



# Program studiów

<b>Wydział:</b>	Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej
<b>Kierunek:</b>	astrofizyka i kosmologia
<b>Poziom kształcenia:</b>	drugiego stopnia
<b>Forma kształcenia:</b>	studia stacjonarne
<b>Rok akademicki:</b>	2023/24

## **Spis treści**

Charakterystyka kierunku	3
Nauka, badania, infrastruktura	5
Program	6
Efekty uczenia się	7
Plany studiów	9
Sylabusy	13

# Charakterystyka kierunku

## Informacje podstawowe

Nazwa wydziału:	Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej
Nazwa kierunku:	astrofizyka i kosmologia
Poziom:	drugiego stopnia
Profil:	ogólnoakademicki
Forma:	studia stacjonarne
Język studiów:	polski

## Przyporządkowanie kierunku do dziedzin oraz dyscyplin, do których odnoszą się efekty uczenia się

Nauki fizyczne	<b>70%</b>
Astronomia	<b>15%</b>
Informatyka techniczna i telekomunikacja	<b>12%</b>
Nauki o bezpieczeństwie	<b>2%</b>
Językoznawstwo	<b>1%</b>
Filozofia	<b>1%</b>

## Charakterystyka kierunku, koncepcja i cele kształcenia

### Charakterystyka kierunku

UJ proponuje dwa pokrewne kierunki II stopnia: fizykę teoretyczną oraz astronomię. Kierunek astrofizyka i kosmologia ma na celu umożliwienie kontynuowania swoich zainteresowań ogólnie rozumianym Kosmosem przez studentów którzy nie mogą zdecydować się pomiędzy wyborem fizyki teoretycznej i astronomii. Astrofizyka i kosmologia wypełnia lukę, w którą trafiają młodzi ludzie, z jednej strony zafascynowani astronomią, ale z drugiej strony oczekujący wiedzy i zrozumienia bardziej fundamentalnego, bliższego fundamentom fizyki teoretycznej: ogólnej teorii względności, modelu standardowego cząstek elementarnych, kwantowej teorii pola, fizyki statystycznej czy fizyki materii skondensowanej.

### Koncepcja kształcenia

Koncepcją kształcenia jest ukierunkowanie studiów w zakresie fizyki teoretycznej na zastosowania w astrofizyce, astronomii i technologiach z pogranicza sektora kosmicznego. Wiodącymi stają się przedmioty tradycyjnie znajdujące się na uboczu głównego nurtu fizyki teoretycznej: hydrodynamika, kosmologia, budowa gwiazd (w tym neutronowych), mechanika orbitalna ciał sztywnych czy „stosowana” OTW. Utrzymaniu kontaktu z szybko postępującym rozwojem astrofizyki i bieżącymi odkryciami astronomicznymi służy cotygodniowe Seminarium astrofizyczne, przechodzące na II roku w Seminarium magisterskie. Integruje ono naukowców, studentów i pasjonatów astrofizyki. Jednym z głównych celów seminarium jest przedstawienie oferty tematów prac dyplomowych. Aby umożliwić wejście w tematykę astrofizyczną studentom bez formalnego przygotowania w zakresie fizyki czy astronomii, np: studentom I stopnia kierunków technicznych, informatycznych czy biologiczno-chemicznych, na liście przedmiotów do wyboru umieszczono kluczowe przedmioty z

trzeciego roku studiów I stopnia fizyki i astronomii. Rozmowa kwalifikacyjna, a także konsultacje tuż przed rozpoczęciem 1 semestru pozwalają na wykrycie, a następnie uzupełnienie braków, dotyczących zwykle podstaw fizyki teoretycznej i doświadczalnej. Niedomagania w tym zakresie często są skompensowane równoległą wiedzą, umiejętnościami i kompetencjami w zakresie technologii IT, sztucznej inteligencji, robotyki, biotechnologii i innych dyscyplin, co pozwala im na realizację interdyscyplinarnych prac magisterskich czy dołączenia do zespołów jako programiści, konsultanci z zakresie współczesnych technologii czy osoby wnoszące nowe idee i niestandardowe spojrzenie na rozwiązywane problemy.

## **Cele kształcenia**

Absolwent powinien posiadać wiedzę i umiejętności niezbędne do podejmowania decyzji dotyczących doboru opisu teoretycznego złożonego systemu astrofizycznego

Potrafi podejmować decyzje w trakcie prowadzonych badań naukowych.

Powinien posiadać praktyczną znajomość obliczeniowych języków programowania, doświadczenie z językami skryptowym, językami przeznaczonymi do symbolicznych obliczeń matematycznych a także znajomość odpowiednich narzędzi programistycznych.

Potrafi pozyskiwać informacje z różnych źródeł w języku angielskim, właściwie je interpretować i wyciągać wnioski w zakresie zastosowań fizyki teoretycznej w różnych dziedzinach astronomii i astrofizyki oraz porozumiewać się w środowisku naukowym.

Potrafi rozwiązywać złożone problemy astrofizyczne, dobierać dla nich modele matematyczne a także stosować odpowiednie dla problemu narzędzia informatyczne.

## **Potrzeby społeczno-gospodarcze**

### **Wskazanie potrzeb społeczno-gospodarczych utworzenia kierunku**

Obecnie istnieje bardzo duże zapotrzebowanie na osoby posiadające przygotowanie w zakresie tzw. „sektora kosmicznego”. Dla przykładu, komercyjne firmy wystrzeliwujące sprzęt satelitarny czy monitorujące ruch „śmieci kosmicznych” na orbicie potrzebują „na dziś” fachowców od zaawansowanej mechaniki nieba na poziomie XXI wieku, t.j. ruchu brył sztywnych i ich interakcji spin-orbita. Podobne przykłady można mnożyć. Zapewnienie odpowiedniej liczby takich osób jest istotnym czynnikiem rozwoju gospodarczego zarówno w regionie jak i w całym kraju.

### **Wskazanie zgodności efektów uczenia się z potrzebami społeczno-gospodarczymi**

Przewidziane dla kierunku astrofizyka i kosmologia efekty uczenia się pozwalają na wykształcenie osób posiadających pogłębioną wiedzę o wielu różnych zagadnieniach związanych z kosmosem oraz potrafiących tę wiedzę stosować w praktyce. W szczególności absolwenci będą przygotowani do pracy w sektorze kosmicznym, R&D oraz naukowym.

# Nauka, badania, infrastruktura

## Główne kierunki badań naukowych w jednostce

W Instytucie Fizyki i Obserwatorium Astronomicznym UJ prowadzone są badania dotyczące szeroko rozumianej astrofizyki w szczególności: kosmologia, OTW, czarne dziury (w tym rotujące i z torusami), fizyka teoretyczna i jądrowa, obserwacje elektromagnetyczne, neutrinowe, fal grawitacyjnych i promieni kosmicznych, gwiazdy neutronowe, ewolucja pre-supernowych i supernowych.

## Związek badań naukowych z dydaktyką

Badania naukowe prowadzone na WFAIS są zbieżne z obszarami kształcenia na kierunku, zaś uzyskane wyniki tych badań na bieżąco wprowadzane są jako nowe treści programowe, poszerzając i aktualizując ofertę kształcenia. W szczególności prowadzone badania wykorzystywane są w ramach seminariów. Ponadto prace magisterskie są często powiązane z prowadzonymi badaniami. Także uzyskane wyniki naukowe, zarówno publikacje jak i np. powstałe w ramach prac aplikacje są wykorzystywane w procesie dydaktycznym. Aparatura zakupiona do projektów naukowych, po ich zakończeniu, wzbogaca infrastrukturę dydaktyczną Wydziału.

## Opis infrastruktury niezbędnej do prowadzenia kształcenia

Wydział posiada nieograniczoną licencję (studenci i pracownicy) na program Mathematica, a także Maple, Matlab i inne, pozwalające na obliczenia numeryczne, symboliczne, wizualizację i analizę danch. Dysponujemy dedykowanymi pomieszczeniami superkomputerowymi, wyposażonymi w zaawansowane układy chłodzące. Umieszczone są w nich superkomputer Deszno (SMP, 6x96 core + 2x64 core, Intel XEON, 256 GB RAM, Infiniband) oraz klastr kilkadziesiąt komputerów PC (Shiva). Wydział posiada liczne sale seminaryjne, wykładowe, pokoje pracy cichej (wyposażone w wysokiej stacje robocze PC/Mac), rzutniki oraz sprzęt wideokonferencyjny. Pośrednio, dzięki współpracy formalnej i nieformalnej, studenci mają możliwość zapoznania się z pracą na różnego typu aparaturze fizycznej, astronomicznej czy informatycznej, której prototypy czy pomniejszone wersje często znajdują się na miejscu. Wytworzyliśmy spory zbiór specjalistycznego oprogramowania astrofizycznego, stopniem zaawansowania i złożoności oraz możliwościami równoważnego aparaturze naukowej. Jest to między innymi program obliczający strukturę ogólnorelatywistycznych, namagnetyzowanych torusów wokół rotujących czarnych dziur oraz biblioteki pozwalające na obliczenie energetycznego widma neutrin dowolnych obiektów astrofizycznych.

# Program

## Podstawowe informacje

Klasyfikacja ISCED:	0533
Liczba semestrów:	4
Tytuł zawodowy nadawany absolwentom:	magister

### Opis realizacji programu:

W ramach toku studiów student realizuje przedmioty związane z zaawansowanymi zagadnieniami astrofizycznymi, szeroki wybór przedmiotów fakultatywnych pozwala na indywidualny dobór przedmiotów. Studenci mają także możliwość korzystania z przedmiotów oferowanych na kierunku Fizyka Teoretyczna, Astronomia i Informatyka Stosowana.

## Liczba punktów ECTS

konieczna do ukończenia studiów	120
w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia	100
którą student musi uzyskać w ramach zajęć z zakresu nauki języków obcych	4
którą student musi uzyskać w ramach modułów realizowanych w formie fakultatywnej	37
którą student musi uzyskać w ramach praktyk zawodowych	0
którą student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych	5

## Liczba godzin zajęć

Łączna liczba godzin zajęć: 1214

## Praktyki zawodowe

### Wymiar, zasady i forma odbywania praktyk zawodowych

nie jest wymagana

## Ukończenie studiów

### Wymogi związane z ukończeniem studiów (praca dyplomowa/egzamin dyplomowy/inne)

Pozytywna ocena z pracy dyplomowej i zdanie egzaminu dyplomowego

## Efekty uczenia się

### Wiedza

Kod	Treść	PRK
AIK_K2_W01	Absolwent zna i rozumie dysponuje rozszerzoną wiedzą na temat opisu Wszechświata w standardowym modelu kosmologicznym	P7S_WK, P7S_WG
AIK_K2_W02	Absolwent zna i rozumie zna procesy produkcji i transportu energii w gwiazdach; posiada rozszerzoną wiedzę na temat struktury i ewolucji gwiazd oraz nukleosyntezy	P7S_WG, P7U_W
AIK_K2_W03	Absolwent zna i rozumie zna metody programowania, w tym równoległego; rozwiązuje typowe problemy numeryczne	P7S_WG, P7U_W
AIK_K2_W04	Absolwent zna i rozumie zna metody opisu i rozwiązania zagadnienia N-ciał w zastosowaniu do obiektów astrofizycznych i struktur kosmologicznych	P7S_WG, P7U_W
AIK_K2_W05	Absolwent zna i rozumie posiada rozszerzoną wiedzę dotyczącą najnowszych osiągnięć astrofizyki i kosmologii	P7S_WG
AIK_K2_W06	Absolwent zna i rozumie potrafi sformułować podstawowe fakty teoretyczne i obserwacyjne dotyczące czarnych dziur i fal grawitacyjnych, oraz ich roli w ogólnej teorii względności i astrofizyce	P7S_WG, P7U_W
AIK_K2_W07	Absolwent zna i rozumie zna w stopniu poszerzonym najważniejsze systemy algebry symbolicznej	P7S_WG, P7U_W
AIK_K2_W08	Absolwent zna i rozumie zna inne niż promieniowanie elektromagnetyczne źródła informacji o obiektach astrofizycznych (w tym: neutrina, promieniowanie kosmiczne, fale grawitacyjne), a także metody ich detekcji, oraz procesy fizyczne z tym Powiązane	P7S_WG, P7U_W
AIK_K2_W09	Absolwent zna i rozumie jest zorientowany w historycznym rozwoju astrofizyki i kosmologii	P7S_WK, P7U_W

### Umiejętności

Kod	Treść	PRK
AIK_K2_U01	Absolwent potrafi wykonuje typowe i zaawansowane rachunki związane z astrofizyką i kosmologią	P7S_UW, P7U_U
AIK_K2_U02	Absolwent potrafi posługuje się różnorodnymi technikami matematycznymi w celu opisanego struktury czasoprzestrzeni, w szczególności zjawisk zachodzących w otoczeniu czarnych dziur Schwarzschilda i Kerra	P7S_UW, P7U_U
AIK_K2_U03	Absolwent potrafi potrafi zaimplementować poznane algorytmy, w tym skompilować, uruchomić i debugować programy napisane we właściwych językach programowania; posługuje się maszynami wieloprocesorowymi; wie jak Korzystać z systemów kolejkowych; używa niezbędnego oprogramowania	P7S_UW, P7U_U
AIK_K2_U04	Absolwent potrafi rozwiązuje złożone problemy matematyczno-fizyczne za pomocą komputera; wizualizuje zbiory danych oraz wyniki obliczeń; analizuje dane; tworzy prezentacje	P7S_UW, P7U_U
AIK_K2_U05	Absolwent potrafi klasyfikuje gwiazdy i ich układy; stosuje proste modele struktury i ewolucji Gwiazd	P7S_UW, P7U_U
AIK_K2_U06	Absolwent potrafi potrafi zastosować prawo powszechnego ciążenia, w tym zagadnienie N-ciał, do rozwiązania zaawansowanych problemów natury astrofizycznej i kosmologicznej	P7S_UW, P7U_U

<b>Kod</b>	<b>Treść</b>	<b>PRK</b>
<b>AIK_K2_U07</b>	Absolwent potrafi jest przygotowany do obsługi, tworzenia i zaprogramowania eksperymentów oraz obserwacji astrofizycznych; potrafi analizować dane eksperymentalne	P7S_UO, P7U_U
<b>AIK_K2_U08</b>	Absolwent potrafi potrafi przygotować esej naukowy na zadany lub wybrany temat	P7S_UK, P7S_UU
<b>AIK_K2_U09</b>	Absolwent potrafi samodzielnie przygotowuje i prezentuje referat w języku polskim lub/i angielskim	P7S_UW, P7U_U
<b>AIK_K2_U10</b>	Absolwent potrafi posiada umiejętności językowe w zakresie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, właściwych dla studiowanego kierunku studiów, zgodne z wymaganiami określonymi dla poziomu B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego	P7S_UK, P7U_U

## Kompetencje społeczne

<b>Kod</b>	<b>Treść</b>	<b>PRK</b>
<b>AIK_K2_K01</b>	Absolwent jest gotów do przewiduje możliwość zmiany paradygmatu kosmologicznego; stale śledzi najnowsze doniesienia astrofizyków uzupełniając wiedzę oraz umiejętności	P7S_KO, P7S_KR, P7S_KK
<b>AIK_K2_K02</b>	Absolwent jest gotów do uznaje konsekwencje wynikające z publicznej pisemnej prezentacji wyników swojej i cudzej pracy naukowej; oddziela wkład własny prawidłowo cytując i komentując wcześniejsze osiągnięcia	P7S_KO, P7S_KK, P7U_K
<b>AIK_K2_K03</b>	Absolwent jest gotów do potrafi pracować w zespole produkując terminowo i zgodnie z założeniami wyniki częściowe; jest świadomy odpowiedzialności jaką niesie ze sobą przyjęcie roli kierowniczej lub podrzędnej	P7S_KR, P7U_K
<b>AIK_K2_K04</b>	Absolwent jest gotów do popularyzuje osiągnięcia naukowe w zakresie astrofizyki, kosmologii i powiązanych dziedzin	P7S_KK, P7S_KO, P7U_K



# Plany studiów

Do końca 4 semestru studiów studenci mają obowiązek uzyskać co najmniej 5ECTS za przedmioty humanistyczne lub społeczne ogólnouniwersyteckie oraz zaliczyć co najmniej jeden przedmiot kierunkowy prowadzony w języku angielskim. Zaliczenie pracowni magisterskiej odbywa się po uzyskaniu przez studenta pozytywnej oceny pracy dyplomowej. Przedmioty fakultatywne mogą być realizowane zarówno na I jak i II roku studiów.

## Semestr 1

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji
Metody numeryczne I	60	6	zaliczenie na ocenę F
Szkolenie BHK	4	-	zaliczenie O
Przedmiot humanistyczny lub społeczny ogólnouniwersytecki	60	5	zaliczenie F
Seminarium astrofizyczne I	30	3	zaliczenie na ocenę O
General Theory of Relativity	60	6	egzamin O
Mechanika klasyczna	90	8	egzamin F
Elektrodynamika klasyczna	90	8	egzamin F
Podstawy fizyki jądrowej	45	4	egzamin F
Matematyczne metody fizyki i astrofizyki II	60	5	egzamin F
Pracownia Astronomii Praktycznej	45	4	zaliczenie na ocenę F
Lektorat z języka obcego			O
Student realizuje jeden przedmiot			
English for Physics and Astronomy C1+	30	2	zaliczenie na ocenę F
English for Physics and Astronomy B2+	30	2	zaliczenie na ocenę F
Relativistic hydrodynamics	30	3	egzamin F
Mechanika nieba I	60	5	egzamin O

Do końca 4 semestru studiów studenci mają obowiązek uzyskać co najmniej 5ECTS za przedmioty humanistyczne lub społeczne ogólnouniwersyteckie oraz zaliczyć co najmniej jeden przedmiot kierunkowy prowadzony w języku angielskim. Zaliczenie pracowni magisterskiej odbywa się po uzyskaniu przez studenta pozytywnej oceny pracy dyplomowej. Przedmioty fakultatywne mogą być realizowane zarówno na I jak i II roku studiów.

## Semestr 2

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji
-----------	---------------	-------------	-------------------

<b>Przedmiot</b>	<b>Liczba godzin</b>	<b>Punkty ECTS</b>	<b>Forma weryfikacji</b>	
Seminarium astrofizyczne II	30	3	zaliczenie na ocenę	O
Język Fortran 90/95	60	5	zaliczenie na ocenę	F
Mechanika kwantowa	60	6	egzamin	F
Fizyka statystyczna	60	5	egzamin	F
Podstawy fizyki fazy skondensowanej	45	4	egzamin	F
Język C++	45	4	egzamin	F
Materia przychodząca z kosmosu	15	2	egzamin	F
Wstęp do astrofizyki wysokich energii	60	5	egzamin	F
Astrofizyka teoretyczna II (relatywistyczna)	60	4	egzamin	F
Podstawy astrofizyki i astronomii	60	3	egzamin	F
Symulacje komputerowe	60	6	zaliczenie na ocenę	F
Soczewkowanie grawitacyjne	30	3	zaliczenie	F
Języki obliczeń symbolicznych	60	5	zaliczenie na ocenę	F
Kosmologia teoretyczna	60	6	egzamin	O
Lektorat z języka obcego				O
Student realizuje jeden przedmiot				
English for Physics and Astronomy C1+	30	2	egzamin	F
English for Physics and Astronomy B2+	30	2	egzamin	F
Programowanie obiektowe w C++	30	4	zaliczenie	F

## Semestr 3

<b>Przedmiot</b>	<b>Liczba godzin</b>	<b>Punkty ECTS</b>	<b>Forma weryfikacji</b>	
Czarne dziury	60	6	zaliczenie	O
Radioastronomia	60	4	egzamin	F
Fizyka ośrodka międzygwiazdowego	60	4	egzamin	F
Wykład specjalistyczny III	30	3	zaliczenie	O
Seminarium astrofizyczne III	30	3	zaliczenie na ocenę	O
Wnętrza gwiazd	60	6	egzamin	O

Do końca 4 semestru studiów studenci mają obowiązek uzyskać co najmniej 5ECTS za przedmioty humanistyczne lub społeczne ogólnouniwersyteckie oraz zaliczyć co najmniej jeden przedmiot kierunkowy prowadzony w języku angielskim. Zaliczenie pracowni magisterskiej odbywa się po uzyskaniu przez studenta pozytywnej oceny pracy dyplomowej. Przedmioty fakultatywne mogą być realizowane zarówno na I jak i II roku studiów.

## Semestr 4

<b>Przedmiot</b>	<b>Liczba godzin</b>	<b>Punkty ECTS</b>	<b>Forma weryfikacji</b>	
Pracownia magisterska	15	18	zaliczenie	O
Wybrane zagadnienia astrofizyki wysokich energii	60	4	egzamin	F
Wykład specjalistyczny IV	30	3	zaliczenie	F
Seminarium astrofizyczne IV	30	3	zaliczenie na ocenę	O

*O - obowiązkowy*  
*F - fakultatywny*

# Sylabusy

## Metody numeryczne I

### Karta opisu przedmiotu

#### Informacje podstawowe

<p><b>Kierunek studiów</b> astrofizyka i kosmologia</p> <p><b>Ścieżka</b> -</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej</p> <p><b>Poziom kształcenia</b> drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b> studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b> ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b> fakultatywny</p>	<p><b>Cykl kształcenia</b> 2023/24</p> <p><b>Kod przedmiotu</b> UJ.WFAIAIKS.210.5cc6f47f34e46.23</p> <p><b>Języki wykładowe</b> Angielski</p> <p><b>Dyscypliny</b> Informatyka techniczna i telekomunikacja</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b> 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji</p>
---	--

<b>Okres</b> Semestr 1	<p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> zaliczenie na ocenę</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> wykład: 30 ćwiczenia: 30</p>	<b>Liczba punktów ECTS</b> 6.0
---------------------------	---	-----------------------------------

#### Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z podstawami metod numerycznych, wykorzystywanych szeroko w fizyce i astrofizyce.
----	--

#### Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
<b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>			
W1	podstawy teorii interpolacji wielomianowej.	AIK_K2_W03	zaliczenie na ocenę

W2	wybrane metody różniczkowania i całkowania numerycznego.	AIK_K2_W03	zaliczenie na ocenę
W3	podstawowe metody numerycznego rozwiązywania zagadnień algebry liniowej.	AIK_K2_W03	zaliczenie na ocenę
W4	elementarne metody rozwiązywania nieliniowych układów równań algebraicznych.	AIK_K2_W03	zaliczenie na ocenę
W5	podstawowe metody numerycznego rozwiązywania zagadnienia początkowego dla układów równań różniczkowych zwyczajnych.	AIK_K2_W03	zaliczenie na ocenę
W6	podstawy numerycznych metod spektralnych w zastosowaniu do równań różniczkowych.	AIK_K2_W03	zaliczenie na ocenę
<b>Umiejętności - Student potrafi:</b>			
U1	różniczkować numerycznie, napisać program wykonujący całkowanie numeryczne wykorzystujący różne rodzaje kwadratur numerycznych.	AIK_K2_U03	zaliczenie na ocenę
U2	rozwiązywać numerycznie wybrane zagadnienia algebry liniowej, a także korzystać ze standardowych istniejących bibliotek.	AIK_K2_U03	zaliczenie na ocenę
U3	rozwiązań numerycznie przykładowe układy nieliniowych równań algebraicznych.	AIK_K2_U03	zaliczenie na ocenę
U4	rozwiązać numerycznie wybrane zagadnienia początkowe dla równań różniczkowych zwyczajnych, przeanalizować zbieżność oraz stabilność metody w odniesieniu do konkretnego układu równań.	AIK_K2_U03	zaliczenie na ocenę
U5	rozwiązać numerycznie proste równania różniczkowe przy pomocy metod spektralnych.	AIK_K2_U03	zaliczenie na ocenę
<b>Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:</b>			
K1	aktywnego rozwiązywania problemów wymagających wykorzystania metod numerycznych i obliczeń komputerowych.	AIK_K2_K03	zaliczenie ustne

### Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
ćwiczenia	30	
przygotowanie do egzaminu	30	
Samodzielne rozwiązywanie zadań komputerowych	30	
przygotowanie do ćwiczeń	30	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 150	<b>ECTS</b> 6.0

<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 60	<b>ECTS</b> 2.0
-----------------------------------	----------------------------	--------------------

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Interpolacja wielomianowa: Interpolacja Lagrange'a i Hermite'a. Błąd interpolacji wielomianowej, efekt Rungego. Wielomiany Czebyszewa pierwszego rodzaju.	W1, W2, W6, U1, U5, K1
2.	Różniczkowanie numeryczne: Rozwinięcie Taylora. Różniczkowanie wielomianu interpolującego. Wzory wielopunktowe.	W2, U1, K1
3.	Całkowanie numeryczne: Kwadratury Newtona-Cotesa. Kwadratury Gaussa. Kwadratura podwójnie wykładnicza. Funkcja błędu, analiza błędu kwadratur oparta na teorii funkcji zespolonych.	W2, U1, K1
4.	Metody numeryczne w zagadnieniach algebry liniowej: Rozkład LU. Rozkład Cholesky'ego.	W3, U2, K1
5.	Rozwiązywanie układów algebraicznych równań nieliniowych, metoda Newtona-Raphsona.	W4, U3, K1
6.	Metody rozwiązywania zagadnienia początkowego dla układów równań różniczkowych zwyczajnych: Konstrukcja metod Rungego-Kutty. Obszary stabilności metod Rungego-Kutty.	W5, U4, K1
7.	Elementy metod spektralnych dla równań różniczkowych.	W6, U5, K1

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

ćwiczenia laboratoryjne, wykład z prezentacją multimedialną, wykład konwencjonalny

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie ustne, zaliczenie na ocenę	Odpowiedź na pytania dotyczące wyłożonego materiału.
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	Warunkiem zaliczenia jest wykonywanie podczas ćwiczeń zadań programistycznych (implementacja omawianych metod numerycznych).

