w zakresie nauk fizycznych. Potrafi dostosować swoją prezentację do odbiorcy i jego poziomu wiedzy oraz samodzielnie zdobywać wiedzę i rozwijać swoje umiejętności, korzystając z różnych źródeł (w języku polskim i obcym) oraz nowoczesnych technologii. Posiada umiejętność przygotowania wystąpień ustnych, w języku | K2A_U01 K2A_U10 K2A_U13 K2A_K02 | Ocena wystąpień studentów | seminarium |

| | | | |
|---|--|--|--|
| polskim i języku obcym typowe dla zakresu fizyki zarówno teoretycznej, jak i eksperymentalnej. Rozumie rolę popularyzacji wiedzy, zarówno od strony czynnej, jak i biernej. | | | |
|---|--|--|--|

WARUNKI ZALICZENIA:

Przygotowanie i zaprezentowanie minimum dwóch referatów dotyczących problemów poruszanych na zajęciach, udział we wspólnych dyskusjach na temat prezentowanych wystąpień.

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

- udział w seminariach: 30 godzin
- przygotowanie do seminariów: 60 godzin
- udział w konsultacjach: 10 godzin

Razem: 100 godzin, 4 punkty ECTS.

Nakład związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela 40 godz., co odpowiada 1,5 ECTS.

LITERATURA PODSTAWOWA:

[1] Artykuły polecane przez prowadzącego, opublikowane w czasopiśmie naukowych i popularnonaukowych.

[2] Artykuły naukowe umieszczone na serwerze *lanl.arxiv.org*.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA: -

PROGRAM OPRACOWAŁ:

Dr hab. Krzysztof Urbanowski, prof. UZ

SEMINARIUM PRZEGLĄDOWE

Kod przedmiotu: **13.2-WF-FizD-SPrze**

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **Nauczyciel akademicki prowadzący seminarium**

Prowadzący: **Nauczyciel akademicki z Wydziału Fizyki i Astronomii**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|---|---------------------------|--------------------------|---------|---------------------|-------------|
| FIZYKA - studia stacjonarne drugiego stopnia | | | | | 4 |
| Seminarium | 30 | 2 | IV | zaliczenie na ocenę | |

CEL PRZEDMIOTU:

Nauczenie studentów samodzielnego przygotowania wystąpień i opracowań z zakresu fizyki współczesnej. Przygotowanie do referowania samodzielnie przygotowanych wystąpień.

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Wiedza i umiejętności zdobyte podczas dotychczasowego przebiegu studiów.

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

Elementy współczesnej tematyki badawczej z zakresu fizyki współczesnej (ze szczególnym uwzględnieniem szeroko rozumianej optyki kwantowej i kwantowej teorii informacji).

METODY KSZTAŁCENIA:

Przygotowanie i prezentacja referatów na tematy nawiązujące do szeroko rozumianej tematyki przydzielonych prac magisterskich. Wspólna dyskusja dotycząca prezentowanych treści merytorycznych oraz formy przygotowania prezentacji i formy jej przedstawienia.

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

Student posiada ogólną wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju i najnowszych odkryciach w zakresie nauk fizycznych (**K2A_W06**). Potrafi dostosować swoją prezentację do odbiorcy i jego poziomu wiedzy (**K2A_U01**) oraz samodzielnie zdobywać wiedzę i rozwijać swoje umiejętności, korzystając z różnych źródeł (w języku polskim i obcym) oraz nowoczesnych technologii (**K2A_U10**). Posiada umiejętność przygotowania wystąpień ustnych, w języku polskim i języku obcym typowe dla zakresu fizyki zarówno teoretycznej, jak i eksperymentalnej (**K2A_U13**). Rozumie rolę popularyzacji wiedzy, zarówno od strony czynnej, jak i biernej (**K2A_K02**).

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|---|-----------------|---|-------------|
| Student posiada ogólną wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju i najnowszych odkryciach w zakresie | K2A_W06 | Przygotowanie i zaprezentowanie referatu, aktywny udział w dyskusji | seminarium |

| | | | |
|---|---------|---|------------|
| nauk fizycznych. | | | |
| Potrafi samodzielnie podać podstawowe twierdzenia i prawa fizyczne wraz z prowadzącym do nich rozumowaniem. Potrafi dostosować swoją prezentację do odbiorcy i jego poziomu wiedzy. | K2A_U01 | Przygotowanie i zaprezentowanie referatu, aktywny udział w dyskusji | seminarium |
| Student potrafi samodzielnie zdobywać wiedzę i rozwijać swoje umiejętności, korzystając z różnych źródeł (w języku polskim i obcym) oraz nowoczesnych technologii. | K2A_U10 | Przygotowanie i zaprezentowanie referatu | seminarium |
| Student posiada umiejętność przygotowania wystąpień ustnych, w języku polskim i języku obcym typowe dla zakresu fizyki zarówno teoretycznej, jak i eksperymentalnej. | K2A_U13 | Przygotowanie i zaprezentowanie referatu | seminarium |
| Student rozumie rolę popularyzacji wiedzy, zarówno od strony czynnej, jak i biernej. | K2A_K02 | Przygotowanie i zaprezentowanie referatu, aktywny udział w dyskusji | seminarium |

WARUNKI ZALICZENIA:

Przygotowanie i zaprezentowanie minimum dwóch referatów dotyczących problemów poruszanych na zajęciach, aktywny udział we wspólnych dyskusjach na temat prezentowanych wystąpień.