## Seminarium astrofizyczne I

### Karta opisu przedmiotu

#### Informacje podstawowe

<p><b>Kierunek studiów</b> astrofizyka i kosmologia</p> <p><b>Ścieżka</b> -</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej</p> <p><b>Poziom kształcenia</b> drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b> studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b> ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b> obowiązkowy</p>	<p><b>Cykl kształcenia</b> 2023/24</p> <p><b>Kod przedmiotu</b> UJ.WFAIAIKS.210.5cc6f47f76a29.23</p> <p><b>Języki wykładowe</b> Polski</p> <p><b>Dyscypliny</b> Informatyka techniczna i telekomunikacja, Astronomia, Nauki fizyczne</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b> 0533 Fizyka</p>
--	---

<b>Okres</b> Semestr 1	<p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> zaliczenie na ocenę</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> seminarium: 30</p>	<b>Liczba punktów ECTS</b> 3.0
---------------------------	---	-----------------------------------

#### Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z najnowszymi odkryciami. Przekazanie wiedzy z zakresu astrofizyki. Uświadomienie słuchaczom, że wiedza stale jest uaktualniana, astrofizyka powiązana z innymi dziedzinami nauki, a konieczne jest ciągle uzupełnianie wiedzy.
----	--

#### Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
<b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>			



W1	nowe osiągnięcia astrofizyki i kosmologii	AIK_K2_W01, AIK_K2_W02, AIK_K2_W05, AIK_K2_W06, AIK_K2_W08, AIK_K2_W09	prezentacja
<b>Umiejętności - Student potrafi:</b>			
U1	ocenić jakość przedstawianych na seminariach referatów	AIK_K2_U04, AIK_K2_U08, AIK_K2_U09, AIK_K2_U10	prezentacja
<b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b>			
K1	śledzenia bieżących doniesień astrofizycznych i kosmologicznych	AIK_K2_K01, AIK_K2_K04	prezentacja

### Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
seminarium	30	
przeprowadzenie badań literaturowych	50	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 80	<b>ECTS</b> 3.0
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 30	<b>ECTS</b> 1.0

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Tematyka seminariów ustalana jest przez prowadzącego indywidualnie dla każdego studenta	W1, U1, K1

### Informacje rozszerzone

#### Metody nauczania:

dyskusja, seminarium

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	prezentacja	Przygotowanie i wygłoszenie minimum jednego referatu na seminarium



UNIwersytet  
JAGIELLOŃSKI  
W KRAKOWIE

## General Theory of Relativity

Karta opisu przedmiotu

### Informacje podstawowe

<b>Kierunek studiów</b> astrofizyka i kosmologia	<b>Cykl kształcenia</b> 2023/24
<b>Ścieżka</b> -	<b>Kod przedmiotu</b> UJ.WFAIAIKS.210.5cc6f47f91376.23
<b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej	<b>Języki wykładowe</b> Angielski
<b>Poziom kształcenia</b> drugiego stopnia	<b>Dyscypliny</b> Nauki fizyczne
<b>Forma studiów</b> studia stacjonarne	<b>Klasyfikacja ISCED</b> 0533 Fizyka
<b>Profil studiów</b> ogólnoakademicki	
<b>Obligatoryjność</b> obowiązkowy	

<b>Okres</b> Semestr 1	<b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> egzamin	<b>Liczba punktów ECTS</b> 6.0
	<b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> wykład: 30 ćwiczenia: 30	

### Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	opanowanie podstaw ogólnej teorii względności
----	---

### Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
<b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>			
W1	elementary knowledge of general relativity	AIK_K2_W06	egzamin ustny, zaliczenie pisemne

<b>Umiejętności - Student potrafi:</b>			
U1	solving elementary problems in general relativity	AIK_K2_U02	egzamin ustny, zaliczenie pisemne

### Bilans punktów ECTS

<b>Forma aktywności studenta</b>	<b>Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć</b>	
wykład	30	
ćwiczenia	30	
przygotowanie do egzaminu	30	
przygotowanie do ćwiczeń	30	
studiowanie literatury wskazanej przez prowadzącego zajęcia	30	
rozwiązywanie zadań problemowych	30	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 180	<b>ECTS</b> 6.0
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 60	<b>ECTS</b> 2.0

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

<b>Lp.</b>	<b>Treści programowe</b>	<b>Efekty uczenia się dla przedmiotu</b>
1.	The metric connection, the Riemann curvature tensor and its properties	W1, U1
2.	Geodesics and the geodesic deviation equation	W1, U1
3.	Einstein's equations, stress-energy tensor, variational formulation	W1, U1
4.	Schwarzschild metric and its properties	W1, U1
5.	Riemannian spaces of constant curvature and de Sitter spacetime	W1, U1
6.	Homogeneous cosmology	W1, U1
7.	Generation and detection of gravitational waves	W1, U1

### Informacje rozszerzone

#### Metody nauczania:

konsultacje, ćwiczenia przedmiotowe, analiza przypadków, dyskusja, wykład konwencjonalny

<b>Rodzaj zajęć</b>	<b>Formy zaliczenia</b>	<b>Warunki zaliczenia przedmiotu</b>
wykład	egzamin ustny	oral exam
ćwiczenia	zaliczenie pisemne	homeworks

### **Wymagania wstępne i dodatkowe**

analiza matematyczna, algebra liniowa, elektrodynamika

Mechanika klasyczna  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

<p><b>Kierunek studiów</b> astrofizyka i kosmologia</p> <p><b>Ścieżka</b> -</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej</p> <p><b>Poziom kształcenia</b> drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b> studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b> ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b> fakultatywny</p>	<p><b>Cykl kształcenia</b> 2023/24</p> <p><b>Kod przedmiotu</b> UJ.WFAIAIKS.210.5cc6f47fadb8c.23</p> <p><b>Języki wykładowe</b> Polski</p> <p><b>Dyscypliny</b> Nauki fizyczne</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b> 0533 Fizyka</p>
---	---

<p><b>Okres</b> Semestr 1</p>	<p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> egzamin</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> wykład: 45 ćwiczenia: 45</p>	<p><b>Liczba punktów ECTS</b> 8.0</p>
-----------------------------------	---	---

**Cele kształcenia dla przedmiotu**

C1	opanowanie podstaw mechaniki klasycznej w podejściu Lagrange'a i Hamiltona
----	--

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
<b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>			
W1	znajomość mechaniki klasycznej	AIK_K2_W04	egzamin pisemny, zaliczenie na ocenę

Umiejętności - Student potrafi:			
U1	rozwiązywać równania mechaniki klasycznej	AIK_K2_U01, AIK_K2_U02, AIK_K2_U06	egzamin pisemny, zaliczenie na ocenę

### Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	45	
ćwiczenia	45	
przygotowanie do egzaminu	30	
przygotowanie do ćwiczeń	30	
rozwiązywanie zadań	30	
analiza problemu	30	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 210	<b>ECTS</b> 8.0
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 90	<b>ECTS</b> 3.0

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Czasoprzestrzeń Galileusza, układy inercjalne, zasada względności, przekształcenie Galileusza	W1
2.	Jakościowa analiza ruchu 1-wymiarowego układu zachowawczego, portrety fazowe	U1
3.	Zasada Hamiltona, równania Eulera-Lagrange'a, kowariancja równań Eulera-Lagrange'a	W1, U1
4.	Więzy, przestrzeń konfiguracyjna, współrzędne uogólnione, zasada Hamiltona w obecności więzów holonomicznych	U1
5.	Małe drgania, linearyzacja, drgania normalne.	W1, U1
6.	Symetrie i prawa zachowania, twierdzenie Noether.	W1, U1
7.	Ruch w potencjale centralnym, ruch periodyczny i kwaziperiodyczny, liczba rotacji, problem Keplera, twierdzenie Bertrand'a.	W1
8.	Równania Hamiltona, nawiasy Poissona, twierdzenie Liouville'a i twierdzenie Poincare o powracaniu	W1, U1
9.	Układy całkowalne i niecałkowalne	U1
10.	Przekształcenia kanoniczne i ich zastosowanie, równanie Hamiltona-Jacobiego	W1, U1

11.	Zmienne działanie-kąt, niezmienniki adiabatyczne	W1, U1
12.	Małe zaburzenia układu całkowalnego, twierdzenie KAM	W1
13.	Dyskretne układy dynamiczne, odwzorowanie logistyczne, chaos	W1, U1

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

konsultacje, ćwiczenia przedmiotowe, rozwiązywanie zadań, analiza przypadków, wykład z prezentacją multimedialną, wykład konwencjonalny

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	egzamin pisemny
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	zadania domowe

## Wymagania wstępne i dodatkowe

algebra liniowa



Elektrodynamika klasyczna  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

<b>Kierunek studiów</b> astrofizyka i kosmologia	<b>Cykl kształcenia</b> 2023/24
<b>Ścieżka</b> -	<b>Kod przedmiotu</b> UJ.WFAIAIKS.210.5cc6f47fcb326.23
<b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej	<b>Języki wykładowe</b> Polski
<b>Poziom kształcenia</b> drugiego stopnia	<b>Dyscypliny</b> Nauki fizyczne
<b>Forma studiów</b> studia stacjonarne	<b>Klasyfikacja ISCED</b> 0533 Fizyka
<b>Profil studiów</b> ogólnoakademicki	
<b>Obligatoryjność</b> fakultatywny	

<b>Okres</b> Semestr 1	<b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> egzamin	<b>Liczba punktów ECTS</b> 8.0
	<b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> wykład: 45 ćwiczenia: 45	

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
<b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>			
W1	zagadnienia z zakresu elektrodynamiki klasycznej określone w opisie treści kursu.	AIK_K2_W01	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
<b>Umiejętności - Student potrafi:</b>			
U1	rozwiązywać zadania z zakresu teorii pola elektromagnetycznego, jego oddziaływania z materią oraz ruchu cząstek naładowanych w zakresie określonym w opisie treści kursu.	AIK_K2_U01	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny



## Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	45	
ćwiczenia	45	
przygotowanie do ćwiczeń	90	
przygotowanie do sprawdzianu	30	
przygotowanie do egzaminu	30	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 240	<b>ECTS</b> 8.0
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 90	<b>ECTS</b> 3.0

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Szczególna Teoria Względności 1. Czasoprzestrzeń 2. Transformacje Poincare 3. Wektory i tensory. 4. Hiperpowierzchnie i całkowanie. 5. Częstka swobodna.	W1, U1
2.	Funkcjonał działania dla pola elektromagnetycznego: 1. Potencjał i tensor elektromagnetyczny. 2. Niezmienniczość cechowania. 3. Działanie dla pola elektromagnetycznego. 4. Działanie dla pola elektromagnetycznego z zewnętrznym prądem. 5. Zasada wariacyjna i równania ruchu. 6. Symetrie i tw. Noether. 7. Zasady zachowania i wielkości zachowane.	W1, U1
3.	Rozwiązania swobodnych równań Maxwella 1. Fale płaskie 2. Polaryzacja. 3. Rozkład widmowy. 4. Tensor energii-pędu oraz momentu pędu dla fali elektromagnetycznej.	W1, U1
4.	Rozwiązania równań Maxwella z zadanyim prądem. 1. Elektrostatyka i magnetostatyka. 2. Funkcje Greena dla równania d'Alamberta 3. Potencjały Lienarda-Wiecherta. 4. Promieniowanie: rozkład na multipole; promieniowanie anteny. 5. Rozpraszanie (Thomsona i Rayleigha). 6. Bremsstrahlung, promieniowanie synchrotronowe. 7. Ruch cząstki w zadanyim polu.	W1, U1

5.	Zjawiska elektromagnetyczne w materii. 1. Pola elektryczne i magnetyczne w materii. 2. Makroskopowe równania Maxwella. 3. Fale w ośrodku nieprzewodzącym. 4. Fale na granicy ośrodków. 5. Dyspersja. 6. Fale w ośrodku przewodzącym. 7. Relacje dyspersji.	W1, U1
----	---	--------

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

ćwiczenia przedmiotowe, rozwiązywanie zadań, wykład konwencjonalny

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny / ustny	Pozytywna ocena z egzaminu pisemnego oraz egzaminu ustnego.
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	Obecność na zajęciach, umiejętność rozwiązywania a trakcie zajęć uprzednio zadanych zadań, pozytywna ocena uzyskana z prac pisemnych (kolokwiów).

Podstawy fizyki jądrowej  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

<p><b>Kierunek studiów</b> astrofizyka i kosmologia</p> <p><b>Ścieżka</b> -</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej</p> <p><b>Poziom kształcenia</b> drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b> studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b> ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b> fakultatywny</p>	<p><b>Cykl kształcenia</b> 2023/24</p> <p><b>Kod przedmiotu</b> UJ.WFAIAIKS.210.5cb87a145a410.23</p> <p><b>Języki wykładowe</b> Polski</p> <p><b>Dyscypliny</b> Nauki fizyczne</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b> 0533 Fizyka</p>
---	---

<p><b>Okres</b> Semestr 1</p>	<p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> egzamin</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> wykład: 30 ćwiczenia: 15</p>	<p><b>Liczba punktów ECTS</b> 4.0</p>
-----------------------------------	---	---

**Cele kształcenia dla przedmiotu**

C1	Zapoznanie studentów ze strukturą materii, w szczególności jąder atomowych, własnościami oddziaływań i rozpadów jądrowych, promieniowania jądrowego.
C2	Zapoznanie z technikami pomiarowymi w zakresie fizyki jądrowej i jej zastosowaniach

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
<b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>			

W1	student zna podstawowe aspekty fizyki jądrowej w zakresie budowy materii i oddziaływań jej składników, także w kontekście historycznego dokonywania odkryć i formułowania teorii	AIK_K2_W01, AIK_K2_W02, AIK_K2_W05, AIK_K2_W08, AIK_K2_W09	egzamin ustny, zaliczenie pisemne
W2	student zna oddziaływanie cząstek z materią, zasady i metody detekcji promieniowania jonizującego	AIK_K2_W02, AIK_K2_W08	egzamin ustny, zaliczenie pisemne
W3	student zna efekty jądrowe istotne dla opisu ewolucji gwiazd oraz nukleosyntezy, jak również rozszczepienia jądrowego i jego wykorzystania.	AIK_K2_W01, AIK_K2_W02, AIK_K2_W08	egzamin ustny, zaliczenie pisemne
W4	student zna podstawowe procesy jądrowe oraz prawa z nimi związane	AIK_K2_W02, AIK_K2_W08	egzamin ustny, zaliczenie pisemne
<b>Umiejętności - Student potrafi:</b>			
U1	zastosować formalizm matematyczny do prostych zagadnień fizyki jądrowej oraz posiada umiejętność abstrakcyjnego podejścia do problemów tej dziedziny w sformalizowanym języku matematycznym	AIK_K2_U01, AIK_K2_U04	egzamin ustny, zaliczenie pisemne
U2	wykorzystać podręczniki oraz źródła dostępne w internecie do samodzielnego zidentyfikowania problemu i znalezienia jego rozwiązania	AIK_K2_U08, AIK_K2_U09	egzamin ustny, zaliczenie pisemne
U3	opisać jakościowo podstawowe zjawiska przedstawione na wykładzie w zakresie fizyki jądrowej	AIK_K2_U01, AIK_K2_U08, AIK_K2_U09	egzamin ustny, zaliczenie pisemne
<b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b>			
K1	dyskusji oraz formułować pytania związane z przedstawionym zagadnieniem	AIK_K2_K02, AIK_K2_K03, AIK_K2_K04	egzamin ustny, zaliczenie pisemne
K2	pracy grupowej nad zadaniem zagadnieniem	AIK_K2_K02, AIK_K2_K03, AIK_K2_K04	egzamin ustny, zaliczenie pisemne
K3	dyskusji nad tematami związanymi z zagrożeniami oraz pozytywami związanymi z promieniowaniem oraz wykorzystaniem fizyki jądrowej w społeczeństwie	AIK_K2_K04	egzamin ustny

### Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
ćwiczenia	15	
przygotowanie do egzaminu	20	
przygotowanie do ćwiczeń	15	
konsultacje	15	
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	15	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 110	<b>ECTS</b> 4.0

<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 45	<b>ECTS</b> 1.7
-----------------------------------	----------------------------	--------------------

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Struktura materii: podstawy modelu kwarkowego dla hadronów, oddziaływania podstawowe z szczególnym uwzględnieniem oddziaływań silnych i ich szczególnych cech	W1, W2, W3, W4, U1, U2, U3, K1, K2
2.	Własności jąder atomowych, modele struktury jądrowej, rozpady radioaktywne i reguły przejść	W1, W2, W3, W4, U1, U2, U3, K1, K2
3.	Reakcje nukleosyntezy, rozszczepienia i ich rola we wszechświecie i energetyce	W1, W2, W3, W4, U1, U2, U3, K1, K2, K3
4.	Oddziaływanie z materią cząstek naładowanych, zasady ich detekcji, rodzaje detektorów i ich zastosowania	W1, W2, W3, W4, U1, U2, U3, K1, K3

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

rozwiązywanie zadań, wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, ćwiczenia przedmiotowe, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	Egzamin ustny: odpowiedź na wylosowany zestaw 3 pytań. Pytania są ogłaszane co najmniej miesiąc przed egzaminem. Ocena z egzaminu musi być pozytywna, by móc uzyskać pozytywną ocenę końcową. Ocena końcowa = ocena z ćwiczeń * 0,33 + ocena z egzaminu ustnego * 0.67.
ćwiczenia	zaliczenie pisemne	Zaliczenie na podstawie ocen uzyskanych na zajęciach dwóch kolokwii. Ocena może być podniesiona o 0.5 stopnia poprzez aktywność na zajęciach. Szczegóły zaliczenia są przedstawione na pierwszych zajęciach.

## Wymagania wstępne i dodatkowe

Podstawy fizyki ogólnej na poziomie kursów z cyklu "Podstawy fizyki" dla kierunku Fizyka.



## Matematyczne metody fizyki i astrofizyki II

Karta opisu przedmiotu

### Informacje podstawowe

<b>Kierunek studiów</b> astrofizyka i kosmologia	<b>Cykl kształcenia</b> 2023/24
<b>Ścieżka</b> -	<b>Kod przedmiotu</b> UJ.WFAIAIKS.210.5cb87a13d40dc.23
<b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej	<b>Języki wykładowe</b> Polski
<b>Poziom kształcenia</b> drugiego stopnia	<b>Dyscypliny</b> Astronomia
<b>Forma studiów</b> studia stacjonarne	<b>Klasyfikacja ISCED</b> 0533 Fizyka
<b>Profil studiów</b> ogólnoakademicki	
<b>Obligatoryjność</b> fakultatywny	

<b>Okres</b> Semestr 1	<b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> egzamin	<b>Liczba punktów ECTS</b> 5.0
	<b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> ćwiczenia: 30 wykład: 30	

### Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem kształcenia jest zapoznanie studentów z formalizmem tensorowym i podstawami geometrii różniczkowej. Wiadomości te są niezbędne do rozpoczęcia studiów teorii grawitacji Einsteina.
----	--

### Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
<b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>			

W1	Student ma podstawową wiedzę z zakresu geometrii różniczkowej i formalizmu tensorowego.	AIK_K2_W05	egzamin pisemny, egzamin ustny, zaliczenie pisemne
<b>Umiejętności - Student potrafi:</b>			
U1	Student potrafi posługiwać się formalizmem tensorowym.	AIK_K2_U01	egzamin pisemny, egzamin ustny, zaliczenie pisemne
<b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b>			
K1	Student jest gotów do samodzielnego uzupełnienia brakującej wiedzy niezbędnej do zrozumienia abstrakcyjnych pojęć matematycznych.	AIK_K2_K03	zaliczenie pisemne

### Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
ćwiczenia	30	
wykład	30	
konsultacje	45	
rozwiązywanie zadań	45	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 150	<b>ECTS</b> 5.0
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 60	<b>ECTS</b> 2.0

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
-----	-------------------	-----------------------------------

1.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Afiniczna przestrzeń euklidesowa, współrzędne afiniczne, twierdzenie o funkcji odwrotnej.</li> <li>2. Współrzędne krzywoliniowe w przestrzeni <math>E^n</math>.</li> <li>3. Definicja rozmaitości różniczkowej, zgodność map, atlas, przykłady.</li> <li>4. Odwzorowania rozmaitości: funkcje rzeczywiste i dyfeomorfizmy.</li> <li>5. Krzywe gładkie na rozmaitości.</li> <li>6. Wektor styczny do krzywej jako operator różniczkowy.</li> <li>7. Przestrzeń styczna i jej baza.</li> <li>8. Gładkie pola wektorowe.</li> <li>9. Kowektory, baza dualna, gradient, różniczka funkcji.</li> <li>10. Tensory i pola tensorowe, transformacje tensorów.</li> <li>11. Działania na tensorach, symetryzacja i antysymetryzacja.</li> <li>12. Tensor metryczny, przestrzeń Riemanna i lorentzowska, kąt między wektorami.</li> <li>13. Odległość punktów bliskich, długość krzywej.</li> <li>14. Metryka kontrawariantna, przesuwanie indeksów tensorów.</li> <li>15. Konstrukcja pochodnej absolutnej, pojęcie koneksji afinicznej, wyprowadzenie prawa transformacyjnego koneksji.</li> <li>16. Pochodna kowariantna tensora, związek z pochodną absolutną.</li> <li>17. Wyprowadzenie wzoru na pochodną kowariantną kowektora ze wzoru na pochodną wektora kontrawariantnego.</li> <li>18. Definicja i własności przeniesienia równoległego wektora wzdłuż krzywej.</li> <li>19. Definicja geodetyki, parametr afiniczny, pole geodetyk.</li> <li>20. Koneksja metryczna i wyprowadzenie symboli Christoffela.</li> <li>21. Geodetyki jako linie ekstremalne w przestrzeni Riemanna.</li> <li>22. Konstrukcja układu lokalnie geodezyjnego.</li> <li>23. Rozpisanie drugiej pochodnej kowariantnej wektora.</li> <li>24. Operatory dywergencji, rotacji i Laplace'a-Beltrami.</li> <li>25. Krzywizna wewnętrzna i zewnętrzna przestrzeni, trójkąty na sferze.</li> <li>26. Dwie definicje tensora krzywizny: jako komutator pochodnych kowariantnych i jako efekt przeniesienia równoległego wektora po krzywej zamkniętej; wyprowadzenie wzoru na ten tensor obiema metodami.</li> <li>27. Wyprowadzenie własności algebraicznych tensora Riemanna, definicja tensora Ricciego.</li> <li>28. Pola wektorowe kowariantnie stałe a tensor krzywizny.</li> <li>29. Tensor krzywizny w wymiarach od 1 do 4.</li> <li>30. Pojęcie niezmienników tensora.</li> <li>31. Wyprowadzenie ogólnej i zwykłej tożsamości Bianchiego.</li> <li>32. Definicja pola Killinga i wyprowadzenie równań Killinga.</li> <li>33. Wykazanie równoważności kowariantnej postaci równań Killinga ze zwykłymi równaniami Killinga.</li> <li>34. Obliczanie pól Killinga ze skończonej postaci transformacji symetrii.</li> <li>35. Pole Killinga generuje prawo zachowania dla wektora stycznego do geodetyki.</li> </ol>	W1, U1, K1
----	--	------------

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

ćwiczenia przedmiotowe, rozwiązywanie zadań, wykład konwencjonalny, burza mózgów

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
ćwiczenia	zaliczenie pisemne	Obecność na ćwiczeniach, aktywność w rozwiązywaniu zadań i zaliczenie kolokwium.
wykład	egzamin pisemny, egzamin ustny	Warunkiem podejścia do egzaminu jest wcześniejsze uzyskanie zaliczenia ćwiczeń co najmniej na ocenę 3.0. Przedmiot uznaje się za zaliczony jeśli student uzyska z egzaminu co najmniej ocenę 3.0.



## **Wymagania wstępne i dodatkowe**

Podstawowe wiadomości z algebry: definicja grupy, ciała, przestrzeni wektorowej, przestrzeni unitarnej, normy.



UNIWERSYTET  
JAGIELLOŃSKI  
W KRAKOWIE

Pracownia Astronomii Praktycznej  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

<b>Kierunek studiów</b> astrofizyka i kosmologia	<b>Cykl kształcenia</b> 2023/24
<b>Ścieżka</b> -	<b>Kod przedmiotu</b> UJ.WFAIAIKS.210.5cb87a11581ac.23
<b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej	<b>Języki wykładowe</b> Polski
<b>Poziom kształcenia</b> drugiego stopnia	<b>Dyscypliny</b> Astronomia
<b>Forma studiów</b> studia stacjonarne	<b>Klasyfikacja ISCED</b> 0533 Fizyka
<b>Profil studiów</b> ogólnoakademicki	
<b>Obligatoryjność</b> fakultatywny	

<b>Okres</b> Semestr 1	<b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> zaliczenie na ocenę	<b>Liczba punktów ECTS</b> 4.0
	<b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> pracownia: 45	

**Cele kształcenia dla przedmiotu**

C1	uzyskanie praktycznych umiejętności z zakresu planowania i prowadzenia obserwacji astronomicznych
C2	zdobycie wiedzy w zakresie gromadzenia danych obserwacyjnych, ich redukcji i analizy statystycznej
C3	poznanie współczesnych technik obserwacyjnych oraz metod i programów służących redukcji danych
C4	uzyskanie dobrej orientacji w aktualnych kierunkach rozwoju metod obserwacji i redukcji ich wyników

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
<b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>			

W1	samodzielnie przeanalizować proste zagadnienia astronomiczne, to znaczy sformułować problem, wskazać sposób rozwiązania i uzyskać wynik. Student potrafi samodzielnie przygotować, zaplanować oraz przeprowadzić obserwacje optyczne i krytycznie ocenić wiarygodność otrzymanych wyników. Student potrafi analizować dane obserwacyjne stosując metody analizy statystycznej.	AIK_K2_W02, AIK_K2_W03, AIK_K2_W05	zaliczenie na ocenę
<b>Umiejętności - Student potrafi:</b>			
U1	pozyskiwać informacje z różnych źródeł, łączyć je, dokonywać ich interpretacji i wyciągać wnioski. Student potrafi przygotowywać raporty z przeprowadzonych obserwacji, pomiarów i obliczeń w języku polskim i angielskim. Student umie formułować pytania służące poszerzeniu wiedzy i lepszemu zrozumieniu danego zagadnienia.	AIK_K2_U07, AIK_K2_U08, AIK_K2_U09	zaliczenie na ocenę
<b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b>			
K1	współpracować w ramach kilkusobowych zespołów i odpowiednio określać priorytety by rzetelnie i terminowo realizować zadania. Student rozumie i przestrzega zasady uczciwości w odniesieniu do własności intelektualnej.	AIK_K2_K02, AIK_K2_K03, AIK_K2_K04	zaliczenie na ocenę

### Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
pracownia	45	
przygotowanie do ćwiczeń	20	
przygotowanie raportu	55	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 120	<b>ECTS</b> 4.0
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 45	<b>ECTS</b> 1.7

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
-----	-------------------	-----------------------------------

1.	<p>Planowanie i przygotowanie obserwacji wybranego obiektu (np. zaplanowanie obserwacji faz około minimum gwiazdy zmiennej zaćmieniowej). Przeprowadzenie obserwacji, redukcja uzyskanych danych i analiza wyników (np. wyznaczanie momentu czasu gwiazdowego i długości doby gwiazdowej, znajdowanie długości ogniskowej teleskopu i badanie dystorsji, prowadzenie obserwacji fotometrycznych gwiazd zmiennych).</p> <p>Wykonywanie zadań obliczeniowych w oparciu o dane dostarczone przez prowadzącego, pobrane samodzielnie z katalogów lub baz danych (np. znajdowanie momentu minimum krzywej zmian blasku gwiazdy zmiennej oraz badanie jej diagramu O-C, wyznaczanie, na podstawie widma, przesunięcia ku czerwieni dla galaktyki), Projektowanie prostej aparatury obserwacyjnej (np. rzutnik obrazu Słońca dający odpowiednie powiększenie i pozbawiony winietowania)</p>	W1, U1, K1
----	--	------------

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

konsultacje, ćwiczenia laboratoryjne, rozwiązywanie zadań, dyskusja, wykład z prezentacją multimedialną, wykład konwersatoryjny, burza mózgów

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
pracownia	zaliczenie na ocenę	<p>Studenci wykonują dowolną liczbę, dowolnych zadań uzyskując odpowiednią liczbę punktów. Zaliczenie oraz końcowa ocena uzależnione są od ilości zdobytych punktów. W związku z tym, że część zadań polega na wykonaniu obserwacji, które uzależnione są od pogody, aktualny limit punktów niezbędnych do uzyskania zaliczenia, a także limity punktowe na oceny wyznaczane są każdego roku. Brane są przy tym pod uwagę sugestie studentów.</p>

## Wymagania wstępne i dodatkowe

Znajomość podstaw astronomii, w tym układów współrzędnych astronomicznych, trygonometrii sferycznej, budowy teleskopów, zjawisk ekstynkcji i refrakcji atmosferycznej. Znajomość podstaw fizyki w zakresie optyki geometrycznej i falowej, mechanizmów emisji i absorpcji promieniowania. Podstawowa znajomość statystycznych metod analizy danych pomiarowych i oprogramowania temu służącego. Obecność na zajęciach jest obowiązkowa.



UNIwersytet  
JAGIELLOŃSKI  
W KRAKOWIE

## English for Physics and Astronomy C1+

Karta opisu przedmiotu

### Informacje podstawowe

<b>Kierunek studiów</b> astrofizyka i kosmologia	<b>Cykl kształcenia</b> 2023/24
<b>Ścieżka</b> -	<b>Kod przedmiotu</b> UJ.WFAIAIKS.230.623af086257de.23
<b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej	<b>Języki wykładowe</b> Angielski
<b>Poziom kształcenia</b> drugiego stopnia	<b>Dyscypliny</b> Językoznawstwo
<b>Forma studiów</b> studia stacjonarne	<b>Klasyfikacja ISCED</b> 0231 Nauka języków
<b>Profil studiów</b> ogólnoakademicki	
<b>Obligatoryjność</b> fakultatywny	

<b>Okres</b> Semestr 1	<b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> zaliczenie na ocenę	<b>Liczba punktów ECTS</b> 2.0
	<b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> lektorat: 30	

<b>Okres</b> Semestr 2	<b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> egzamin	<b>Liczba punktów ECTS</b> 2.0
	<b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> lektorat: 30	

## Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Doskonalenie umiejętności rozumienia i analizy tekstów ustnych i pisemnych właściwych dla studiowanego kierunku.
C2	Doskonalenie umiejętności wypowiadania się i prezentowania w formie ustnej i pisemnej zagadnień właściwych dla studiowanego kierunku.
C3	Rozwijanie słownictwa właściwego dla studiowanego kierunku.
C4	Doskonalenie umiejętności prowadzenia interakcji ustnej i pisemnej.
C5	Doskonalenie umiejętności mediacji językowej w komunikacji ustnej i pisemnej.
C6	Doskonalenie umiejętności kontynuowania samodzielnego kształcenia językowego.
C7	Rozwijanie kompetencji pozajęzykowych umożliwiających uczestnictwo w życiu akademickim i zawodowym.

## Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
<b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>			
W1	słownictwo specjalistyczne właściwe dla studiowanego kierunku studiów w zakresie pozwalającym na swobodne użycie języka w mowie i piśmie	AIK_K2_W01, AIK_K2_W09	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
W2	rodzaje tekstów ustnych i pisemnych właściwych dla studiowanego kierunku	AIK_K2_W01, AIK_K2_W09	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
W3	potrzebę uczenia się przez całe życie oraz sposoby samokształcenia językowego w celu osiągnięcia sukcesu zawodowego	AIK_K2_W01, AIK_K2_W09	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
W4	elementy języka akademickiego właściwego dla studiowanego kierunku	AIK_K2_W01, AIK_K2_W09	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
<b>Umiejętności - Student potrafi:</b>			
U1	zrozumieć złożone treści wykładów i innych wypowiedzi na tematy związane z życiem zawodowym i akademickim	AIK_K2_U10	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
U2	zrozumieć złożone treści artykułów naukowych i popularnonaukowych oraz innych wypowiedzi pisemnych właściwych dla studiowanego kierunku	AIK_K2_U10	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
U3	wyrazić w formie pisemnej i ustnej opinie na tematy związane ze studiowanym kierunkiem i poprzeć je argumentami	AIK_K2_U08, AIK_K2_U09, AIK_K2_U10	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
U4	streścić dłuższe, złożone teksty i wykłady akademickie lub inne wystąpienia związane ze studiowanym kierunkiem	AIK_K2_U09, AIK_K2_U10	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
U5	opisać i zinterpretować dane przedstawione w formie graficznej	AIK_K2_U08, AIK_K2_U10	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
U6	napisać tekst o charakterze akademickim i/lub zawodowym właściwy dla studiowanego kierunku	AIK_K2_U08, AIK_K2_U09, AIK_K2_U10	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny

U7	przedstawić zagadnienia związane ze studiowanym kierunkiem w wypowiedziach ustnych różnego typu, np. w wystąpieniach publicznych, rozmowach formalnych i nieformalnych	AIK_K2_U09, AIK_K2_U10	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
U8	prowadzić interakcję ustną i pisemną w typowych sytuacjach zawodowych i w środowisku akademickim	AIK_K2_U08, AIK_K2_U09, AIK_K2_U10	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
U9	stosować mediację językową w komunikacji ustnej i pisemnej	AIK_K2_U09, AIK_K2_U10	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
U10	samodzielnie rozwijać kompetencje językowe	AIK_K2_U10	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
U11	przygotować się do procesu rekrutacji	AIK_K2_U09, AIK_K2_U10	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
<b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b>			
K1	współdziałania w grupie, akceptując różnorodność postaw i opinii oraz budując relacje oparte na poszanowaniu wielokulturowości	AIK_K2_K03	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
K2	udziału w życiu akademickim, zawodowym i społecznym, dzieląc się wiedzą i popularyzując wiedzę	AIK_K2_K02, AIK_K2_K04	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
K3	kontynuowania samokształcenia językowego	AIK_K2_K01	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
K4	interpretacji i oceny informacji i argumentów, wyciągania wniosków, rozpoznawania stanowisk oraz do prezentacji własnego punktu widzenia w sposób spójny i zrozumiały	AIK_K2_K02	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
K5	wzięcia udziału w procesie rekrutacji	AIK_K2_K03	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny

## Bilans punktów ECTS

### Semestr 1

<b>Forma aktywności studenta</b>	<b>Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć</b>
lektorat	30
poznanie terminologii obcojęzycznej	5
przygotowanie do testu zaliczeniowego	5
przygotowanie do zajęć	5
Przygotowanie prac pisemnych	5
rozwiązywanie testów i zadań zamieszczonych na platformie zdalnego nauczania	5
przygotowanie prezentacji multimedialnej	5

<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 60	<b>ECTS</b> 2.0
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 30	<b>ECTS</b> 1.0

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Semestr 2

<b>Forma aktywności studenta</b>	<b>Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć</b>	
lektorat	30	
poznanie terminologii obcojęzycznej	5	
przygotowanie do egzaminu	5	
przygotowanie do zajęć	5	
Przygotowanie prac pisemnych	5	
przygotowanie prezentacji multimedialnej	5	
przygotowanie do testu zaliczeniowego	5	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 60	<b>ECTS</b> 2.0
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 30	<b>ECTS</b> 1.0

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Treści programowe

<b>Lp.</b>	<b>Treści programowe</b>	<b>Efekty uczenia się dla przedmiotu</b>
1.	Analiza wybranych kierunkowych wykładów i wystąpień.	W1, W2, W4, U1, U10, U4, U5, K2, K4
2.	Analiza wybranych kierunkowych artykułów naukowych i popularnonaukowych.	W1, W2, W4, U10, U2, U4, U5, K2, K4
3.	Tworzenie tekstów akademickich i właściwych dla studiowanego kierunku: raport/proposal, streszczenie artykułu naukowego lub popularnonaukowego, opis materiału graficznego	W1, W2, W4, U2, U3, U4, U5, U6, U9, K2, K4
4.	Wypowiedź ustna o charakterze akademickim/ zawodowym związana ze studiowanym kierunkiem.	W1, W2, W4, U10, U2, U3, U4, U5, U7, U8, U9, K2, K3, K4
5.	Przygotowanie do procesu rekrutacji, związanego z ubieganiem się o pracę (staż, grant).	W3, U11, U8, K1, K2, K5



6.	<p>Tematyka i słownictwo specjalistyczne właściwe dla studiowanego kierunku wybrane zależnie od specyfiki danej grupy.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Laws of physics</li> <li>- Particle physics</li> <li>- Conductors</li> <li>- Physics and mathematics</li> <li>- Supernovas</li> <li>- Exoplanets and search for extraterrestrial life</li> <li>- Nanotechnology in medicine</li> <li>- Nanotechnology in environmental sciences</li> <li>- Famous scientists and scientific awards</li> <li>- Everyday science</li> <li>- Quantum computers</li> <li>- Effective communication in science: attending conferences, taking part in seminars, popularising science, formulating definitions,</li> <li>- Academic English: avoiding plagiarism, referencing, formal/academic/scientific style, describing research</li> </ul> <p>- Tematy zaproponowane przez studentów</p>	W1, W2, W4, U1, U2, U3, U4, U5, U6, U7, U8, U9, K2, K3, K4
7.	Opcjonalnie wybrane zagadnienia gramatyczne związane z realizowanymi treściami.	W4, U6, K3

## Informacje rozszerzone

### Semestr 1

#### Metody nauczania:

demonstracje dźwiękowe/video, praca z tekstem, praca w parach/grupach, analiza tekstów, metoda projektów, inscenizacja, burza mózgów, dyskusja, metody e-learningowe, konwersatorium językowe, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
lektorat	zaliczenie na ocenę	Każdy semestr nauki na lektoracie języka obcego kończy się zaliczeniem na ocenę, a cały kurs egzaminem. Zaliczenie: Zdobyć minimum 60% punktów możliwych do uzyskania w ciągu semestru z testów (rozumienie ze słuchu, rozumienie tekstu pisanego, użycie słownictwa), prac pisemnych i wypowiedzi ustnych (wygłoszenie prezentacji, udział w dyskusji) Obowiązkowa obecność na zajęciach. W semestrze student może bez usprawiedliwienia opuścić: dwa spotkania.

### Semestr 2

#### Metody nauczania:

demonstracje dźwiękowe/video, praca z tekstem, praca w parach/grupach, analiza tekstów, metoda projektów, inscenizacja, burza mózgów, dyskusja, metody e-learningowe, konwersatorium językowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
lektorat	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny	<p>Każdy semestr nauki na lektoracie języka obcego kończy się zaliczeniem na ocenę, a cały kurs egzaminem. Zaliczenie: Zdobyć minimum 60% punktów możliwych do uzyskania w ciągu semestru z testów (rozumienie ze słuchu, rozumienie tekstu pisanego, użycie słownictwa), prac pisemnych i wypowiedzi ustnych (wygłoszenie prezentacji, udział w dyskusji) Obowiązkowa obecność na zajęciach. W semestrze student może bez usprawiedliwienia opuścić: dwa spotkania. Egzamin: Składa się z części pisemnej i ustnej. Warunkiem zaliczenia egzaminu jest uzyskanie minimum 60% punktów zarówno za część pisemną jak i ustną. Do części ustnej egzaminu mogą przystąpić studenci, którzy zdali część pisemną. Ocena końcowa wyliczana jest przez dodanie wyników punktowych uzyskanych z części pisemnej i ustnej, z zastrzeżeniem dotyczącym systemu premii, przewidzianego dla studentów uczestniczących w lektoracie organizowanym przez JCJ. W przypadku uzyskania oceny pozytywnej z egzaminu, ocena ta może zostać podwyższona o 1 stopień, zgodnie ze skalą ocen wynikającą z Regulaminu studiów, pod warunkiem, że student przed podejściem do egzaminu uczestniczył w zajęciach lektoratu organizowanych przez JCJ, bezpośrednio poprzedzających egzamin i uzyskał w ramach tych zajęć zaliczenie wszystkich semestrów przewidzianych programem studiów, zgodnie z wymogami zaliczenia opisanymi w sylabusie.</p>

### **Wymagania wstępne i dodatkowe**

Biegłość językowa na poziomie C1 zgodnie ze skalą Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego: znajomość zasad gramatycznych i leksykalnych koniecznych do osiągnięcia biegłości na poziomie C1 w języku obcym, umiejętność komunikowania się w mowie i w piśmie w sytuacjach życia codziennego oraz uniwersyteckiego na poziomie C1.



UNIWERSYTET  
JAGIELLOŃSKI  
W KRAKOWIE

English for Physics and Astronomy B2+  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

<b>Kierunek studiów</b> astrofizyka i kosmologia	<b>Cykl kształcenia</b> 2023/24
<b>Ścieżka</b> -	<b>Kod przedmiotu</b> UJ.WFAIAIKS.230.623af086179c2.23
<b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej	<b>Języki wykładowe</b> Angielski
<b>Poziom kształcenia</b> drugiego stopnia	<b>Dyscypliny</b> Językoznawstwo
<b>Forma studiów</b> studia stacjonarne	<b>Klasyfikacja ISCED</b> 0231 Nauka języków
<b>Profil studiów</b> ogólnoakademicki	
<b>Obligatoryjność</b> fakultatywny	

<b>Okres</b> Semestr 1	<b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> zaliczenie na ocenę	<b>Liczba punktów ECTS</b> 2.0
	<b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> lektorat: 30	

<b>Okres</b> Semestr 2	<b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> egzamin	<b>Liczba punktów ECTS</b> 2.0
	<b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> lektorat: 30	

## Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Rozwijanie umiejętności rozumienia i analizy tekstów ustnych i pisemnych właściwych dla studiowanego kierunku.
C2	Rozwijanie umiejętności wypowiedziania się w formie ustnej i pisemnej na tematy związane ze studiowanym kierunkiem.
C3	Rozwijanie znajomości słownictwa właściwego dla studiowanego kierunku.
C4	Rozwijanie umiejętności prowadzenia interakcji ustnej i pisemnej.
C5	Rozwijanie umiejętności mediacji językowej w komunikacji ustnej i pisemnej.
C6	Rozwijanie umiejętności kontynuowania samodzielnego kształcenia językowego.
C7	Rozwijanie kompetencji pozajęzykowych umożliwiających uczestnictwo w życiu akademickim i zawodowym.

## Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
<b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>			
W1	słownictwo specjalistyczne właściwe dla studiowanego kierunku studiów w zakresie pozwalającym na w miarę swobodne użycie języka w mowie i piśmie	AIK_K2_W05, AIK_K2_W09	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
W2	rodzaje tekstów ustnych i pisemnych właściwych dla studiowanego kierunku	AIK_K2_W05, AIK_K2_W09	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
W3	potrzebę uczenia się przez całe życie oraz sposoby samokształcenia językowego w celu osiągnięcia sukcesu zawodowego	AIK_K2_W05	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
W4	elementy języka akademickiego właściwego dla studiowanego kierunku	AIK_K2_W05, AIK_K2_W09	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
<b>Umiejętności - Student potrafi:</b>			
U1	zrozumieć główne treści wykładów i innych wypowiedzi na tematy związane z życiem zawodowym i akademickim	AIK_K2_U10	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
U2	zrozumieć główne treści artykułów naukowych i popularnonaukowych oraz innych wypowiedzi pisemnych właściwych dla studiowanego kierunku	AIK_K2_U10	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
U3	wyrazić w formie pisemnej i ustnej opinie na tematy związane ze studiowanym kierunkiem i poprzeć je argumentami	AIK_K2_U08, AIK_K2_U09, AIK_K2_U10	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
U4	streścić teksty, wykłady lub inne wystąpienia związane ze studiowanym kierunkiem	AIK_K2_U09, AIK_K2_U10	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
U5	opisać i zinterpretować dane przedstawione w formie graficznej	AIK_K2_U08, AIK_K2_U09, AIK_K2_U10	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
U6	napisać tekst o charakterze akademickim i/lub zawodowym właściwy dla studiowanego kierunku	AIK_K2_U08, AIK_K2_U10	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
U7	przedstawić zagadnienia związane ze studiowanym kierunkiem wypowiedziach ustnych różnego typu, np. w wystąpieniach publicznych, rozmowach formalnych i nieformalnych	AIK_K2_U09, AIK_K2_U10	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny

U8	prowadzić interakcję ustną i pisemną w typowych sytuacjach zawodowych i w środowisku akademickim	AIK_K2_U10	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
U9	stosować mediację językową w komunikacji ustnej i pisemnej	AIK_K2_U10	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
U10	samodzielnie rozwijać kompetencje językowe	AIK_K2_U10	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
U11	przygotować się do procesu rekrutacji	AIK_K2_U10	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
<b>Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:</b>			
K1	współdziałania w grupie, akceptując różnorodność postaw i opinii oraz budując relacje oparte na poszanowaniu wielokulturowości	AIK_K2_K03	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
K2	wzięcia udziału w życiu akademickim, zawodowym i społecznym, dzieląc się wiedzą i popularyzując wiedzę	AIK_K2_K03, AIK_K2_K04	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
K3	interpretacji i oceny informacji i argumentów, wyciągania wniosków, rozpoznawania stanowisk oraz do prezentacji własnego punktu widzenia w sposób spójny i zrozumiały	AIK_K2_K03	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
K4	wzięcia udziału w procesie rekrutacji	AIK_K2_K03	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny

## Bilans punktów ECTS

### Semestr 1

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
lektorat	30	
poznanie terminologii obcojęzycznej	5	
przygotowanie do testu zaliczeniowego	5	
przygotowanie do zajęć	5	
Przygotowanie prac pisemnych	5	
rozwiązywanie testów i zadań zamieszczonych na platformie zdalnego nauczania	5	
przygotowanie prezentacji multimedialnej	5	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 60	<b>ECTS</b> 2.0
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 30	<b>ECTS</b> 1.0

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Semestr 2

<b>Forma aktywności studenta</b>	<b>Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć</b>	
lektorat	30	
poznanie terminologii obcojęzycznej	5	
przygotowanie do egzaminu	5	
przygotowanie do zajęć	5	
Przygotowanie prac pisemnych	5	
przygotowanie prezentacji multimedialnej	5	
przygotowanie do testu zaliczeniowego	5	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 60	<b>ECTS</b> 2.0
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 30	<b>ECTS</b> 1.0

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Treści programowe

<b>Lp.</b>	<b>Treści programowe</b>	<b>Efekty uczenia się dla przedmiotu</b>
1.	Analiza wybranych kierunkowych wykładów i wystąpień.	W1, W2, W4, U1, U10, U4, U5, K2, K3
2.	Analiza wybranych kierunkowych artykułów naukowych i popularnonaukowych.	W1, W2, W4, U10, U2, U4, U5, K2, K3
3.	Tworzenie tekstów akademickich i właściwych dla studiowanego kierunku takich jak raport/proposal, e-mail służbowy / list formalny, opis materiału graficznego	W1, W2, W4, U2, U3, U4, U5, U6, U9, K2, K3
4.	Wypowiedź ustna o charakterze akademickim/ zawodowym związanym ze studiowanym kierunkiem.	W1, W2, W4, U10, U2, U3, U4, U5, U7, U8, U9, K2, K3
5.	Przygotowanie do procesu rekrutacji, związanego z ubieganiem się o pracę (staż, grant).	W3, U11, U8, K1, K2, K4

6.	<p>Tematyka i słownictwo specjalistyczne właściwe dla studiowanego kierunku wybrane zależnie od specyfiki danej grupy.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Laws of physics</li> <li>- Particle physics</li> <li>- Conductors</li> <li>- Physics and mathematics</li> <li>- Supernovas</li> <li>- Exoplanets and search for extraterrestrial life</li> <li>- Nanotechnology in medicine</li> <li>- Nanotechnology in environmental sciences</li> <li>- Famous scientists and scientific awards</li> <li>- Everyday science</li> <li>- Quantum computers</li> <li>- Effective communication in science: attending conferences, taking part in seminars, popularising science, formulating definitions,</li> <li>- Academic English: avoiding plagiarism, referencing, formal/academic/scientific style, describing research</li> </ul> <p>- Tematy zaproponowane przez studentów</p>	W1, W2, W4, U1, U2, U3, U4, U5, U6, U7, U8, U9, K1, K3
7.	Opcjonalnie wybrane zagadnienia gramatyczne związane z realizowanymi treściami.	W4, U6, K3

## Informacje rozszerzone

### Semestr 1

#### Metody nauczania:

demonstracje dźwiękowe/video, praca z tekstem, praca w parach/grupach, ćwiczenia przedmiotowe, konwersatorium językowe, metody e-learningowe, dyskusja, burza mózgów, inscenizacja, metoda projektów, analiza tekstów

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
lektorat	zaliczenie na ocenę	Każdy semestr nauki na lektoracie języka obcego kończy się zaliczeniem na ocenę, a cały kurs egzaminem. Zaliczenie: Zdobyć minimum 60% punktów możliwych do uzyskania w ciągu semestru z testów (rozumienie ze słuchu, rozumienie tekstu pisanego, użycie słownictwa), prac pisemnych i wypowiedzi ustnych (wygłoszenie prezentacji, udział w dyskusji) Obowiązkowa obecność na zajęciach. W semestrze student może bez usprawiedliwienia opuścić: dwa spotkania.

### Semestr 2

#### Metody nauczania:

demonstracje dźwiękowe/video, praca z tekstem, praca w parach/grupach, analiza tekstów, metoda projektów, inscenizacja, burza mózgów, dyskusja, metody e-learningowe, konwersatorium językowe, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
lektorat	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny	<p>Każdy semestr nauki na lektoracie języka obcego kończy się zaliczeniem na ocenę, a cały kurs egzaminem. Zaliczenie: Zdobyć minimum 60% punktów możliwych do uzyskania w ciągu semestru z testów (rozumienie ze słuchu, rozumienie tekstu pisanego, użycie słownictwa), prac pisemnych i wypowiedzi ustnych (wygłoszenie prezentacji, udział w dyskusji) Obowiązkowa obecność na zajęciach. W semestrze student może bez usprawiedliwienia opuścić: dwa spotkania. Egzamin: Składa się z części pisemnej i ustnej. Warunkiem zaliczenia egzaminu jest uzyskanie minimum 60% punktów zarówno za część pisemną jak i ustną. Do części ustnej egzaminu mogą przystąpić studenci, którzy zdali część pisemną. Ocena końcowa wyliczana jest przez dodanie wyników punktowych uzyskanych z części pisemnej i ustnej, z zastrzeżeniem dotyczącym systemu premii, przewidzianego dla studentów uczestniczących w lektoracie organizowanym przez JCJ. W przypadku uzyskania oceny pozytywnej z egzaminu, ocena ta może zostać podwyższona o 1 stopień, zgodnie ze skalą ocen wynikającą z Regulaminu studiów, pod warunkiem, że student przed podejściem do egzaminu uczestniczył w zajęciach lektoratu organizowanych przez JCJ, bezpośrednio poprzedzających egzamin i uzyskał w ramach tych zajęć zaliczenie wszystkich semestrów przewidzianych programem studiów, zgodnie z wymogami zaliczenia opisanymi w sylabusie.</p>

### **Wymagania wstępne i dodatkowe**

Biegłość językowa na poziomie B2 zgodnie ze skalą Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego: znajomość zasad gramatycznych i leksykalnych koniecznych do osiągnięcia biegłości na poziomie B2 w języku obcym, umiejętność komunikowania się w mowie i w piśmie w sytuacjach życia codziennego oraz uniwersyteckiego na poziomie B2.



## Relativistic hydrodynamics

### Karta opisu przedmiotu

#### Informacje podstawowe

<p><b>Kierunek studiów</b> astrofizyka i kosmologia</p> <p><b>Ścieżka</b> -</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej</p> <p><b>Poziom kształcenia</b> drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b> studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b> ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b> fakultatywny</p>	<p><b>Cykl kształcenia</b> 2023/24</p> <p><b>Kod przedmiotu</b> UJ.WFAIAIKS.210.63c69f01c7620.23</p> <p><b>Języki wykładowe</b> Angielski</p> <p><b>Dyscypliny</b> Nauki fizyczne</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b> 0533 Fizyka</p>
---	--

<p><b>Okres</b> Semestr 1</p>	<p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> egzamin</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> wykład: 30</p>	<p><b>Liczba punktów ECTS</b> 3.0</p>
-----------------------------------	---	---

#### Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	zapoznanie studentów z formalizmem relatywistycznej hydrodynamiki i jej zastosowaniami
----	--

#### Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
<b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>			
W1	strukturę równań relatywistycznej hydrodynamiki oraz założenia prowadzące do ich wyprowadzenia	AIK_K2_W02	egzamin ustny
<b>Umiejętności - Student potrafi:</b>			

U1	modelować i opisywać procesy fizyczne przy pomocy równań relatywistycznej hydrodynamiki	AIK_K2_U01	egzamin ustny
<b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b>			
K1	student jest gotowy do prowadzenia badań naukowych powiązanych z tematyką wykładu.	AIK_K2_K01	egzamin ustny

### Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
przygotowanie do egzaminu	45	
konsultacje	15	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 90	<b>ECTS</b> 3.0
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 30	<b>ECTS</b> 1.0

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Non-relativistic hydrodynamics of perfect and dissipative fluids.	W1, U1, K1
2.	Energy-momentum and spin tensors for relativistic matter.	W1, U1, K1
3.	Relativistic thermodynamics.	W1, U1, K1
4.	Relativistic hydrodynamics of perfect fluids: Landau and Eckart formulations, simple analytic solutions.	W1, U1, K1
5.	Linear and nonlinear hydrodynamic waves.	W1, U1, K1
6.	Relativistic dissipative hydrodynamics: Israel-Stewart theory.	W1, U1, K1
7.	Relativistic magnetohydrodynamics.	W1, U1, K1
8.	Relativistic kinetic theory: (equilibrium) distribution functions, Boltzmann equation and its approximations.	W1, U1, K1
9.	Boltzmann H Theorem.	W1, U1, K1
10.	Microscopic foundations of hydrodynamics.	W1, U1, K1
11.	Quantum kinetic theory.	W1, U1, K1
12.	Numerical relativistic hydrodynamics.	W1, U1, K1

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	uzyskanie więcej niż 50% z egzaminu

### Wymagania wstępne i dodatkowe

special theory of relativity, statistical physics

Mechanika nieba I  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

<p><b>Kierunek studiów</b> astrofizyka i kosmologia</p> <p><b>Ścieżka</b> -</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej</p> <p><b>Poziom kształcenia</b> drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b> studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b> ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b> obowiązkowy</p>	<p><b>Cykl kształcenia</b> 2023/24</p> <p><b>Kod przedmiotu</b> UJ.WFAIAIKS.210.5cb87a1616ae1.23</p> <p><b>Języki wykładowe</b> Polski</p> <p><b>Dyscypliny</b> Astronomia</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b> 0533 Fizyka</p>
--	---

<p><b>Okres</b> Semestr 1</p>	<p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> egzamin</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> ćwiczenia: 30 wykład: 30</p>	<p><b>Liczba punktów ECTS</b> 5.0</p>
-----------------------------------	---	---

**Cele kształcenia dla przedmiotu**

C1	Przekazanie wiedzy i umiejętności z zakresu mechaniki nieba.
----	--

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

W1	zagadnienie dwóch ciał, wyznaczanie elementów orbitalnych, zagadnienie trzech ciał	AIK_K2_W03, AIK_K2_W04, AIK_K2_W05, AIK_K2_W09	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę, projekt
<b>Umiejętności - Student potrafi:</b>			
U1	wyznaczać efemerydy, wyznaczać orbity	AIK_K2_U01, AIK_K2_U03, AIK_K2_U04, AIK_K2_U06	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę, projekt
<b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b>			
K1	prowadzenia badań z zakresu mechaniki nieba	AIK_K2_K01, AIK_K2_K02, AIK_K2_K03, AIK_K2_K04	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę, projekt

### Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
ćwiczenia	30	
wykład	30	
konsultacje	20	
przygotowanie do ćwiczeń	25	
przygotowanie projektu	25	
przygotowanie do egzaminu	20	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 150	<b>ECTS</b> 5.0
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 60	<b>ECTS</b> 2.0

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Zagadnienie dwóch ciał: Zasady dynamiki Newtona. Prawo powszechnego ciążenia. Układ jednostek miar w mechanice nieba (stała grawitacji Gaussa). Równania ruchu układu dwóch ciał. Całki pierwsze równań ruchu. Całki barycentrum (środka masy). Równania ruchu względnego. Całka siły żywej (energii). Całki pól (momentu pędu). Prędkość polowa. Całki mimośrodowe (Laplace'a). Kształt orbit (anomalia prawdziwa). Geometria elipsy i hiperboli. Prędkość w ruchu orbitalnym. Anomalia mimośrodowa. Równanie Keplera (ruch średni, anomalia średnia). Trzecie prawo Keplera. Orientacja orbity w przestrzeni (linia węzłów, linia apsyd). Kąty Eulera. Elementy orbitalne. Kąty łamane. Wyznaczanie efemerydy keplerowskiej.	W1, U1, K1

2.	Wyznaczanie elementów orbitalnych: Historia zagadnienia. Elementy pośrednie. Wyznaczanie orbity z położenia i prędkości ciała. Wyznaczanie orbity z trzech położenia ciała. Metoda Laplace'a. Metoda Gaussa. Równanie Gaussa i jego rozwiązania. Warunek użyteczności obserwacji. Aberracja czasu. Porównanie metody Laplace'a i metody Gaussa.	W1, U1, K1
3.	Zagadnienie trzech ciał: Równania ruchu układu trzech ciał. Całki pierwsze równań ruchu. Równania ruchu względnego (zmiennie kanoniczne Jacobiego, zmiennie kanoniczne Poincarégo). Rozwiązania homograficzne Lagrange'a. Kołowe, ograniczone zagadnienie trzech ciał. Przypadek asteroidalny, przypadek satelitarny i przypadek planetarny. Całka Jacobiego. Kryterium Tisseranda. Punkty libracyjne Lagrange'a. Powierzchnie zerowej prędkości Roche'a. Stabilność punktów libracyjnych. Ruch w pobliżu punktów libracyjnych. Ruch w pobliżu mas skończonych (zagadnienie Hilla).	W1, U1, K1

### Informacje rozszerzone

#### Metody nauczania:

metoda projektów, wykład konwencjonalny, dyskusja, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia przedmiotowe, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę, projekt	uzyskanie pozytywnej oceny końcowej obliczanej jako ważona obecnościami średnia ocen z aktywności i z projektu
wykład	egzamin ustny	zaliczenie egzaminu ustnego po uprzednim zaliczeniu ćwiczeń



UNIWERSYTET  
JAGIELLOŃSKI  
W KRAKOWIE

## Seminarium astrofizyczne II

Karta opisu przedmiotu

### Informacje podstawowe

<b>Kierunek studiów</b> astrofizyka i kosmologia	<b>Cykl kształcenia</b> 2023/24
<b>Ścieżka</b> -	<b>Kod przedmiotu</b> UJ.WFAIAIKS.220.5cc6f4807727d.23
<b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej	<b>Języki wykładowe</b> Polski
<b>Poziom kształcenia</b> drugiego stopnia	<b>Dyscypliny</b> Informatyka techniczna i telekomunikacja, Astronomia, Nauki fizyczne
<b>Forma studiów</b> studia stacjonarne	<b>Klasyfikacja ISCED</b> 0533 Fizyka
<b>Profil studiów</b> ogólnoakademicki	
<b>Obligatoryjność</b> obowiązkowy	

<b>Okres</b> Semestr 2	<b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> zaliczenie na ocenę	<b>Liczba punktów ECTS</b> 3.0
	<b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> seminarium: 30	

### Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
<b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>			
W1	nowe osiągnięcia astrofizyki i kosmologii	AIK_K2_W05	prezentacja
<b>Umiejętności - Student potrafi:</b>			
U1	ocenić jakość przedstawianych na seminariach referatów	AIK_K2_U01	prezentacja
<b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b>			
K1	śledzenia bieżących doniesień astrofizycznych i kosmologicznych	AIK_K2_K03	prezentacja

## Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
seminarium	30	
przeprowadzenie badań literaturowych	50	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 80	<b>ECTS</b> 3.0
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 30	<b>ECTS</b> 1.0

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Tematyka seminariów ustalana jest przez prowadzącego indywidualnie dla każdego studenta	W1, U1, K1

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

seminarium

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	prezentacja	wykonanie co najmniej jednej prezentacji na zadany temat



Język Fortran 90/95  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

<p><b>Kierunek studiów</b> astrofizyka i kosmologia</p> <p><b>Ścieżka</b> -</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej</p> <p><b>Poziom kształcenia</b> drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b> studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b> ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b> fakultatywny</p>	<p><b>Cykl kształcenia</b> 2023/24</p> <p><b>Kod przedmiotu</b> UJ.WFAIAIKS.220.5cb0974233e21.23</p> <p><b>Języki wykładowe</b> Polski</p> <p><b>Dyscypliny</b> Informatyka techniczna i telekomunikacja</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b> 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji</p>
---	---

<p><b>Okres</b> Semestr 2</p>	<p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> zaliczenie na ocenę</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> wykład: 30 pracownia: 30</p>	<p><b>Liczba punktów ECTS</b> 5.0</p>
-----------------------------------	---	---

**Cele kształcenia dla przedmiotu**

C1	Nabywanie umiejętności programowania w języku FORTRAN90/95
----	--

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
<b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>			
W1	zna składnię i semantykę języka Fortran	AIK_K2_W03	zaliczenie na ocenę

W2	potrafi wyrazić algorytm rozwiązania problemu obliczeniowego w języku Fortran 90/95. Potrafi ocenić złożoność obliczeniową problemu	AIK_K2_W03	zaliczenie na ocenę
W3	potrafi wykorzystać dostępną dokumentację języka oraz bibliotek oprogramowania	AIK_K2_W03	zaliczenie na ocenę
<b>Umiejętności - Student potrafi:</b>			
U1	potrafi wyrazić algorytm rozwiązania problemu obliczeniowego w języku Fortran	AIK_K2_U03	zaliczenie na ocenę
U2	potrafi wykorzystać dostępną dokumentację języka oraz bibliotek oprogramowania	AIK_K2_U04	zaliczenie na ocenę
U3	potrafi wykorzystać dostępną angielskojęzyczną dokumentację języka oraz bibliotek oprogramowania	AIK_K2_U09	zaliczenie na ocenę
<b>Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:</b>			
K1	absolwent jest gotów do pracy w zespole interdyscyplinarnym, określania priorytetów realizowanych zadań, kierowania tym zespołem	AIK_K2_K02	zaliczenie
K2	absolwent jest gotów do przekazywania informacji dotyczących różnych aspektów informatyki w zrozumiały sposób	AIK_K2_K04	zaliczenie
K3	absolwent jest gotów do działania zgodnie z zasadami przedsiębiorczości innowacyjnej i myślenia kreatywnego	AIK_K2_K03	zaliczenie

### Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
pracownia	30	
programowanie	30	
przygotowanie do ćwiczeń	30	
wykonanie ćwiczeń	30	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 150	<b>ECTS</b> 5.0
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 60	<b>ECTS</b> 2.0

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
-----	-------------------	-----------------------------------

1.	FORTRAN 90/95 1. Reprezentacja danych, typy zmiennych 2. Bloki strukturalne programu 3. Zarządzanie kolejnością wykonywania instrukcji 4. Konstrukcje cykliczne, pętle 5. Wprowadzenie do macierzy 6. Kontrola wejścia i wyjścia 7. Pliki, rekordy, przechowywanie danych 8. Metody numeryczne – precyzja, zaokrąglenia, uwarunkowania stabilności 9. Procedury wewnętrzne, rekurencyjne, pogrupowane - wielowariantowe 10. Tworzenie własnego środowiska przy pomocy modułów 11. Zaawansowane operacje na całych macierzach 12. Parametryzacja typów zmiennych, ustawianie precyzji 13. Rozszerzone możliwości operacji wejścia i wyjścia, operacje na plikach 14. Wskaźniki i dynamiczne struktury danych 15. Dane globalne, sposoby alokacji pamięci 16. Zaawansowane metody numeryczne 17. Uruchamianie programów, wykrywanie błędów 18. Przeładowanie operatorów, wielopostaciowość 19. Architektura równoległa, komputery wieloprocesorowe	W1, W2, W3
2.	Potrafi wyrazić algorytm rozwiązywania problemu obliczeniowego w języku FORTRAN	U1, U2, U3
3.	Potrafi wykorzystać oprogramowanie o otwartych licencjach	K1, K2, K3

### Informacje rozszerzone

#### Metody nauczania:

metoda projektów, ćwiczenia przedmiotowe, metody e-learningowe, ćwiczenia laboratoryjne, rozwiązywanie zadań, wykład z prezentacją multimedialną

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie	Przyswojenie zasad programowania w języku FORTRAN90/95,
pracownia	zaliczenie na ocenę	Samodzielne napisanie i uruchomienie własnego programu rozwiązującego wybrane zagadnienie

### Wymagania wstępne i dodatkowe

obecność na zajęciach laboratoryjnych obowiązkowa

## Mechanika kwantowa

### Karta opisu przedmiotu

#### Informacje podstawowe

<p><b>Kierunek studiów</b> astrofizyka i kosmologia</p> <p><b>Ścieżka</b> -</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej</p> <p><b>Poziom kształcenia</b> drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b> studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b> ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b> fakultatywny</p>	<p><b>Cykl kształcenia</b> 2023/24</p> <p><b>Kod przedmiotu</b> UJ.WFAIAIKS.220.5cb42ab1db0e6.23</p> <p><b>Języki wykładowe</b> Polski</p> <p><b>Dyscypliny</b> Nauki fizyczne</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b> 0533 Fizyka</p>
---	---

<b>Okres</b> Semestr 2	<p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> egzamin</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> wykład: 30 ćwiczenia: 30</p>	<b>Liczba punktów ECTS</b> 6.0
---------------------------	---	-----------------------------------

#### Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zaznajomienie studentów z podstawami mechaniki kwantowej
----	--

#### Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
<b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>			
W1	podstawy mechaniki kwantowej.	AIK_K2_W05	egzamin pisemny, egzamin ustny

<b>Umiejętności - Student potrafi:</b>			
U1	stosować metody fizyki kwantowej do analizy prostych układów fizycznych.	AIK_K2_U01	egzamin pisemny, zaliczenie na ocenę
<b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b>			
K1	dalszego przyswajania metod fizyki kwantowej.	AIK_K2_K04	egzamin ustny

### Bilans punktów ECTS

<b>Forma aktywności studenta</b>	<b>Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć</b>	
wykład	30	
ćwiczenia	30	
przygotowanie do ćwiczeń	30	
przygotowanie do egzaminu	30	
przygotowanie się do sprawdzianu zaliczeniowego	30	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 150	<b>ECTS</b> 6.0
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 60	<b>ECTS</b> 2.0

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

<b>Lp.</b>	<b>Treści programowe</b>	<b>Efekty uczenia się dla przedmiotu</b>
1.	Wstęp historyczny	W1, U1, K1
2.	Amplitudy prawdopodobieństwa	W1, U1, K1
3.	Całki po trajektoriach, równanie Schroedingera	W1, U1, K1
4.	Stany kwantowe i operatory	W1, U1, K1
5.	Reprezentacja położeniowa i pędowa, zasada nieoznaczoności	W1, U1, K1
6.	Studnie potencjału	W1, U1, K1
7.	Oscylator harmoniczny	W1, U1, K1
8.	Rozpraszanie w jednym wymiarze	W1, U1, K1
9.	Stacjonarny rachunek zaburzeń	W1, U1, K1
10.	Przybliżenie półklasyczne	W1, U1, K1
11.	Metoda wariacyjna	W1, U1, K1
12.	Potencjał sferycznie symetryczny	W1, U1, K1

13.	Atom wodoru	W1, U1, K1
-----	-------------	------------

### Informacje rozszerzone

#### Metody nauczania:

konsultacje, ćwiczenia przedmiotowe, rozwiązywanie zadań, wykład konwencjonalny

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny, egzamin ustny	uzyskanie więcej niż 50% pkt. z egzaminu
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	uzyskanie więcej niż 50% pkt. z kolokwiów

### Wymagania wstępne i dodatkowe

Algebra z geometrią MT, Analiza matematyczna II MT



Fizyka statystyczna  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

<b>Kierunek studiów</b> astrofizyka i kosmologia	<b>Cykl kształcenia</b> 2023/24
<b>Ścieżka</b> -	<b>Kod przedmiotu</b> UJ.WFAIAIKS.220.5cc6f4809e6fd.23
<b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej	<b>Języki wykładowe</b> Polski
<b>Poziom kształcenia</b> drugiego stopnia	<b>Dyscypliny</b> Nauki fizyczne
<b>Forma studiów</b> studia stacjonarne	<b>Klasyfikacja ISCED</b> 0533 Fizyka
<b>Profil studiów</b> ogólnoakademicki	
<b>Obligatoryjność</b> fakultatywny	