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

- Udział w zajęciach pracowni – 30 godz.
- Przygotowanie do ćwiczeń – 50 godz.
- Konsultacje – 5 godz.

Łącznie: 85 godzin, 4 ECTS.

Nakład związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela 35 godz., co odpowiada 1,5 ECTS.

LITERATURA PODSTAWOWA:

[1] Artykuły polecane przez prowadzącego, opublikowane w czasopiśmie naukowym i popularnonaukowym.

[2] Artykuły naukowe umieszczone na serwerze *lanl.arxiv.org*.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA: -

PROGRAM OPRACOWAŁ:

Dr hab. Wiesław Leoński, prof. UZ

WYKLAD MONOGRAFICZNY II – WSTĘP DO KLASYCZNEJ I KWANTOWEJ TEORII POLA

Kod przedmiotu: **13.2-WF-FizD-WyMo2**

Typ przedmiotu: **obowiązkowy**

Język nauczania: **polski**

Odpowiedzialny za przedmiot: **dr hab. Anatol Nowicki, prof. UZ**

Prowadzący: **dr hab. Anatol Nowicki, prof. UZ**

| Forma zajęć | Liczba godzin w semestrze | Liczba godzin w tygodniu | Semestr | Forma zaliczenia | Punkty ECTS |
|---|---------------------------|--------------------------|---------|------------------|-------------|
| FIZYKA - studia stacjonarne drugiego stopnia | | | | | 4 |
| Wykład | 30 | 2 | IV | egzamin | |

CEL PRZEDMIOTU:

Zapoznanie studentów z podstawowymi zagadnieniami klasycznej i kwantowej teorii pola, stanowiących podstawę do opisu współczesnej teorii cząstek elementarnych i ich oddziaływań.

WYMAGANIA WSTĘPNE:

Znajomość Elektrodynamiki i Mechaniki kwantowej oraz elementarnych pojęć z analizy funkcjonalnej.

ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU:

Klasyczna teoria pola: formalizm kanoniczny, przekształcenia kanoniczne i przekształcenia symetrii. Twierdzenie Noether. Pole skalarne, elektromagnetyczne i pole wektorowe z masą. Pola oddziałujące z polem elektromagnetycznym.

Kwantowa teoria pól swobodnych: Kwantowanie pola. Jednoczasowe relacje komutacji. Funkcja Jordana-Pauliego. Pojęcie lokalności. Rozkład Fouriera pól, operatory kreacji i anihilacji. Hamiltonian w formalizmie operatorów kreacji i anihilacji. Iloczyn normalny. Konstrukcja Focka przestrzeni Hilberta.

Własności symetrii pól: translacyjna i Lorentzowska współzmienniczość. Tensor momentu-pędu. Twierdzenie Noether dla pól kwantowych.

Pole skalarne oddziałujące z zewnętrznymi źródłami: przestrzeń asymptotyczna w opisie cząstek oddziałujących, macierz rozprożeń S .

METODY KSZTAŁCENIA:

Wykład konwencjonalny oraz praca z literaturą źródłową.

EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY WERYFIKACJI OSIĄGANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA:

| OPIS EFEKTU | SYMBOLE EFEKTÓW | METODY WERYFIKACJI | FORMA ZAJĘĆ |
|---|--------------------|--------------------|-------------|
| Potrafi teoretycznie interpretować znane wcześniej fakty doświadczalnych. | K2A_W03 K2A_W04 | Egzamin | Wykład |
| Stosuje efektywnie metody | | | |

| | | | |
|--|---------|---------|--------|
| matematyki w rozwiązywaniu zagadnień fizycznych. | K2A_W02 | Egzamin | Wykład |
|--|---------|---------|--------|

WARUNKI ZALICZENIA:

Egzamin pisemny i ustny. Warunek zaliczenia – pozytywna ocena z egzaminu

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA:

- Udział w wykładach: 30 godz.
- Przygotowanie do egzaminu: 40 godz.
- Praca z literaturą źródłową: 30 godz.
- Konsultacje: 6 godz.
- Udział w egzaminie: 2 godz.

Łącznie: 108 godz., 4 ECTS.

Nakład związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela – 38 godz., 2 ECTS

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] I. Białynicki-Birula, *Wstęp do teorii pól kwantowych*, PWN Warszawa 1971.
- [2] J. T. Łopuszański, *An Introduction to the Conventional Quantum Field Theory*, Wrocł. Univ. Press, 1976.
- [3] Z. Jacyna-Onyszkiewicz, *Piętnaście wykładów z kwantowej teorii pola*, Wyd. Naukowe UAM, Poznań 2009.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] J.T. Łopuszański, *An Introduction to Symmetry and Supersymmetry in Quantum Field Theory*, World Scientific Publ. Co. 1991.
- [2] S. Weinberg, *Teoria pól kwantowych*, tom I, PWN Warszawa 1999.

PROGRAM OPRACOWAŁ:

Dr hab. Anatol Nowicki, prof. UZ