<b>Okres</b> Semestr 2	<b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> egzamin	<b>Liczba punktów ECTS</b> 5.0
	<b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> wykład: 30 ćwiczenia: 30	

**Cele kształcenia dla przedmiotu**

C1	Celem kursu jest przedstawienie termodynamiki oraz fizyki statystycznej procesów równowagowych, bądź procesów zachodzących w pobliżu stanów równowagowych, jako jednolitej teorii będącej integralną częścią fizyki teoretycznej.
C2	Przedstawiany materiał ilustrowany jest zagadnieniami ważnymi z punktu widzenia fizyki/astronomii/fizyki materiałowej

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
-----	-------------------	-------------------------------	--------------------

<b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>			
W1	student zna, rozumie oraz ma ugruntowaną wiedzę w zakresie podstaw teorii prawdopodobieństwa, z uwzględnieniem procesów stochastycznych (Markova)	AIK_K2_W04, AIK_K2_W08	egzamin pisemny
W2	zasady wariacyjne wynikające z II zasady termodynamiki oraz warunku stabilności stanu równowagi	AIK_K2_W02, AIK_K2_W08	egzamin pisemny
W3	pojęcia entropii i temperatury absolutnej oraz ich mikroskopową interpretację	AIK_K2_W02, AIK_K2_W08	egzamin pisemny
W4	student zna, rozumie oraz ma ugruntowaną wiedzę w zakresie podstaw fizyki statystycznej i termodynamiki procesów równowagowych oraz bliskich stanu równowagi	AIK_K2_W02, AIK_K2_W08	egzamin pisemny
W5	strukturę kwantowej fizyki statystycznej i jej związek z fenomenologią oraz granicą klasyczną	AIK_K2_W02, AIK_K2_W04, AIK_K2_W08	egzamin pisemny
<b>Umiejętności - Student potrafi:</b>			
U1	przeprowadzić obliczenia wielkości termodynamicznych dla układów nieoddziaływujących cząstek kwantowych i klasycznych, a także ogólnie na poziomie formalnym, oraz przedstawić interpretację fizyczną otrzymanych wyników	AIK_K2_U01	zaliczenie na ocenę
U2	student opanowuje podstawowe metody rachunkowe/probabilistyczne związane z badaniami układów o dużej liczbie stopni swobody	AIK_K2_U01	zaliczenie na ocenę

### **Bilans punktów ECTS**

<b>Forma aktywności studenta</b>	<b>Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć</b>	
wykład	30	
ćwiczenia	30	
rozwiązywanie zadań problemowych	40	
konsultacje	5	
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	25	
przygotowanie do egzaminu	20	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 150	<b>ECTS</b> 5.0
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 60	<b>ECTS</b> 2.0

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut



## Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Wstęp: elementy rachunku prawdopodobieństwa zilustrowane na przykładzie procesów Markova	W1, U1, U2
2.	zerowa zasada termodynamiki (pojęcie równowagi termodynamicznej, tranzytywność stanu równowagi oraz pojęcie temperatury empirycznej). Pierwsza i druga zasada termodynamiki (przesłanki, sformułowanie)	W3, U2
3.	Formy Pfaffa wraz z interpretacją geometryczną; całkowalność i niecałkowalność form Pfaffa; twierdzenie Caratheodrego	W2, W3, U2
4.	Pojęcie entropii oraz temperatury absolutnej. Druga zasada termodynamiki jako zasada wariacyjna.	W2, W4, U2
5.	Przejścia Fazowe. Teoria Landau. Hipoteza skalowania	W2, U2
6.	Pojęcie entropii Boltzmana i III Zasada Termodynamiki; rozkład mikrokanoniczny.	W1, W3, W4, U1, U2
7.	Wprowadzenie rozkładów: kanonicznego, wielkiego kanonicznego, izobaryczno-izotermicznego. Równoważność rozkładów w granicy termodynamicznej	W1, W3, W4, W5, U1, U2
8.	Podejście do fizyki statystycznej od strony probabilistycznej definicji entropii: entropia prawdopodobieństwa (Shannona) wraz z interpretacją; entropia względna (Kalbluck) i jej własności.	W1, W3, U2
9.	Zastosowania rozkładów do badania gazów nieoddziaływujących cząstek klasycznych i kwantowych: bosony bezmasowe (fonony i fotony), bosony z niezerową masą (kondensacja Bosego-Einsteina), fermiony (gaz elektronowy).	W5, U1, U2
10.	Głębsze podstawy fizyki statystycznej: stany czyste i stany mieszane; zespoły Gibbsa i macierz gęstości. Granica klasyczna rozkładów kwantowych oraz podstawy klasycznej mechaniki statystycznej; ergodyczność; ewolucja do stanu równowagi.	W1, W5, U1, U2
11.	Fluktuacje.	W1, W4, U2
12.	Najprostsze modele z oddziaływaniem: model Isinga w przestrzeni jedno- i dwuwymiarowej. Przejścia fazowe.	W5, U2

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

wykład z prezentacją multimedialną, wykład konwencjonalny

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	Student potrafi wyjaśnić zagadnienia wchodzące w skład kursu (zagadnienia 1-12 umieszczone w opisie kursu); Student potrafi rozwiązać zadania związane z poruszonymi na kursie zagadnieniami
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	Student potrafi rozwiązać zadania związane z poruszonymi na kursie zagadnieniami

## Wymagania wstępne i dodatkowe

kursy: mechaniki teoretycznej, elektrodynamiki, mechaniki kwantowej; podstawowe elementy rachunku prawdopodobieństwa.



Podstawy fizyki fazy skondensowanej  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

<b>Kierunek studiów</b> astrofizyka i kosmologia	<b>Cykl kształcenia</b> 2023/24
<b>Ścieżka</b> -	<b>Kod przedmiotu</b> UJ.WFAIAIKS.220.5cc6f480ba652.23
<b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej	<b>Języki wykładowe</b> Polski
<b>Poziom kształcenia</b> drugiego stopnia	<b>Dyscypliny</b> Nauki fizyczne
<b>Forma studiów</b> studia stacjonarne	<b>Klasyfikacja ISCED</b> 0533 Fizyka
<b>Profil studiów</b> ogólnoakademicki	
<b>Obligatoryjność</b> fakultatywny	

<b>Okres</b> Semestr 2	<b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> egzamin	<b>Liczba punktów ECTS</b> 4.0
	<b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> wykład: 30 ćwiczenia: 15	

**Cele kształcenia dla przedmiotu**

C1	zapoznanie studentów z tematyką struktury elektronowej kryształów oraz jej związku z własnościami metali, półprzewodników i magnetyków.
----	---

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
<b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>			

W1	podstawowe modele elektronów w kryształach bazujące na mechanice kwantowej. Rozumie stosowane konwencje i znaczenie prezentacji w przestrzeni odwrotnej. Rozumie wpływ struktur elektronowych na własności elektryczne, magnetyczne metali, izolatorów i półprzewodników.	AIK_K2_W04, AIK_K2_W07	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
W2	struktury i mechanizmy prowadzące do półprzewodników samoistnych, domieszkowanych i niejednorodnych.	AIK_K2_W04, AIK_K2_W07	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
W3	podstawowe modele własności magnetycznych diamagnetyków, paramagnetyków i ferromagnetyków.	AIK_K2_W03, AIK_K2_W04	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
<b>Umiejętności - Student potrafi:</b>			
U1	rozwiązać kwantowe modele elektronów w kryształach, przy pomocy przybliżonych metod numerycznych.	AIK_K2_U04	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
<b>Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:</b>			
K1	krytycznej oceny posiadanej wiedzy z zakresu kwantowych podstaw fizyki kryształów i do praktycznego użycia tej wiedzy przy przewidywaniu własności materiałów.	AIK_K2_K02	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę

### Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
ćwiczenia	15	
przygotowanie do ćwiczeń	20	
przygotowanie do egzaminu	30	
konsultacje	10	
uczestnictwo w egzaminie	1	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 106	<b>ECTS</b> 4.0
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 45	<b>ECTS</b> 1.7

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
-----	-------------------	-----------------------------------

1.	<p>1. Gaz elektronów swobodnych: stany energetyczne, powierzchnia Fermiego, gęstość stanów elektronowych.</p> <p>2. Energia wewnętrzna i ciepło właściwe gazu elektronowego, porównanie z danymi eksperymentalnymi.</p> <p>3. Model Drudego-Sommerfelda. Transport ładunku i ciepła: prawo Ohma, prawo Wiedemanna-Franza i efekt Halla.</p> <p>4. Stany elektronowe w obecności periodycznego potencjału. Twierdzenie Blocha. Struktura pasmowa.</p> <p>5. Model prawie swobodnych elektronów (NFE). Przerwy energetyczne w widmie stanów elektronowych. Zapełnianie stanów elektronowych.</p> <p>6. Powierzchnia Fermiego w modelu NFE. Redukcja do pierwszej strefy Brillouina. Przykład dla sieci kwadratowej.</p> <p>7. Model ciasnego wiązania (TBA). Szerokość pasma i masy efektywne elektronów.</p> <p>8. Dynamika elektronów Blocha w przybliżeniu kwaziklasycznym w polach E i H. Masa efektywna. Dziury.</p> <p>9. Gaz elektronowy w polu magnetycznym (poziomy Landaua). Efekt de Haas-van Alphen i wyznaczanie kształtu powierzchni Fermiego.</p> <p>10. Układ okresowy pierwiastków. Struktury pasmowe i własności fizyczne.</p> <p>11. Półprzewodniki samoistne. Struktura pasmowa Si. Gęstość nośników i przewodnictwo elektryczne.</p> <p>12. Półprzewodniki domieszkowane (typ n i p). Gęstość nośników i przewodnictwo elektryczne.</p> <p>13. Złącze p-n i model idealnej diody.</p> <p>14. Od piasku do procesora: współczesna technologia półprzewodników.</p> <p>15. Magnetyczne własności atomów: paramagnetyzm i diamagnetyzm.</p> <p>16. Teoria pola molekularnego. Uporządkowane magnetyczne i ferromagnetyzm.</p>	W1, W2, W3, U1, K1
----	---	--------------------

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

ćwiczenia przedmiotowe, wykład z prezentacją multimedialną, wykład konwencjonalny

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	Omówienie 3 tematów wylosowanych z udostępnionej listy zagadnień.
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	Zaliczenie na podstawie 2 pisemnych sprawdzianów z rozwiązywania zadań oraz aktywności na ćwiczeniach.

## Wymagania wstępne i dodatkowe

zaliczony kurs Mechanika kwantowa



## Język C++

### Karta opisu przedmiotu

#### Informacje podstawowe

<b>Kierunek studiów</b> astrofizyka i kosmologia	<b>Cykl kształcenia</b> 2023/24
<b>Ścieżka</b> -	<b>Kod przedmiotu</b> UJ.WFAIAIKS.220.5cb0972d3fa13.23
<b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej	<b>Języki wykładowe</b> Polski
<b>Poziom kształcenia</b> drugiego stopnia	<b>Dyscypliny</b> Informatyka techniczna i telekomunikacja
<b>Forma studiów</b> studia stacjonarne	<b>Klasyfikacja ISCED</b> 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji
<b>Profil studiów</b> ogólnoakademicki	
<b>Obligatoryjność</b> fakultatywny	

<b>Okres</b> Semestr 2	<b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> egzamin	<b>Liczba punktów ECTS</b> 4.0
	<b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> laboratoria: 45	

#### Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z programowaniem obiektowym
C2	Zaznajomienie studentów ze standardową biblioteką C++ (STL)
C3	przekazanie wiedzy z zakresu szablonów

#### Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
<b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>			

W1	programowanie obiektowe w tym tworzenie klas, dziedziczenie i polimorfizm	AIK_K2_W03	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
W2	metody zastosowania biblioteki STL w tym algorytmów	AIK_K2_W03	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
<b>Umiejętności - Student potrafi:</b>			
U1	napisać średnio zaawansowany program w C++	AIK_K2_U03, AIK_K2_U04	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
U2	zastosować w praktyce elementy biblioteki standardowej C++	AIK_K2_U03, AIK_K2_U04	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
<b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b>			
K1	do pracy w dziedzinie usług informatycznych	AIK_K2_K04	zaliczenie na ocenę

### Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
laboratoria	45	
przygotowanie projektu	25	
zbieranie informacji do zadanej pracy	10	
przygotowanie do sprawdzianu	15	
przygotowanie do egzaminu	25	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 120	<b>ECTS</b> 4.0
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 45	<b>ECTS</b> 1.7
<b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b>	<b>Liczba godzin</b> 45	<b>ECTS</b> 1.7

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	programowanie obiektowe: tworzenie klas, konstruktory, destruktory	W1, U1, K1
2.	programowanie obiektowe: dziedziczenie, polimorfizm, funkcje wirtualne	W1, U1
3.	szablony funkcji i klas	U1
4.	przeładowanie operatorów	U1, K1
5.	standardowa biblioteka C++ : kontenery, iteratory	W2, U1, K1
6.	standardowa biblioteka C++ : algorytmy	W2, U2, K1

7.	obsługa wyjątków	U1
8.	semantyka przenoszenia	U1, U2, K1

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

ćwiczenia laboratoryjne, konsultacje, ćwiczenia przedmiotowe, rozwiązywanie zadań, metoda projektów

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
laboratoria	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny	zaliczenie 2 kolokwiów i napisanie 2 projektów, egzamin

## Wymagania wstępne i dodatkowe

znajomość systemu linux, języka C, bierna znajomość języka angielskiego



Materia przychodząca z kosmosu  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

<b>Kierunek studiów</b> astrofizyka i kosmologia	<b>Cykl kształcenia</b> 2023/24
<b>Ścieżka</b> -	<b>Kod przedmiotu</b> UJ.WFAIAIKS.220.5cc6f480dad16.23
<b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej	<b>Języki wykładowe</b> Polski
<b>Poziom kształcenia</b> drugiego stopnia	<b>Dyscypliny</b> Nauki fizyczne
<b>Forma studiów</b> studia stacjonarne	<b>Klasyfikacja ISCED</b> 0533 Fizyka
<b>Profil studiów</b> ogólnoakademicki	
<b>Obligatoryjność</b> fakultatywny	

<b>Okres</b> Semestr 2	<b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> egzamin	<b>Liczba punktów ECTS</b> 2.0
	<b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> wykład: 15	

**Cele kształcenia dla przedmiotu**

C1	Celem wykładu jest przedstawienie zagadnień powiązanych z napływem na Ziemię materii z otaczającego nas kosmosu. W pierwszej części wykładu poruszone będą zagadnienia związane z penetracją Układu Słonecznego przez obiekty makroskopowe, takie jak planetoidy i meteoryty. Powszechnym, choć niewidocznym zjawiskiem transportu masy na Ziemię, jest opad pyłu międzygwiazdowego, często oblepionego lodem, zawierającym zarówno proste substancje chemiczne, jak i liczne substancje organiczne. Najmniejszymi obiektami przybywającymi na Ziemię są cząstki obejmowane wspólną nazwą "promieniowania kosmicznego" i to będzie przedstawione.
----	---

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
<b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>			



W1	absolwent zna i rozumie dysponuje rozszerzoną wiedzą na temat opisu Wszechświata w standardowym modelu kosmologicznym	AIK_K2_W01	prezentacja
W2	absolwent zna i rozumie posiada rozszerzoną wiedzę dotyczącą najnowszych osiągnięć astrofizyki i kosmologii	AIK_K2_W05	prezentacja
W3	absolwent zna i rozumie zna inne niż promieniowanie elektromagnetyczne źródła informacji o obiektach astrofizycznych (w tym: neutrina, promieniowanie kosmiczne, fale grawitacyjne), a także metody ich detekcji, oraz procesy fizyczne z tym Powiązane	AIK_K2_W08	prezentacja
<b>Umiejętności - Student potrafi:</b>			
U1	absolwent potrafi klasyfikuje gwiazdy i ich układy; stosuje proste modele struktury i ewolucji Gwiazd	AIK_K2_U05	esej
U2	absolwent potrafi potrafi przygotować esej naukowy na zadany lub wybrany temat	AIK_K2_U08	esej
U3	absolwent potrafi samodzielnie przygotowuje i prezentuje referat w języku polskim lub/i angielskim	AIK_K2_U09	esej
<b>Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:</b>			
K1	absolwent jest gotów do przewiduje możliwość zmiany paradygmatu kosmologicznego; stale śledzi najnowsze doniesienia astrofizyków uzupełniając wiedzę oraz umiejętności	AIK_K2_K01	esej
K2	absolwent jest gotów do uznaje konsekwencje wynikające z publicznej pisemnej prezentacji wyników swojej i cudzej pracy naukowej; oddziela wkład własny prawidłowo cytując i komentując wcześniejsze osiągnięcia	AIK_K2_K02	esej
K3	absolwent jest gotów do potrafi pracować w zespole produkując terminowo i zgodnie z założeniami wyniki częściowe; jest świadomy odpowiedzialności jaką niesie ze sobą przyjęcie roli kierowniczej lub podrzędnej	AIK_K2_K03	esej

### Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	15	
przygotowanie eseju	30	
przygotowanie referatu	15	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 60	<b>ECTS</b> 2.0
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 15	<b>ECTS</b> 0.6

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	OBIEKTY MAKROSKOPOWE PYŁ MIĘDZYGWIEZDNY CZĄSTECZKI ORGANICZNE PROMIENIOWANIE KOSMICZNE	W1, W2, W3, U1, U2, U3, K1, K2, K3

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

konsultacje, dyskusja, wykład z prezentacją multimedialną, wykład konwersatoryjny, wykład konwencjonalny, metoda projektów

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	esej, prezentacja	Przygotowanie i przedstawienie własnej prezentacji

## Wymagania wstępne i dodatkowe

obecność na wykładzie obowiązkowa



UNIWERSYTET  
JAGIELLOŃSKI  
W KRAKOWIE

## Wstęp do astrofizyki wysokich energii

### Karta opisu przedmiotu

#### Informacje podstawowe

<b>Kierunek studiów</b> astrofizyka i kosmologia	<b>Cykl kształcenia</b> 2023/24
<b>Ścieżka</b> -	<b>Kod przedmiotu</b> UJ.WFAIAIKS.220.5cb87a16d9a8a.23
<b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej	<b>Języki wykładowe</b> Angielski
<b>Poziom kształcenia</b> drugiego stopnia	<b>Dyscypliny</b> Astronomia
<b>Forma studiów</b> studia stacjonarne	<b>Klasyfikacja ISCED</b> 0533 Fizyka
<b>Profil studiów</b> ogólnoakademicki	
<b>Obligatoryjność</b> fakultatywny	

<b>Okres</b> Semestr 2	<b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> egzamin	<b>Liczba punktów ECTS</b> 5.0
	<b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> wykład: 30 ćwiczenia: 30	

#### Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem kształcenia jest poznanie procesów emisji w astrofizyce wysokich energii i tego, w jaki sposób wiąże się to z niektórymi tematami, takimi jak teoria i obserwacje rozbłysków gamma (GRB).
----	---

#### Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
<b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>			

W1	zna procesy produkcji i transportu energii w gwiazdach; posiada rozszerzoną wiedzę na temat struktury i ewolucji gwiazd oraz nukleosyntezy Student zna i rozumie posiada rozszerzoną wiedzę dotyczącą najnowszych osiągnięć astrofizyki wysokich energii i kosmologii Student zna i rozumie jest zorientowany w historycznym rozwoju astrofizyki wysokich energii i kosmologii	AIK_K2_W02, AIK_K2_W05, AIK_K2_W09	zaliczenie na ocenę, wyniki badań, prezentacja, egzamin pisemny / ustny
<b>Umiejętności - Student potrafi:</b>			
U1	student wykonuje typowe i zaawansowane rachunki związane z astrofizyką wysokich energii i kosmologią Student rozwiązuje złożone problemy matematyczno-fizyczne za pomocą komputera; wizualizuje zbiory danych oraz wyniki obliczeń; analizuje dane; tworzy prezentacje Student jest przygotowany do obsługi, tworzenia i zaprogramowania eksperymentów oraz obserwacji astrofizycznych; potrafi analizować dane eksperymentalne Student potrafi samodzielnie przygotować i prezentować referat w języku polskim lub/i angielskim Student posiada umiejętności językowe w zakresie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, właściwych dla studiowanego kierunku studiów, zgodne z wymaganiami określonymi dla poziomu B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego	AIK_K2_U01, AIK_K2_U04, AIK_K2_U07, AIK_K2_U09, AIK_K2_U10	zaliczenie na ocenę, wyniki badań, prezentacja, egzamin pisemny / ustny
<b>Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:</b>			
K1	student uznaje konsekwencje wynikające z publicznej pisemnej prezentacji wyników swojej i cudzej pracy naukowej; oddziela wkład własny prawidłowo cytując i komentując wcześniejsze osiągnięcia Student potrafi pracować w zespole produkując terminowo i zgodnie z założeniami wyniki częściowe; jest świadomy odpowiedzialności jaką niesie ze sobą przyjęcie roli kierowniczej lub podrzędnej Student popularyzuje osiągnięcia naukowe w zakresie astrofizyki wysokich energii, kosmologii i powiązanych dziedzin	AIK_K2_K02, AIK_K2_K03, AIK_K2_K04	wyniki badań, prezentacja

### Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	20
przygotowanie do zajęć	20
przygotowanie się do sprawdzianu zaliczeniowego	17
Samodzielne rozwiązywanie zadań komputerowych	10
wykonanie ćwiczeń	10

analiza i przygotowanie danych	10	
pozyskanie danych	1	
analiza problemu	2	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 150	<b>ECTS</b> 5.0
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 60	<b>ECTS</b> 2.0

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Podstawy transferu radiacyjnego, podstawowy teorii pól promieniowania, kinematyka relatywistyczna, emisja synchrotronowa, rozpraszanie Comptona	W1, U1, K1

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

konsultacje, ćwiczenia przedmiotowe, metody e-learningowe, rozwiązywanie zadań, dyskusja, wykład z prezentacją multimedialną, wykład konwersatoryjny, wykład konwencjonalny, burza mózgów, seminarium, metoda projektów

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie na ocenę, prezentacja, egzamin pisemny / ustny	Obecność nawszystkich wykładach. Zaprezentowanie minimum dwóch tematów teoretycznych. Zdanie egzaminu.
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę, wyniki badań, prezentacja	Rozwiązanie minimum czterech ćwiczeń przy tablicy.

## Wymagania wstępne i dodatkowe

Znajomość matematyki ( całki, pochodne ), znajomość podstaw fizyki.



Astrofizyka teoretyczna II (relatywistyczna)  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

<b>Kierunek studiów</b> astrofizyka i kosmologia	<b>Cykl kształcenia</b> 2023/24
<b>Ścieżka</b> -	<b>Kod przedmiotu</b> UJ.WFAIAIKS.220.5cb87a0f2d8c2.23
<b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej	<b>Języki wykładowe</b> Polski
<b>Poziom kształcenia</b> drugiego stopnia	<b>Dyscypliny</b> Astronomia
<b>Forma studiów</b> studia stacjonarne	<b>Klasyfikacja ISCED</b> 0533 Fizyka
<b>Profil studiów</b> ogólnoakademicki	
<b>Obligatoryjność</b> fakultatywny	

<b>Okres</b> Semestr 2	<b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> egzamin	<b>Liczba punktów ECTS</b> 4.0
	<b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> wykład: 30 ćwiczenia: 30	

**Cele kształcenia dla przedmiotu**

C1	zapoznanie studentów z podstawami ogólnej teorii względności w celu umożliwienia im studiowania relatywistycznych gwiazd i zjawiska kolapsu grawitacyjnego
C2	przygotowanie studentów do studiowania kosmologii relatywistycznej

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
<b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>			

W1	naturę oddziaływań grawitacyjnych określających budowę Układu Słonecznego	AIK_K2_W06	egzamin pisemny, egzamin ustny, zaliczenie pisemne
W2	student poznaje mechanizm kolapsu grawitacyjnego oraz podstawowe własności statycznej czarnej dziury	AIK_K2_W05, AIK_K2_W06	egzamin pisemny, egzamin ustny, zaliczenie pisemne
<b>Umiejętności - Student potrafi:</b>			
U1	wykonać proste obliczenia trajektorii ciał w czasoprzestrzeni Schwarzschilda i wyliczyć zmianę częstości światła w grawitacyjnym zjawisku Dopplera	AIK_K2_U01, AIK_K2_U02, AIK_K2_U08, AIK_K2_U09	egzamin pisemny, egzamin ustny, zaliczenie pisemne
U2	student potrafi określić jakościowo i ilościowo zjawiska zachodzące w pobliżu horyzontu czarnej dziury, w szczególności przebieg wpadania radialnie cząstki próbnej do czarnej dziury	AIK_K2_U01, AIK_K2_U02, AIK_K2_U08, AIK_K2_U09	egzamin pisemny, egzamin ustny, zaliczenie pisemne
<b>Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:</b>			
K1	do wyjaśnienia laikowi podstawowych pojęć ogólnej teorii względności, w tym koncepcję czarnej dziury	AIK_K2_K01, AIK_K2_K04	egzamin ustny

### Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
ćwiczenia	30	
przygotowanie do egzaminu	30	
konsultacje	30	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 120	<b>ECTS</b> 4.0
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 60	<b>ECTS</b> 2.0

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
-----	-------------------	-----------------------------------

1.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Słaba i silna zasada równoważności, problem relatywistycznej teorii grawitacji.</li> <li>2. Grawitacja jako krzywizna czasoprzestrzeni.</li> <li>3. Zasada ogólnej kowariancji i zasada minimalnego sprzężenia.</li> <li>4. Aksjomaty OTW.</li> <li>5. Równania Einsteina w próżni i ich własności.</li> <li>6. Przybliżenie newtonowskie i zasada korespondencji.</li> <li>7. Światło w polu grawitacyjnym w przybliżeniu optyki geometrycznej.</li> <li>8. Grawitacyjny efekt Dopplera, eksperymenty i przykłady astrofizyczne.</li> <li>9. Hydrodynamiczny opis materii w OTE, ciecz doskonała nierelatywistyczna i relatywistyczna.</li> <li>10. Tensor energii-pędu pyłu i cieczy.</li> <li>11. Równania Einsteina w materii.</li> <li>12. Tożsamości Bianchiego, równania propagacji i więzów.</li> <li>13. Wyznaczenie stałej sprzężenia w równaniach pola.</li> <li>14. 3 interpretacje fizyczne znikania dywergencji tensora energii-pędu materii.</li> <li>15. Ruch samograwitującego pyłu.</li> <li>16. Sferycznie symetryczna czasoprzestrzeń, rotacyjne wektory Killinga.</li> <li>17. Wyprowadzenie metryki Schwarzschilda, jej własności, osobliwość krzywizny.</li> <li>18. Równania hydrodynamiki relatywistycznej.</li> <li>19. Relatywistyczne gwiazdy.</li> <li>20. Wyprowadzenie równania TOV i jego całkowanie.</li> <li>21. Przesunięcie perihelium Merkurego.</li> <li>22. Kolaps grawitacyjny sferycznie symetryczny, idea czarnej dziury.</li> <li>23. Własności fizyczne współrzędnych.</li> <li>24. Geodetyki zerowe w mapie Schwarzschilda, horyzont zdarzeń.</li> <li>25. Mapa Lemaitre'a-Eddingtona, horyzont zdarzeń jako regularna powierzchnia zerowa.</li> <li>26. Radialne geodetyki zerowe w mapie L-E.</li> <li>27. Czas spadania swobodnego do horyzontu dla różnych obserwatorów.</li> <li>28. Zmiana częstości fotonów emitowanych przez ciało swobodnie spadające do BH.</li> <li>29. Zmiana natężenia światła przy swobodnym spadku do BH.</li> <li>30. Prędkość radialnego swobodnego spadku do BH.</li> <li>31. Własności horyzontu zdarzeń.</li> <li>32. Problem istnienia czarnej dziury jako problem równoczesności.</li> </ol>	W1, W2, U1, U2, K1
----	---	--------------------

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

konsultacje, metody e-learningowe, rozwiązywanie zadań, wykład konwencjonalny

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny, egzamin ustny	zdanie egzaminu pisemnego i następnie zdanie egzaminu ustnego
ćwiczenia	zaliczenie pisemne	zaliczenie kolokwium pisemnego

## Wymagania wstępne i dodatkowe

Obecność na wykładach nie jest obowiązkowa, obowiązkowe jest uczestnictwo w ćwiczeniach rachunkowych. Wymagana jest znajomość mechaniki klasycznej, szczególnej teorii względności i elektrodynamiki klasycznej oraz analizy tensorowej w zakresie zaliczonych wcześniej kursów.





UNIWERSYTET  
JAGIELLOŃSKI  
W KRAKOWIE

## Podstawy astrofizyki i astronomii

### Karta opisu przedmiotu

#### Informacje podstawowe

<b>Kierunek studiów</b> astrofizyka i kosmologia	<b>Cykl kształcenia</b> 2023/24
<b>Ścieżka</b> -	<b>Kod przedmiotu</b> UJ.WFAIAIKS.220.5cc6f48126316.23
<b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej	<b>Języki wykładowe</b> Polski
<b>Poziom kształcenia</b> drugiego stopnia	<b>Dyscypliny</b> Nauki fizyczne
<b>Forma studiów</b> studia stacjonarne	<b>Klasyfikacja ISCED</b> 0533 Fizyka
<b>Profil studiów</b> ogólnoakademicki	
<b>Obligatoryjność</b> fakultatywny	

<b>Okres</b> Semestr 2	<b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> egzamin	<b>Liczba punktów ECTS</b> 3.0
	<b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> wykład: 30 ćwiczenia: 30	

#### Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
<b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>			
W1	podstawy astrofizyki i astronomii	AIK_K2_W01, AIK_K2_W04, AIK_K2_W05, AIK_K2_W06, AIK_K2_W08, AIK_K2_W09	zaliczenie ustne
<b>Umiejętności - Student potrafi:</b>			
U1	rozwiązać typowe zadania z astrofizyki i astronomii	AIK_K2_U01, AIK_K2_U02, AIK_K2_U05, AIK_K2_U06	zaliczenie pisemne, zaliczenie ustne

**Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:**

K1	aktualizacji wiedzy w zakresie astrofizyki i astronomii	AIK_K2_K01, AIK_K2_K04	zaliczenie ustne
----	---	------------------------	------------------

**Bilans punktów ECTS**

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
ćwiczenia	30	
konsultacje	30	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 90	<b>ECTS</b> 3.0
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 60	<b>ECTS</b> 2.0

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

**Treści programowe**

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Uzupełnienie wiedzy w zakresie podstaw astrofizyki i astronomii	W1, U1, K1

**Informacje rozszerzone****Metody nauczania:**

wykład konwencjonalny

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie ustne	Egz. ustny 3 pytania (losowane, zadane przez egzaminatora, przygotowane przez studenta)
ćwiczenia	zaliczenie pisemne	Rozwiązanie zadanych zadań, na ćw. przy tbl. lub pisemnie

## Symulacje komputerowe

### Karta opisu przedmiotu

#### Informacje podstawowe

<p><b>Kierunek studiów</b> astrofizyka i kosmologia</p> <p><b>Ścieżka</b> -</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej</p> <p><b>Poziom kształcenia</b> drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b> studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b> ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b> fakultatywny</p>	<p><b>Cykl kształcenia</b> 2023/24</p> <p><b>Kod przedmiotu</b> UJ.WFAIAIKS.220.5cb87a176cbc4.23</p> <p><b>Języki wykładowe</b> Polski</p> <p><b>Dyscypliny</b> Nauki fizyczne</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b> 0533 Fizyka</p>
---	---

<p><b>Okres</b> Semestr 2</p>	<p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> zaliczenie na ocenę</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> wykład: 15 pracownia: 45</p>	<p><b>Liczba punktów ECTS</b> 6.0</p>
-----------------------------------	---	---

#### Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów ze sposobami numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych spotykanych w praktyce astrofizyka, sposobami analizy stosowalności konkretnych schematów numerycznych. Zapoznanie z problemami jakie spotyka się przy stosowaniu numerycznych metod rozwiązywania równań różniczkowych.
----	--

#### Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
<b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>			

W1	Student zna i rozumie sposoby numerycznego rozwiązywania typowych równań różniczkowych. Zna sposoby analizy schematów numerycznych pod kątem ich stosowności do określonych równań. Zna typowe problemy spotykane w praktyce numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych.	AIK_K2_W03	zaliczenie
<b>Umiejętności - Student potrafi:</b>			
U1	Student potrafi numerycznie rozwiązać problem fizyczny.	AIK_K2_U04	zaliczenie na ocenę, zaliczenie

### Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	15	
pracownia	45	
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	50	
przygotowanie projektu	30	
konsultacje	20	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 160	<b>ECTS</b> 6.0
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 60	<b>ECTS</b> 2.0

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Wykład prezentuje następujące zagadnienia: - reprezentacja dyskretna zmiennej ciągłej i pochodne różnicowe w przestrzeni - ogólne sformułowanie zagadnienia początkowego i metody całkowania równań różniczkowych zwyczajnych - równania różniczkowe cząstkowe dla ośrodków ciągłych i metody całkowania takich równań - metody algebry liniowej mające zastosowanie w rozwiązywaniu równań różniczkowych - przykładowe problemy N-ciał, ruch cząstek w polu potencjalnym, - obliczenia w schemacie cząstka-pole, modele "cząstki w komórce" - równania klasycznej dynamiki cieczy i metody ich rozwiązywania.	W1, U1

### Informacje rozszerzone

**Metody nauczania:**

konsultacje, ćwiczenia przedmiotowe, wykład konwencjonalny, burza mózgów, wykład z prezentacją multimedialną

<b>Rodzaj zajęć</b>	<b>Formy zaliczenia</b>	<b>Warunki zaliczenia przedmiotu</b>
wykład	zaliczenie	obecność na zajęciach
pracownia	zaliczenie na ocenę	aktywność na zajęciach, przedstawienie własnego projektu numerycznego rozwiązania problemu

**Wymagania wstępne i dodatkowe**

Podstawowa znajomość języka programowania (najlepiej C).



## Soczewkowanie grawitacyjne Karta opisu przedmiotu

### Informacje podstawowe

<b>Kierunek studiów</b> astrofizyka i kosmologia	<b>Cykl kształcenia</b> 2023/24
<b>Ścieżka</b> -	<b>Kod przedmiotu</b> UJ.WFAIAIKS.220.5cc6f4814663a.23
<b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej	<b>Języki wykładowe</b> Angielski
<b>Poziom kształcenia</b> drugiego stopnia	<b>Dyscypliny</b> Astronomia
<b>Forma studiów</b> studia stacjonarne	<b>Klasyfikacja ISCED</b> 0533 Fizyka
<b>Profil studiów</b> ogólnoakademicki	
<b>Obligatoryjność</b> fakultatywny	

<b>Okres</b> Semestr 2	<b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> zaliczenie	<b>Liczba punktów ECTS</b> 3.0
	<b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> wykład: 30	

### Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem kursu jest omówienie zagadnienia soczewkowania grawitacyjnego, jego podstaw teoretycznych oraz współczesnych wyników obserwacyjnych dotyczących tej tematyki.
----	---

### Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

W1	student zna podstawy teoretyczne zjawiska soczewkowania grawitacyjnego, techniki obserwacyjne wykorzystujące to zjawisko do wyznaczania masy obiektów astrofizycznych w różnych sytuacjach oraz najważniejsze rezultaty obserwacyjne w tej dziedzinie.	AIK_K2_W05, AIK_K2_W09	zaliczenie ustne
<b>Umiejętności - Student potrafi:</b>			
U1	sformułować obszerną wypowiedź dotyczącą soczewkowania grawitacyjnego w języku angielskim.	AIK_K2_U09	zaliczenie ustne
<b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b>			
K1	student jest gotowy do opowiadania o soczewkowaniu grawitacyjnym.	AIK_K2_K04	zaliczenie ustne

### Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	15	
przygotowanie do egzaminu	30	
konsultacje	15	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 90	<b>ECTS</b> 3.0
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 30	<b>ECTS</b> 1.0

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Propagacja światła w ogólnej teorii względności.	W1, U1, K1
2.	Ugięcie światła w czasoprzestrzeni Schwarzschilda.	W1, U1, K1
3.	Historia soczewkowania grawitacyjnego.	W1, U1, K1
4.	Mikrosoczewkowanie grawitacyjne.	W1, U1, K1
5.	Słabe soczewkowanie grawitacyjne.	W1, U1, K1
6.	Silne soczewkowanie grawitacyjne.	W1, U1, K1
7.	Propagacja światła w modelach kosmologicznych.	W1, U1, K1

### Informacje rozszerzone

**Metody nauczania:**

dyskusja, wykład z prezentacją multimedialną, wykład konwencjonalny

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie ustne	Warunkiem zaliczenia jest poprawna i płynna wypowiedź ustna na zadany temat.

**Wymagania wstępne i dodatkowe**

podstawy ogólnej teorii względności i kosmologii, obecność na zajęciach jest obowiązkowa





## Języki obliczeń symbolicznych

### Karta opisu przedmiotu

#### Informacje podstawowe

<b>Kierunek studiów</b> astrofizyka i kosmologia	<b>Cykl kształcenia</b> 2023/24
<b>Ścieżka</b> -	<b>Kod przedmiotu</b> UJ.WFAIAIKS.220.5cb87a101ff95.23
<b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej	<b>Języki wykładowe</b> Polski
<b>Poziom kształcenia</b> drugiego stopnia	<b>Dyscypliny</b> Astronomia
<b>Forma studiów</b> studia stacjonarne	<b>Klasyfikacja ISCED</b> 0533 Fizyka
<b>Profil studiów</b> ogólnoakademicki	
<b>Obligatoryjność</b> fakultatywny	

<b>Okres</b> Semestr 2	<b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> zaliczenie na ocenę	<b>Liczba punktów ECTS</b> 5.0
	<b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> ćwiczenia: 45 wykład: 15	

#### Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z programem Mathematica na poziomie podstawowym.
C2	Przekazanie wiedzy z zakresu matematycznego opisu modeli matematycznych niektórych zjawisk fizycznych za pomocą języka algebry komputerowej.
C3	Pokazanie sposobów opisu różnorodnych danych w formie graficznej.
C4	Wskazanie sposobów uzyskiwania różnorodnych danych z baz Wolframa.

#### Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
<b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>			
W1	jeden z języków symbolicznych w zakresie podstawowym.	AIK_K2_W03, AIK_K2_W07	zaliczenie na ocenę
<b>Umiejętności - Student potrafi:</b>			
U1	posługiwać się jednym z języków obliczeń symbolicznych.	AIK_K2_U03	zaliczenie na ocenę
U2	zastosować narzędzia informatyczne do opracowania, analizy i wizualizacji danych.	AIK_K2_U04	zaliczenie na ocenę
<b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b>			
K1	formułowania pytań służących poszerzeniu i uzupełnieniu własnego zrozumienia danego zagadnienia.	AIK_K2_K01	zaliczenie na ocenę

### Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
ćwiczenia	45	
wykład	15	
przygotowanie projektu	30	
poprawa projektu	5	
przygotowanie do zajęć	15	
konsultacje	10	
rozwiązywanie zadań	5	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 125	<b>ECTS</b> 5.0
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 60	<b>ECTS</b> 2.0

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Algebra komputerowa - wprowadzenie.	W1, U1, K1
2.	Mathematica - podstawowe informacje.	W1, U1, U2, K1

3.	Podstawowe polecenia w Mathematicie z zakresu arytmetyki, funkcji elementarnych, funkcji nieelementarnych (specjalnych), list i operacji na listach, równań i nierówności, zmiennych i funkcji, analizy matematycznej, równań różniczkowych zwyczajnych, równań różniczkowych cząstkowych, transformaty Fouriera, grafiki 2D i 3D, elementów logiki, elementów programowania, prawdopodobieństwa, statystyki i baz danych.	W1, U1, U2, K1
----	--	----------------

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

konsultacje, ćwiczenia przedmiotowe, rozwiązywanie zadań, wykład z prezentacją multimedialną, metoda projektów, dyskusja

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	1. Uczestnictwo w ćwiczeniach. 2. Przygotowanie projektu w Mathematicie. 3. Więcej szczegółów zostanie podane na pierwszych zajęciach.
wykład	zaliczenie na ocenę	1. Uczestnictwo w wykładach. 2. Przygotowanie projektu w ramach ćwiczeń. 3. Więcej szczegółów zostanie podane na pierwszych zajęciach.

## Wymagania wstępne i dodatkowe

1. Elementarna znajomość rachunku różniczkowego i całkowego funkcji jednej i wielu zmiennych.
2. Podstawowa znajomość algebry z geometrią.

Kosmologia teoretyczna  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

<p><b>Kierunek studiów</b> astrofizyka i kosmologia</p> <p><b>Ścieżka</b> -</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej</p> <p><b>Poziom kształcenia</b> drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b> studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b> ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b> obowiązkowy</p>	<p><b>Cykl kształcenia</b> 2023/24</p> <p><b>Kod przedmiotu</b> UJ.WFAIAIKS.220.5cd3fbb4e7e21.23</p> <p><b>Języki wykładowe</b> Angielski</p> <p><b>Dyscypliny</b> Nauki fizyczne</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b> 0533 Fizyka</p>
--	--

<p><b>Okres</b> Semestr 2</p>	<p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> egzamin</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> ćwiczenia: 30 wykład: 30</p>	<p><b>Liczba punktów ECTS</b> 6.0</p>
-----------------------------------	---	---

**Cele kształcenia dla przedmiotu**

C1	Zapoznanie studentów z podstawami kosmologii teoretycznej.
----	--

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
<b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>			
W1	Podstawowe pojęcia kosmologii - postulaty kosmologiczne, miary odległości, idea świecy standardowej	AIK_K2_W01, AIK_K2_W05, AIK_K2_W09	egzamin ustny

W2	Wyprowadzenie prawa Hubble'a oraz wpływ ciemnej energii na wielkości obserwowane	AIK_K2_W01, AIK_K2_W05, AIK_K2_W09	egzamin ustny
W3	Proste testy kosmologiczne	AIK_K2_W01, AIK_K2_W05, AIK_K2_W09	egzamin ustny
W4	Proste modele akrecji na zwarte objekty	AIK_K2_W05, AIK_K2_W06	egzamin ustny
<b>Umiejętności - Student potrafi:</b>			
U1	Rozwiązywać równania Friedmana, a także wyciągać z nich proste wnioski	AIK_K2_U01	zaliczenie na ocenę
U2	Stosować elementy hydrodynamiki relatywistycznej, w szczególności w kontekście ciemnej materii i krzywych rotacji w galaktykach spiralnych	AIK_K2_U01	zaliczenie na ocenę
U3	Interpretować podstawowe fakty dotyczące kosmicznego promieniowania tła	AIK_K2_U01	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
<b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b>			
K1	Student rozumie status naukowy kosmologii fizycznej. Potrafi śledzić najnowsze wyniki naukowe dotyczące astrofizyki i kosmologii. Jest gotów do popularyzacji tematów związanych z kosmologią.	AIK_K2_K01, AIK_K2_K04	egzamin ustny

### Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
ćwiczenia	30	
wykład	30	
przygotowanie do egzaminu	30	
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	30	
przygotowanie do ćwiczeń	30	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 150	<b>ECTS</b> 6.0
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 60	<b>ECTS</b> 2.0

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
-----	-------------------	-----------------------------------

1.	Postulaty standardowego modelu kosmologicznego. Krótki przegląd podstawowych faktów obserwacyjnych.	W1, K1
2.	Równania Friedmana-Lemaitre'a-Robertsona-Walkera - omówienie założeń dotyczących symetrii oraz wyprowadzenie.	W1, U1, K1
3.	Czasoprzestrzenie kosmologiczne: wszechświat płaski, otwarty (hiperboliczny), zamknięty. Rozwiązania dla wszechświata wypełnionego pyłem i promieniowaniem.	U1, K1
4.	Stała kosmologiczna - wszechświat de Sittera, równania Friedmana-Lemaitre'a-Robertsona-Walkera ze stałą kosmologiczną. W jaki sposób stała kosmologiczna wpływa na ekspansję wszechświata?	U1, K1
5.	Liniowa i dokładna relacja Hubble'a - szkic wyprowadzenia.	W2, K1
6.	Miary odległości w kosmologii: odległość powierzchniowa, odległość jasnościowa, odległość kątowna. Które z tych odległości mogą być mierzone bezpośrednio?	W1, W2, K1
7.	Kosmologiczne przesunięcie ku czerwieni.	W2, K1
8.	Standardowe świece w kosmologii - cefeidy i supernowe Ia.	W2, K1
9.	Szacowanie mas galaktyk i gromad galaktyk - opis podstawowych metod.	W3, U2, K1
10.	Ciemna materia w galaktykach spiralnych - krzywe rotacji w modelach opartych na tzw. kuli izotermicznego gazu.	W3, U2, K1
11.	Paradoks Olbersa i zliczanie galaktyk.	W3, K1
12.	Problem horyzontu w kosmologii. Inflacja.	U3, K1
13.	Ekspansja wszechświata nie niszczy równowagi termicznej promieniowania relikowego, ale zmienia jego temperaturę.	U3, K1
14.	Efekt Sachs-Wolfe'a.	U3, K1
15.	Czarne dziury w kosmologii - przegląd danych obserwacyjnych.	W4, K1
16.	Oddziaływanie czarnych dziur z materią - akrecja Bondiego.	W4, K1
17.	Akrecja Bondiego-Hoyle'a.	W4, K1

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

ćwiczenia przedmiotowe, rozwiązywanie zadań, wykład z prezentacją multimedialną, wykład konwencjonalny

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	Wykonywanie zadań rachunkowych podczas ćwiczeń
wykład	egzamin ustny	Zdanie egzaminu z treści wykładu



## Programowanie obiektowe w C++ Karta opisu przedmiotu

### Informacje podstawowe

<b>Kierunek studiów</b> astrofizyka i kosmologia	<b>Cykl kształcenia</b> 2023/24
<b>Ścieżka</b> -	<b>Kod przedmiotu</b> UJ.WFAIAIKS.220.6203c6430728f.23
<b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej	<b>Języki wykładowe</b> Polski
<b>Poziom kształcenia</b> drugiego stopnia	<b>Dyscypliny</b> Informatyka
<b>Forma studiów</b> studia stacjonarne	<b>Klasyfikacja ISCED</b> 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji
<b>Profil studiów</b> ogólnoakademicki	
<b>Obligatoryjność</b> fakultatywny	

<b>Okres</b> Semestr 2	<b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> zaliczenie	<b>Liczba punktów ECTS</b> 4.0
	<b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> laboratoria: 30	

### Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Przekazanie wiedzy z zakresu programowania obiektowego w języku C++ oraz uświadomienie występowania możliwych do wykorzystania technik programistycznych. Kurs szkoleniowy programowania w C++ został starannie zaprojektowany, aby ułatwić programistom C++ korzystanie z nowych i zaawansowanych technik.
C2	Samodzielne tworzenie kodu w C++ i rozwiązywanie zadanych problemów na podstawie informacji podanych przed ćwiczeniami. Zastosowanie zaawansowanych koncepcji projektowania obiektowego w C++ z wykorzystaniem wielu praktycznych ćwiczeń.

### Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
-----	-------------------	-------------------------------	--------------------

<b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>			
W1	student posiada zaawansowaną wiedzę w zakresie języka C++, w szczególności uogólnionych algorytmów i struktur danych, funktorów, oraz metaprogramowania.		zaliczenie ustne, prezentacja
<b>Umiejętności - Student potrafi:</b>			
U1	student biegle programuje w C++ wykorzystując szablony funkcji i klas oraz techniki metaprogramowania		zaliczenie ustne, prezentacja
<b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b>			
K1	student zdaje sobie sprawę z konieczności ustawicznego poszerzania swojej wiedzy, w tym zapoznawania się z nowymi standardami języka C++; potrafi precyzyjnie formułować pytania służące pogłębieniu własnego zrozumienia tematu.		zaliczenie ustne, prezentacja

### Bilans punktów ECTS

<b>Forma aktywności studenta</b>	<b>Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć</b>	
laboratoria	30	
studiowanie literatury wskazanej przez prowadzącego zajęcia	40	
rozwiązywanie zadań	30	
konsultacje	20	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 120	<b>ECTS</b> 4.0
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 30	<b>ECTS</b> 1.0
<b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b>	<b>Liczba godzin</b> 30	<b>ECTS</b> 1.0

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

<b>Lp.</b>	<b>Treści programowe</b>	<b>Efekty uczenia się dla przedmiotu</b>
1.	Szablony. Istota wykorzystania szablonów funkcji oraz klas. Sposoby organizacji kodu do pracy z szablonami. Pozatypowe parametry szablonów klas oraz szablony parametrów szablonów.	W1, U1
2.	Programowanie uogólnione. Polimorfizm statyczny vs. dynamiczny. Pojęcie konceptu na przykładzie standardowej biblioteki STL.	W1, U1
3.	Klasy cech. Dostarczanie dodatkowych informacji o danym typie. Parametryzacja klasami cech.	W1, U1



4.	Funkcje typów. Szablony i możliwość interpretowania ich jako funkcji typów: funkcje których argumentem są typy, a wartością zwracaną typ lub jakaś wartość.	W1, U1
5.	Klasy wytycznych (policy classes) jako sposób parametryzowania zachowania innych klas.	W1, U1
6.	Metaprogramowanie. Wykonywanie obliczeń za pomocą szablonów. Generowanie w trakcie kompilacji skomplikowanych fragmentów kodu.	W1, U1
7.	Szablony wyrażeń. Technika pisania kodu za pomocą której można istotnie przyspieszyć program oraz zwiększyć jego przejrzystość.	W1, U1, K1
8.	Inteligentne wskaźniki. Uzyskanie kontroli nad operacjami kopiowania, przypisywania i niszczenia wskaźnika.	W1, U1
9.	Funktory. Programowanie uogólnione z wykorzystaniem funktorów.	W1, U1
10.	Wyjątki. Wykrywanie i obsługa błędów.	W1, U1
11.	Zarządzanie pamięcią. Dynamiczna alokacja pamięci. Przeladowywanie operatorów new i delete.	W1, U1
12.	Kompletny przegląd nowych elementów języka C++17 (w trakcie omawiania bieżącego standardu).	W1, U1, K1

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

rozwiązywanie zadań, analiza przypadków, dyskusja, wykład z prezentacją multimedialną, burza mózgów

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
laboratoria	zaliczenie ustne, prezentacja	Rozwiązanie przynajmniej połowy zadań z zadanych zestawów

## Wymagania wstępne i dodatkowe

Podstawowa wiedza o programowaniu oraz znajomość środowisk programistycznych umożliwiających kompilowanie programów w C++. Obecność obowiązkowa.

Czarne dziury  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

<p><b>Kierunek studiów</b> astrofizyka i kosmologia</p> <p><b>Ścieżka</b> -</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej</p> <p><b>Poziom kształcenia</b> drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b> studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b> ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b> obowiązkowy</p>	<p><b>Cykl kształcenia</b> 2023/24</p> <p><b>Kod przedmiotu</b> UJ.WFAIAIKS.240.5cc6f481a4b8f.23</p> <p><b>Języki wykładowe</b> Polski</p> <p><b>Dyscypliny</b> Nauki fizyczne</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b> 0533 Fizyka</p>
--	---

<p><b>Okres</b> Semestr 3</p>	<p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> zaliczenie</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> wykład: 30 seminarium: 30</p>	<p><b>Liczba punktów ECTS</b> 6.0</p>
-----------------------------------	---	---

**Cele kształcenia dla przedmiotu**

C1	Zapoznanie studentów ze ścisłymi rozwiązaniami równań Einsteina opisującymi czarne dziury.
----	--

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
<b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>			
W1	czym są czarne dziury.	AIK_K2_W01	prezentacja, zaliczenie
<b>Umiejętności - Student potrafi:</b>			

U1	opisać matematycznie różne właściwości czarnych dziur.	AIK_K2_U02	prezentacja, zaliczenie
<b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b>			
K1	samodzielnego wyszukania potrzebnych informacji.	AIK_K2_K02	prezentacja

### Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
seminarium	30	
przygotowanie prezentacji multimedialnej	80	
konsultacje	30	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 170	<b>ECTS</b> 6.0
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 60	<b>ECTS</b> 2.0

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Czarna dziura Schwarzschilda. 2. Czarna dziura Kerr'a. 3. Proces Penrosa. 4. Promieniowanie Hawkinga. 5. Fale grawitacyjne. 6. Historia czarnych dziur.	W1, U1, K1

### Informacje rozszerzone

#### Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, seminarium

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie	Obecność na wykładzie.
seminarium	prezentacja	Ocena z prezentacji.

### Wymagania wstępne i dodatkowe

Znajomość podstaw ogólnej teorii względności Einsteina.

Radioastronomia  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

<p><b>Kierunek studiów</b> astrofizyka i kosmologia</p> <p><b>Ścieżka</b> -</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej</p> <p><b>Poziom kształcenia</b> drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b> studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b> ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b> fakultatywny</p>	<p><b>Cykl kształcenia</b> 2023/24</p> <p><b>Kod przedmiotu</b> UJ.WFAIAIKS.240.5cc6f4820e592.23</p> <p><b>Języki wykładowe</b> Polski</p> <p><b>Dyscypliny</b> Astronomia</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b> 0533 Fizyka</p>
---	---

<p><b>Okres</b> Semestr 3</p>	<p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> egzamin</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> wykład: 30 ćwiczenia: 30</p>	<p><b>Liczba punktów ECTS</b> 4.0</p>
-----------------------------------	---	---

**Cele kształcenia dla przedmiotu**

C1	Celem zajęć jest przypomnienie/uporządkowanie podstawowych pojęć i zagadnień z astrofizyki ogólnej w zakresie fal radiowych oraz podstaw elektroniki. Następnie słuchacze powinni poznać szczegóły metod badawczych stosowanych w radioastronomii oraz charakterystyczne parametry fizyczne dla różnych obiektów astronomicznych uzyskane dzięki badaniom w zakresie radiowym widma EM.
----	---

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
<b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>			

W1	zagadnienia z zakresu radioastronomii. Zna historię odkryć radioastronomicznych. Zna opis promieniowania radiowego i jego polaryzacji. Potrafi przedstawić zastosowania obserwacji spektralnych wodoru neutralnego. Zna zasady budowy anten radioteleskopów, odbiorników radiowych mocy całkowitej, spektrometrów i polarymetrów. Zna zasady prowadzenia obserwacji i redukcji danych z pojedynczych radioteleskopów. Zna zasady interferometrii radiowej i syntezy apertury. Zna zalety i wady pojedynczych anten radiowych i systemów interferometrycznych.	AIK_K2_W08	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
<b>Umiejętności - Student potrafi:</b>			
U1	samodzielnie przygotować, zaplanować oraz przeprowadzić obserwacje radioastronomiczne emisji ciągłej oraz spektroskopowe. Potrafi kalibrować sygnał radiowy. Potrafi dokonać redukcji (opracowania) danych obserwacyjnych, ocenić ich jakość.	AIK_K2_U07	zaliczenie na ocenę
<b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b>			
K1	samodzielnego wyszukiwania potrzebnych informacji.	AIK_K2_K02	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
K2	etycznego postępowania podczas zajęć.	AIK_K2_K03	zaliczenie na ocenę

### Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
ćwiczenia	30	
przygotowanie do ćwiczeń	30	
przygotowanie do egzaminu	19	
uczestnictwo w egzaminie	1	
konsultacje	10	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 120	<b>ECTS</b> 4.0
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 60	<b>ECTS</b> 2.0

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
-----	-------------------	-----------------------------------

1.	<p>1. Historia radioastronomii i początki radioastronomii w Polsce (z uwzględnieniem OAUJ w Krakowie).</p> <p>2. Wstęp ogólny; zakresy fal radiowych; zależność Plancka; prawo przesunięcia Wiena; przybliżenie dla fal radiowych – wzór Rayleigha-Jeansa.</p> <p>3. Podstawowe pojęcia i wielkości: jasność promieniowania EM; strumień i moc promieniowania; charakterystyka kierunkowa promieniowania anteny; kąt bryłowy anteny, kąt bryłowy listka gł. charakterystyki anteny; współczynnik wykorzystania powierzchni anteny i współczynnik wykorzystania wiązki anteny; temperatura jasnościowa promieniowania; temperatura antenowa; obserwowany strumień promieniowania, splot, funkcja korelacyjna i konwolucyjna; dekonwolucja (rozplatanie); podstawowe wiązki.</p> <p>4. Emisja i absorpcja promieniowania: emisja fal EM; absorpcja promieniowania; emisja promieniowania z absorpcją wewnętrzną; promieniowanie zewnętrzne z wewnętrzną emisją i absorpcją promieniowania.</p> <p>5. Polaryzacja: elipsa polaryzacji; polaryzacja częściowa; parametry Stokesa; stopień polaryzacji; pomiary polaryzacji.</p> <p>6. Wpływ atmosfery ziemskiej na odbiór fal radiowych: refrakcja; ekstynkcja; scytylacje.</p> <p>7. Anteny do detekcji fal radiowych i ich charakterystyki: dipol Hertza; anteny typu Yagi-Uda; podstawowe typy anten stosowanych w radioastronomii; przykłady.</p> <p>8. Zdolność rozdzielcza anteny i czułość radioteleskopu. Zakres pracy radiometru.</p> <p>9. Odbiorniki radioastronomiczne: heterodynowy „total-power” - jednokanałowy, wielokanałowy; przełączane typu Dicke'a i Grahama; odbiorniki interferometrów - addytywne, korelacyjne, z przełączaniem faz. Kalibracja odbiorników.</p> <p>10. Sposoby prowadzenia obserwacji radioastronomicznych: pomiar współrzędnych na niebie i całkowitego strumienia źródła dyskretnego anteną z pojedynczą i z podwójną wiązką.</p> <p>11. Teoria interferometru: źródła punktowe; funkcja korelacyjna i strumień obserwowany; siatka 2 anten; interferometr z przełączaną fazą; prosty interferometr addytywny; teoria siatki n-źródeł punktowych; przykłady interferometrów.</p> <p>12. Promieniowanie ciągłej apertury: natężenie pola elektrycznego ciągłej apertury; transformacja Fouriera między rozkładem pola na aperturze a natężeniem pola w dalekiej zonie; przykłady rozkładów pola; własności funkcji <math>E(\varphi)</math>.</p> <p>13. Synteza apertury: zasady syntezy; zalety i wady syntezy apertury; podstawowe wiązki; mierzona moc a rozkład jasności; syntetyzowana wiązka układu anten; procedura obserwacji metodą syntezy; metody odtwarzania rozkładu jasności.</p> <p>14. Obrazowanie radioźródeł: podstawowe składniki mapy radiowej.</p> <p>15. Promieniowanie wodoru neutralnego: struktura nadsubtelna atomu wodoru; efekt Dopplera; odkrycie emisji wodoru; rotacja i krzywa rotacji Galaktyki; zastosowanie pomiarów HI do badania dynamiki innych galaktyk.</p> <p>16. Radiowe przeglądy nieba.</p> <p>17. Wyzwania współczesnej radioastronomii.</p>	W1, U1, K1, K2
----	--	----------------

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

ćwiczenia laboratoryjne, dyskusja, wykład z prezentacją multimedialną, burza mózgów

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	Warunkiem podejścia do egzaminu jest wcześniejsze uzyskanie zaliczenia ćwiczeń co najmniej na ocenę 3.0. Przedmiot uznaje się za zaliczony jeśli student uzyska z egzaminu co najmniej ocenę 3.0.
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	Obecność i punktualność na ćwiczeniach obowiązkowe. Obowiązuje terminowość składania sprawozdań. Szczegółowe ustalenia co do warunków zaliczenia będą miały miejsce na pierwszych zajęciach.

## **Wymagania wstępne i dodatkowe**

Znajomość podstaw fizyki i astronomii ogólnej oraz aparatu matematycznego przewidywanego tokiem studiów I stopnia w zakresie nauk ścisłych.



Fizyka ośrodka międzygwiazdowego  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

<b>Kierunek studiów</b> astrofizyka i kosmologia	<b>Cykl kształcenia</b> 2023/24
<b>Ścieżka</b> -	<b>Kod przedmiotu</b> UJ.WFAIAIKS.240.5cb87a1903e10.23
<b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej	<b>Języki wykładowe</b> Polski
<b>Poziom kształcenia</b> drugiego stopnia	<b>Dyscypliny</b> Astronomia
<b>Forma studiów</b> studia stacjonarne	<b>Klasyfikacja ISCED</b> 0533 Fizyka
<b>Profil studiów</b> ogólnoakademicki	
<b>Obligatoryjność</b> fakultatywny	

<b>Okres</b> Semestr 3	<b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> egzamin	<b>Liczba punktów ECTS</b> 4.0
	<b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> wykład: 30 ćwiczenia: 30	

**Cele kształcenia dla przedmiotu**

C1	Celem wykładu jest przypomnienie/uporządkowanie podstawowych pojęć i zagadnień z astrofizyki ogólnej oraz fizyki atomowej i cząsteczkowej, a następnie ich uszczegółowienie przy uwzględnieniu ekstremalnych warunków fizyko-chemicznych panujących w ośrodku międzygwiazdowym. Słuchacze powinni poznać szczegóły metod badawczych oraz charakterystycznych parametrów fizycznych składowej dyfuzyjnej w Galaktyce i innych galaktykach. Studenci powinni nabyć zdolność interpretowania wyników eksperymentów pomiarowych w różnych zakresach widma EM oraz umiejętność zastosowania zdobytej wiedzy w praktyce poprzez rozwiązywanie nowych i złożonych problemów.
----	---

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
-----	-------------------	-------------------------------	--------------------



<b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>			
W1	zagadnienia z zakresu fizyki ośrodka międzygwiazdowego pozwalające na rozpoczęcie pracy badawczej. Student zna i rozumie współczesne techniki doświadczalne i obserwacyjne oraz zasady planowania obserwacji dot. ośrodka międzygwiazdowego.	AIK_K2_W08	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
<b>Umiejętności - Student potrafi:</b>			
U1	korzystać z literatury fachowej, baz danych oraz innych źródeł informacji w celu pozyskania niezbędnych informacji oraz potrafi oceniać rzetelność pozyskanych informacji.	AIK_K2_U08	egzamin ustny, prezentacja
U2	samodzielnie przeanalizować niektóre złożone zagadnienia fizyczne zachodzące w ośrodku międzygwiazdowym poczynając od precyzyjnego sformułowania problemu, wskazania sposobu rozwiązania i uzyskania ostatecznego rezultatu. Student potrafi umiejętnie stosować wiedzę matematyczną do formułowania, analizowania oraz rozwiązywania zadań problemowych z fizyki ośrodka międzygwiazdowego.	AIK_K2_U04	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę, prezentacja
<b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b>			
K1	formułowania pytań służących poszerzeniu i uzupełnieniu własnego zrozumienia danego zagadnienia.	AIK_K2_K01	prezentacja

### **Bilans punktów ECTS**

<b>Forma aktywności studenta</b>	<b>Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć</b>	
wykład	30	
ćwiczenia	30	
przygotowanie do ćwiczeń	30	
przygotowanie do egzaminu	15	
uczestnictwo w egzaminie	1	
konsultacje	10	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 116	<b>ECTS</b> 4.0
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 60	<b>ECTS</b> 2.0

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### **Treści programowe**

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	<p>Kurs Fizyki Ośrodka Międzygwiazdowego obejmuje jeden semestr wykładów i ćwiczeń. Zawiera szczegółową dyskusję procesów fizycznych zachodzących w tym ośrodku, opis jego struktury oraz jej dynamicznych przemian. Tematyka zajęć podzielona jest na kilkanaście spójnych bloków zagadnień dotyczących fizyki ośrodka międzygwiazdowego obejmujących fazy: jego odkrywania, poznania mechanizmów podstawowych procesów fizycznych zachodzących w ISM oraz wzajemnych relacji poszczególnych jego frakcji z uwzględnieniem ich dynamicznych przemian. Omawiane i interpretowane są najnowsze wyniki badań w zakresie fal EM, promieniowania kosmicznego i „egzotycznych form materii”.</p> <p>Zakres tematów:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rozwój poglądów dot. kształtu, budowy i rozmiarów Galaktyki.</li> <li>2. Metody (historyczne), które doprowadziły do odkrycia ISM w Galaktyce.</li> <li>3. Przesłanki obserwacyjne świadczące o istnieniu ISM (etapy odkrywania).</li> <li>4. Linia neutralnego wodoru 21 cm.</li> <li>5. Globalna charakterystyka ISM w Galaktyce (masa, średnie gęstości, skład chemiczny, itp.).</li> <li>6. Ekstynkcja międzygwiazdowa.</li> <li>7. Sposoby wykrywania materii międzygwiazdowej.</li> <li>8. Absorpcja i rozpraszanie światła gwiazd.</li> <li>9. Szerokości linii (szerokość naturalna, poszerzenie Dopplerowskie)</li> <li>10. Sposoby wykrywania materii międzygwiazdowej – daleki UV i promieniowanie X.</li> <li>11. Optyczne linie emisyjne HII.</li> <li>12. Optyczne linie emisyjne przejścia rotacyjne molekuł CO, OH, H<sub>2</sub>CO.</li> <li>13. RM i DM w ISM Galaktyki.</li> <li>14. Promieniowanie generowane przez pył.</li> <li>15. Pochodzenie pyłu.</li> <li>16. Obserwacje pyłu w IR.</li> <li>17. Wpływ zjawisk gwałtownych na ISM – rejony HII.</li> <li>18. Wpływ zjawisk gwałtownych na ISM – otoczki supernowych.</li> <li>19. Zjawiska grawitacyjne w ISM.</li> <li>20. ISM w galaktykach dyskowych – globalne charakterystyki.</li> <li>21. ISM w galaktykach dyskowych – obserwacje w H<sub>α</sub> i HI.</li> <li>22. ISM w galaktykach dyskowych – obserwacje radio continuum (RC) i C.</li> <li>23. ISM w galaktykach dyskowych – korelacje RC-IR, RC-I_CO.</li> <li>24. ISM w galaktykach dyskowych – radialne profile gęstości.</li> <li>25. ISM w galaktykach dyskowych – azymutalne rozkłady gęstości.</li> <li>26. ISM w galaktykach dyskowych – asymetrie rozkładu gazu.</li> <li>27. ISM w galaktykach dyskowych – pola prędkości dysków (diagram-pająka, krzywe rotacji).</li> <li>28. ISM w galaktykach eliptycznych – korelacje opt.-B, X, RC.</li> <li>29. Gaz międzygalaktyczny.</li> <li>30. Emisja z ośrodka międzygalaktycznego w gromadach galaktyk.</li> <li>31. ISM w Galaktyce – interpretacja wykresów (I, v) dla HI i CO.</li> <li>32. ISM w Galaktyce – dysk centralny i centrum Galaktyki.</li> <li>33. ISM w Galaktyce – dysk środkowy i zewnętrzny.</li> <li>34. ISM w Galaktyce – emisja dyfuzyjna: IR, H<sub>α</sub>, RC, gamma, X.</li> <li>35. ISM w Galaktyce – pole magnetyczne w Galaktyce.</li> <li>36. Promieniowanie kosmiczne (PK) – obserwacje, skład, widmo (ogólnie).</li> <li>37. Promieniowanie kosmiczne – szczegółowa charakterystyka widma.</li> <li>38. Promieniowanie kosmiczne – porównanie składu ilościowego pierwiastków w US, ISM.</li> <li>39. Promieniowanie kosmiczne – źródła PK, izotropia.</li> <li>40. Promieniowanie kosmiczne – PK typu UHERC, efekt GZK.</li> <li>41. Ciemna Materia (DM) – zjawiska świadczące o istnieniu DM, proponowany skład DM.</li> <li>42. Ciemna Materia – prędkości rotacji galaktyk.</li> <li>43. Ciemna Materia – obiekty typu MACHO – sposoby wykrywania.</li> <li>44. Ciemna Materia – masy dynamiczne gromad galaktyk.</li> <li>45. Ciemna Materia – najnowsze badania (przykłady: gromada 1E0657-56; struktura „warp” Galaktyki; VIRGOHI21, próba detekcji aksjonów).</li> </ol>	W1, U1, U2, K1

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

ćwiczenia przedmiotowe, analiza przypadków, dyskusja, wykład z prezentacją multimedialną, burza mózgów

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	Zaliczenie ćwiczeń jest warunkiem koniecznym przystąpienia do egzaminu ustnego. Warunkiem zaliczenia semestru jest uzyskanie pozytywnej oceny z ćwiczeń oraz egzaminu ustnego.
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę, prezentacja	Obecność na ćwiczeniach jest obowiązkowa. Szczegółowe ustalenia co do warunków zaliczenia będą miały miejsce na pierwszych zajęciach.

### Wymagania wstępne i dodatkowe

Znajomość podstaw fizyki i astronomii ogólnej oraz aparatu matematycznego przewidywanego tokiem studiów I stopnia w zakresie nauk ścisłych.

Wykład specjalistyczny III  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

<p><b>Kierunek studiów</b> astrofizyka i kosmologia</p> <p><b>Ścieżka</b> -</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej</p> <p><b>Poziom kształcenia</b> drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b> studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b> ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b> obowiązkowy</p>	<p><b>Cykl kształcenia</b> 2023/24</p> <p><b>Kod przedmiotu</b> UJ.WFAIAIKS.240.5cd02f29bbc73.23</p> <p><b>Języki wykładowe</b> Polski</p> <p><b>Dyscypliny</b> Astronomia</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b> 0533 Fizyka</p>
--	---

<p><b>Okres</b> Semestr 3</p>	<p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> zaliczenie</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> wykład: 30</p>	<p><b>Liczba punktów ECTS</b> 3.0</p>
-----------------------------------	--	---

**Cele kształcenia dla przedmiotu**

C1	zapoznanie studenta z podstawową wiedzą o strukturze Wszechświata jako całości
----	--

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
<b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>			
W1	dla czego Wszechświat rozszerza się, jakie jest wielkoskalowe rozmieszczenie materii, jaka jest przeszłość i spodziewana przyszłość Wszechświata, skąd się wzięły pierwiastki chemiczne	AIK_K2_W01, AIK_K2_W05, AIK_K2_W06, AIK_K2_W09	zaliczenie pisemne

<b>Umiejętności - Student potrafi:</b>			
U1	wyliczyć przesunięcie ku czerwieni widm dalekich galaktyk, wyjaśnić pochodzenie i naturę elektromagnetycznego promieniowania relikтового	AIK_K2_U01, AIK_K2_U02, AIK_K2_U03, AIK_K2_U06, AIK_K2_U08, AIK_K2_U09, AIK_K2_U10	zaliczenie pisemne
<b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b>			
K1	wyjaśnienia laikowi jak zbudowany jest w wielkiej skali Wszechświat i dlaczego światło dalekich galaktyk jest poczerwienione	AIK_K2_K01, AIK_K2_K02, AIK_K2_K03, AIK_K2_K04	zaliczenie pisemne

### Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
konsultacje	30	
przygotowanie do egzaminu	30	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 90	<b>ECTS</b> 3.0
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 30	<b>ECTS</b> 1.0

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
-----	-------------------	-----------------------------------

1.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kosmologia starożytna i próby Newtona.</li> <li>2. Niemożność zbudowania kosmologii zgodnej z fizyką nierelatywistyczną.</li> <li>3. Zasada Kosmologiczna.</li> <li>4. Historia kosmologii relatywistycznej.</li> <li>5. Czasoprzestrzeń Robertsona--Walkera.</li> <li>6. Problem odległości w kosmologii.</li> <li>7. Prawo Lemaitre'a-Hubble'a.</li> <li>8. Równania Friedmanna, deceleracji i ruchu kosmicznej cieczy.</li> <li>9. Nieistnienie rozwiązań statycznych.</li> <li>10. Pierwotna osobliwość.</li> <li>11. Asymptotyczna postać modeli Friedmanna w przyszłości.</li> <li>12. Parametry deceleracji i gęstości materii.</li> <li>13. Diagram Hubble'a.</li> <li>14. Odkrycie promieniowania relikтового.</li> <li>15. Termodynamika i ewolucja promieniowania relikтового.</li> <li>16. Wszechświaty: gorący i zimny.</li> <li>17. Anizotropia promieniowania relikтового, efekt dipolowy.</li> <li>18. Fizyka pierwotnej plazmy.</li> <li>19. Potencjały chemiczne i symetryczny Wszechświat.</li> </ol>	W1, U1, K1
----	--	------------

### Informacje rozszerzone

#### Metody nauczania:

konsultacje, metody e-learningowe, wykład konwencjonalny

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie pisemne	napisanie sprawdzianu z wykładu na ocenę 3,0

### Wymagania wstępne i dodatkowe

szczególna i ogólna teoria względności



UNIWERSYTET  
JAGIELLOŃSKI  
W KRAKOWIE

## Seminarium astrofizyczne III

Karta opisu przedmiotu

### Informacje podstawowe

<b>Kierunek studiów</b> astrofizyka i kosmologia	<b>Cykl kształcenia</b> 2023/24
<b>Ścieżka</b> -	<b>Kod przedmiotu</b> UJ.WFAIAIKS.240.60462cca70eb6.23
<b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej	<b>Języki wykładowe</b> Polski
<b>Poziom kształcenia</b> drugiego stopnia	<b>Dyscypliny</b> Informatyka techniczna i telekomunikacja, Astronomia, Nauki fizyczne
<b>Forma studiów</b> studia stacjonarne	<b>Klasyfikacja ISCED</b> 0533 Fizyka
<b>Profil studiów</b> ogólnoakademicki	
<b>Obligatoryjność</b> obowiązkowy	

<b>Okres</b> Semestr 3	<b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> zaliczenie na ocenę	<b>Liczba punktów ECTS</b> 3.0
	<b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> seminarium: 30	

### Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z najnowszymi odkryciami. Przekazanie wiedzy z zakresu astrofizyki. Uświadomienie słuchaczom, że wiedza stale jest uaktualniana, astrofizyka powiązana z innymi dziedzinami nauki, a konieczne jest ciągle uzupełnianie wiedzy.
----	--

### Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
<b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>			

W1	nowe osiągnięcia astrofizyki i kosmologii	AIK_K2_W01, AIK_K2_W02, AIK_K2_W05, AIK_K2_W06, AIK_K2_W08, AIK_K2_W09	prezentacja
<b>Umiejętności - Student potrafi:</b>			
U1	ocenić jakość przedstawianych na seminariach referatów	AIK_K2_U04, AIK_K2_U08, AIK_K2_U09, AIK_K2_U10	prezentacja
<b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b>			
K1	śledzenia bieżących doniesień astrofizycznych i kosmologicznych	AIK_K2_K01, AIK_K2_K04	prezentacja

### Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
seminarium	30	
przeprowadzenie badań literaturowych	50	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 80	<b>ECTS</b> 3.0
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 30	<b>ECTS</b> 1.0

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Tematyka seminariów ustalana jest przez prowadzącego indywidualnie dla każdego studenta	W1, U1, K1

### Informacje rozszerzone

#### Metody nauczania:

dyskusja, seminarium

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	prezentacja	Przygotowanie i wygłoszenie minimum jednego referatu na seminarium



Wnętrza gwiazd  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

<p><b>Kierunek studiów</b> astrofizyka i kosmologia</p> <p><b>Ścieżka</b> -</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej</p> <p><b>Poziom kształcenia</b> drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b> studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b> ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b> obowiązkowy</p>	<p><b>Cykl kształcenia</b> 2023/24</p> <p><b>Kod przedmiotu</b> UJ.WFAIAIKS.240.5cb87a1630d4f.23</p> <p><b>Języki wykładowe</b> Polski</p> <p><b>Dyscypliny</b> Astronomia</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b> 0533 Fizyka</p>
--	---

<p><b>Okres</b> Semestr 3</p>	<p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> egzamin</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> ćwiczenia: 30 wykład: 30</p>	<p><b>Liczba punktów ECTS</b> 6.0</p>
-----------------------------------	---	---

**Cele kształcenia dla przedmiotu**

C1	Zdobycie teoretycznej wiedzy z astrofizyki wewnątrz gwiazdowych. Zrozumienie powiązania obserwowanych parametrów fizycznych gwiazd z parametrami uzyskiwanymi z teoretycznych rozważań przy określonych warunkach brzegowych (masa, moc promieniowania, skład chemiczny). Zdobycie doświadczenia w praktycznych obliczeniach warunków panujących w gwiazdach oraz interpretacji ewolucyjnych modeli gwiazdowych od ciągu głównego do ścieżki chłodzenia białych karłów.
----	---

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
<b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>			

W1	metody wyznaczania parametrów fizycznych na podstawie obserwacji oraz rozumie ich znaczenia do określenia warunków brzegowych w modelach teoretycznych	AIK_K2_W02, AIK_K2_W05, AIK_K2_W09	egzamin pisemny / ustny
W2	metody wyprowadzania i zapisu równań opisujących strukturę wewnętrzną gwiazdy.	AIK_K2_W02, AIK_K2_W05	egzamin pisemny / ustny
W3	powiązania i wpływy zmian w strukturze wewnętrznej gwiazdy na jej obserwowane parametry w trakcie ewolucji gwiazdy	AIK_K2_W02, AIK_K2_W08	egzamin pisemny / ustny
<b>Umiejętności - Student potrafi:</b>			
U1	na podstawie obserwacji oszacować energię wypromieniowywaną przez gwiazdę, wysnuć wnioski nt. możliwych źródeł produkcji energii w gwiazdach w różnych stadiach ewolucji oraz umie określić warunki brzegowe potrzebne do opisanie struktury wewnętrznej gwiazdy o zadanej masie, promieniu i jasności absolutnej.	AIK_K2_U01	zaliczenie pisemne, egzamin pisemny / ustny
U2	wyprowadzić podstawowy zestaw równań opisujących strukturę gwiazdy oraz równań pomocniczych i wykorzystać warunki brzegowe potrzebne do ich rozwiązania	AIK_K2_U01, AIK_K2_U04, AIK_K2_U05	zaliczenie pisemne, egzamin pisemny / ustny
U3	zbudować prosty model ewolucyjny gwiazdy jak i przedstawić zależności modeli od masy, składu chemicznego oraz dostępnych źródeł energii w gwieździe.	AIK_K2_U05, AIK_K2_U10	zaliczenie pisemne, projekt
U4	samodzielnie określić poprawność wyników teoretycznych uzyskiwanych z modeli w oparciu o dostępne dane obserwacyjne.	AIK_K2_U07, AIK_K2_U10	zaliczenie pisemne, projekt
<b>Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:</b>			
K1	w przystępny sposób opisać warunki panujące we wnętrzu gwiazdy odpowiadające parametrom fizycznym wynikającym z obserwacji.	AIK_K2_K04	projekt, egzamin pisemny / ustny
K2	krytycznie ocenić poprawność uzyskiwanych wyników	AIK_K2_K02	projekt, egzamin pisemny / ustny

### Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
ćwiczenia	30
wykład	30
przygotowanie do ćwiczeń	10
przygotowanie do sprawdzianu	10
programowanie	15
rozwiązywanie zadań	10

konsultacje	20	
przygotowanie do egzaminu	30	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 155	<b>ECTS</b> 6.0
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 60	<b>ECTS</b> 2.0

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Parametry fizyczne gwiazd wyznaczone z obserwacji, skład chemiczny 2. Źródła energii i procesy jądrowe zachodzące w gwiazdach 3. Odchylenia od symetrii sferycznej, wpływ rotacji, pola magnetycznego 4. Równania równowagi hydrostatycznej, twierdzenie o wiriale 5. Równanie stanu plazmy gwiazdowej 6. Transfer radiacyjny, nieprzezroczystość 7. Równania budowy gwiazdy na przykładzie Słońca 8. Zależności masa-jasność, promień-masa, limity mas 9. Struktura wewnętrzna gwiazd na różnych etapach ewolucji 10. Ewolucja poza ciągiem głównym 11. Przypadki szczególne - ewolucja czerwonych i białych karłów 12. Poźne etapy ewolucji (initial to final mass czyli masa początkowa i końcowa) 13. Teoria a obserwacja na przykładzie danych obserwacyjnych teleskopu GAIA 14. Wyprowadzenie równań opisujących pulsacje gwiazdowe.	W1, W2, W3, U1, U2, U3, U4, K1, K2

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
ćwiczenia	zaliczenie pisemne, projekt	Wykonanie zadanych obliczeń, zadań oraz pozytywne oceny z ewentualnego kolokwium zaliczeniowego. Aktywność na zajęciach (pozwala na podniesienie oceny o pół stopnia).

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny / ustny	Poprawna odpowiedź na zadane pytania z listy przedstawionych pytań. 3 - odpowiedź na min. 2 pytania 4 - poprawna odpowiedź na 3 pytania 5 - poprawna odpowiedz na 3 pytania i dobra orientacja w całości materiału.

### **Wymagania wstępne i dodatkowe**

Kurs astrofizyki obserwacyjnej. Wiedza na poziomie ogólnym kursu fizyki (fizyki jądrowej, termodynamiki, cząstek elementarnych, mechaniki, fizyki statystycznej). Ponadto umiejętność programowania, znajomość metematycznych metod fizyki i astrofizyki, algebry i analizy matematycznej.

Pracownia magisterska  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

<p><b>Kierunek studiów</b> astrofizyka i kosmologia</p> <p><b>Ścieżka</b> -</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej</p> <p><b>Poziom kształcenia</b> drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b> studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b> ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b> obowiązkowy</p>	<p><b>Cykl kształcenia</b> 2023/24</p> <p><b>Kod przedmiotu</b> UJ.WFAIAIKS.280.5ca756a7c87f2.23</p> <p><b>Języki wykładowe</b> Polski</p> <p><b>Dyscypliny</b> Nauki fizyczne</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b> 0533 Fizyka</p>
--	---

<p><b>Okres</b> Semestr 4</p>	<p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> zaliczenie</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> konsultacje: 15</p>	<p><b>Liczba punktów ECTS</b> 18.0</p>
-----------------------------------	---	--

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
<b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>			
W1	problematykę związaną ze swoją pracą magisterską	AIK_K2_W05, AIK_K2_W09	zaliczenie
<b>Umiejętności - Student potrafi:</b>			
U1	wykonać rachunki i badania związaną ze swoją pracą magisterską	AIK_K2_U01, AIK_K2_U04, AIK_K2_U08, AIK_K2_U09	zaliczenie
<b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b>			
K1	obrony pracy magisterskiej	AIK_K2_K01, AIK_K2_K02, AIK_K2_K03, AIK_K2_K04	zaliczenie

## Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
konsultacje	15	
przygotowanie pracy dyplomowej	440	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 455	<b>ECTS</b> 18.0
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 15	<b>ECTS</b> 0.6

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Napisanie pracy magisterskiej	W1, U1, K1

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

Przygotowanie pracy magisterskiej

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
konsultacje	zaliczenie	Informacja od promotora o postępach w pracy magisterskiej



Wybrane zagadnienia astrofizyki wysokich energii  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

<b>Kierunek studiów</b> astrofizyka i kosmologia	<b>Cykl kształcenia</b> 2023/24
<b>Ścieżka</b> -	<b>Kod przedmiotu</b> UJ.WFAIAIKS.280.5cc6f482bb264.23
<b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej	<b>Języki wykładowe</b> Angielski
<b>Poziom kształcenia</b> drugiego stopnia	<b>Dyscypliny</b> Astronomia
<b>Forma studiów</b> studia stacjonarne	<b>Klasyfikacja ISCED</b> 0533 Fizyka
<b>Profil studiów</b> ogólnoakademicki	
<b>Obligatoryjność</b> fakultatywny	

<b>Okres</b> Semestr 4	<b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> egzamin	<b>Liczba punktów ECTS</b> 4.0
	<b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> wykład: 30 ćwiczenia: 30	

**Cele kształcenia dla przedmiotu**

C1	Celem kształcenia jest poznanie procesów emisji w astrofizyce wysokich energii i tego, w jaki sposób wiąże się to z niektórymi tematami, takimi jak teoria i obserwacje rozbłysków gamma ( GRB).
----	--

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
<b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>			

W1	posiada poszerzoną wiedzę z matematyki oraz fizyki pozwalającą na posługiwanie się metodami i pojęciami właściwymi dla astronomii i astrofizyki wysokich energii. Student zna i rozumie metody budowy modeli matematycznych w astronomii i astrofizyce wysokich energii, oraz zasady ich weryfikacji w oparciu o dane obserwacyjne. Student zna i rozumie posiada dobrą orientację w aktualnych kierunkach rozwoju astronomii i astrofizyki wysokich energii. Student zna i rozumie współczesne techniki doświadczalne i obserwacyjne oraz zasady planowania obserwacji w astronomii.	AIK_K2_W05, AIK_K2_W08, AIK_K2_W09	zaliczenie na ocenę, wyniki badań, prezentacja, egzamin pisemny / ustny
<b>Umiejętności - Student potrafi:</b>			
U1	potrafi mówić o złożonych zagadnieniach astronomiczno-astrofizycznych ogólnie zrozumiałym językiem oraz przedstawić w sposób popularny najnowsze wyniki odkryć dokonanych w ramach swojej i pokrewnych specjalności. Student potrafi samodzielnie przeanalizować niektóre złożone zagadnienia fizyczne oraz astronomiczne poczynając od precyzyjnego sformułowania problemu, wskazania sposobu rozwiązania i uzyskania ostatecznego rezultatu. Student potrafi umiejętnie stosować wiedzę matematyczną do formułowania, analizowania oraz rozwiązywania zadań problemowych z fizyki i astronomii	AIK_K2_U01, AIK_K2_U07, AIK_K2_U08	zaliczenie na ocenę, wyniki badań, prezentacja, egzamin pisemny / ustny
<b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b>			
K1	formułować pytania służące poszerzeniu i uzupełnieniu własnego zrozumienia danego zagadnienia.	AIK_K2_K01, AIK_K2_K04	wyniki badań, prezentacja

### Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
ćwiczenia	30	
przygotowanie do ćwiczeń	20	
przygotowanie do zajęć	20	
przygotowanie się do sprawdzianu zaliczeniowego	17	
pozyskanie danych	2	
analiza problemu	1	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 120	<b>ECTS</b> 4.0
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 60	<b>ECTS</b> 2.0

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut



## Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Podstawy transferu radiacyjnego, podstawowy teorii pól promieniowania, kinematyka relatywistyczna, emisja synchrotronowa, rozpraszanie Comptona	W1, U1, K1

## Informacje rozszerzone

### Metody nauczania:

konsultacje, ćwiczenia przedmiotowe, metody e-learningowe, rozwiązywanie zadań, dyskusja, wykład z prezentacją multimedialną, wykład konwersatoryjny, wykład konwencjonalny, burza mózgów, seminarium, metoda projektów

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie na ocenę, prezentacja, egzamin pisemny / ustny	Obecność na wszystkich wykładach. Zaprezentowanie minimum dwóch tematów teoretycznych. Zdanie egzaminu.
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę, wyniki badań, prezentacja	Rozwiązanie minimum czterech ćwiczeń przy tablicy.

## Wymagania wstępne i dodatkowe

Znajomość matematyki ( całki, pochodne ), znajomość podstaw fizyki.

Wykład specjalistyczny IV  
Karta opisu przedmiotu

**Informacje podstawowe**

<p><b>Kierunek studiów</b> astrofizyka i kosmologia</p> <p><b>Ścieżka</b> -</p> <p><b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej</p> <p><b>Poziom kształcenia</b> drugiego stopnia</p> <p><b>Forma studiów</b> studia stacjonarne</p> <p><b>Profil studiów</b> ogólnoakademicki</p> <p><b>Obligatoryjność</b> fakultatywny</p>	<p><b>Cykl kształcenia</b> 2023/24</p> <p><b>Kod przedmiotu</b> UJ.WFAIAIKS.280.5cd02f2a3cb1a.23</p> <p><b>Języki wykładowe</b> Polski</p> <p><b>Dyscypliny</b> Astronomia</p> <p><b>Klasyfikacja ISCED</b> 0533 Fizyka</p>
---	---

<p><b>Okres</b> Semestr 4</p>	<p><b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> zaliczenie</p> <p><b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> wykład: 30</p>	<p><b>Liczba punktów ECTS</b> 3.0</p>
-----------------------------------	--	---

**Cele kształcenia dla przedmiotu**

C1	zapoznanie studentów fizyki i astronomii z podstawami fizycznej historii wczesnego Wszechświata ustalonej w ramach kosmologii relatywistycznej
----	--

**Efekty uczenia się dla przedmiotu**

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

W1	termiczną historię wczesnego Wszechświata od ery hadronowej po rekombinację wodoru i w jaki sposób pierwotna nukleosynteza uformowała dzisiejszy Wszechświat	AIK_K2_W01, AIK_K2_W05, AIK_K2_W06, AIK_K2_W08, AIK_K2_W09	zaliczenie pisemne
<b>Umiejętności - Student potrafi:</b>			
U1	wyjaśnić pochodzenie pierwiastków chemicznych we Wszechświecie, zwłaszcza ilość helu i dlaczego we wczesnym Wszechświecie nie powstały pierwiastki cięższe	AIK_K2_U01, AIK_K2_U02, AIK_K2_U04, AIK_K2_U08, AIK_K2_U09, AIK_K2_U10	zaliczenie pisemne
<b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b>			
K1	wyjaśnienia laikowi dlaczego aktualny Wszechświat został uformowany na samym początku swojej ewolucji i ewoluuje deterministycznie	AIK_K2_K01, AIK_K2_K02, AIK_K2_K04	zaliczenie pisemne

### Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
konsultacje	30	
przygotowanie do egzaminu	30	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 90	<b>ECTS</b> 3.0
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 30	<b>ECTS</b> 1.0

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
-----	-------------------	-----------------------------------

1.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definicja wczesnego Wszechświata (2 warunki)</li> <li>2. Klasyfikacja er wczesnego Wszechświata, pojęcie historii termicznej.</li> <li>3. Skala Plancka i era kwantowej grawitacji.</li> <li>4. Era wielkiej unifikacji, idea inflacji i powstania asymetrii barionowej.</li> <li>5. Ery: kwarkowo-gluonowa i bozonów pośredniczących.</li> <li>6. Era hadronowa i powstanie nukleonów.</li> <li>7. Era leptonowa.</li> <li>8. Era radiacyjna i wpływ ciemnej materii na długość tej ery.</li> <li>9. Epoka rekombinacji i fizyczny przebieg procesu rekombinacji wodoru.</li> <li>10. Wprowadzenie do pierwotnej nukleosyntezy, porównanie z reakcjami termojądrowymi w gwiazdach.</li> <li>11. Przebieg pierwotnej nukleosyntezy helu.</li> <li>12. Pierwotna nukleosynteza cięższych pierwiastków, obecna obfitość pierwiastków.</li> <li>13. Problemy standardowej kosmologii: wieku i jednorodności.</li> <li>14. Horyzonty kosmologiczne.</li> <li>15. Możliwe wyjaśnienia akceleracji Wszechświata.</li> </ol>	W1, U1, K1
----	---	------------

### Informacje rozszerzone

#### Metody nauczania:

konsultacje, metody e-learningowe, wykład konwencjonalny

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie pisemne	napisanie sprawdzianu z wykładu na ocenę 3,0

### Wymagania wstępne i dodatkowe

Podstawowe wiadomości z rachunku tensorowego, znajomość ogólnej teorii względności w zakresie kursu na III roku astronomii; na podstawie wykładu specjalistycznego III: geometria czasoprzestrzeni Robertsona-Walkera, własności kosmicznej materii i promieniowania relikтового.



UNIWERSYTET  
JAGIELLOŃSKI  
W KRAKOWIE

## Seminarium astrofizyczne IV

### Karta opisu przedmiotu

#### Informacje podstawowe

<b>Kierunek studiów</b> astrofizyka i kosmologia	<b>Cykl kształcenia</b> 2023/24
<b>Ścieżka</b> -	<b>Kod przedmiotu</b> UJ.WFAIAIKS.280.60462dbca1686.23
<b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej	<b>Języki wykładowe</b> Polski
<b>Poziom kształcenia</b> drugiego stopnia	<b>Dyscypliny</b> Informatyka techniczna i telekomunikacja, Astronomia, Nauki fizyczne
<b>Forma studiów</b> studia stacjonarne	<b>Klasyfikacja ISCED</b> 0533 Fizyka
<b>Profil studiów</b> ogólnoakademicki	
<b>Obligatoryjność</b> obowiązkowy	

<b>Okres</b> Semestr 4	<b>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się</b> zaliczenie na ocenę	<b>Liczba punktów ECTS</b> 3.0
	<b>Sposób realizacji i godziny zajęć</b> seminarium: 30	

#### Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z najnowszymi odkryciami. Przekazanie wiedzy z zakresu astrofizyki. Uświadomienie słuchaczom, że wiedza stale jest uaktualniana, astrofizyka powiązana z innymi dziedzinami nauki, a konieczne jest ciągle uzupełnianie wiedzy.
----	--

#### Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
<b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>			

W1	nowe osiągnięcia astrofizyki i kosmologii	AIK_K2_W01, AIK_K2_W02, AIK_K2_W05, AIK_K2_W06, AIK_K2_W08, AIK_K2_W09	prezentacja
<b>Umiejętności - Student potrafi:</b>			
U1	ocenić jakość przedstawianych na seminariach referatów	AIK_K2_U04, AIK_K2_U08, AIK_K2_U09, AIK_K2_U10	prezentacja
<b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b>			
K1	śledzenia bieżących doniesień astrofizycznych i kosmologicznych	AIK_K2_K01, AIK_K2_K04	prezentacja

### Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
seminarium	30	
studiowanie literatury wskazanej przez prowadzącego zajęcia	50	
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 80	<b>ECTS</b> 3.0
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 30	<b>ECTS</b> 1.0

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Tematyka seminariów ustalana jest przez prowadzącego indywidualnie dla każdego studenta	W1, U1, K1

### Informacje rozszerzone

#### Metody nauczania:

dyskusja, seminarium

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	prezentacja	Przygotowanie i wygłoszenie minimum jednego referatu na seminarium