



Program studiów

Wydział:	Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej
Kierunek:	astronomia
Poziom kształcenia:	drugiego stopnia
Forma kształcenia:	studia stacjonarne
Rok akademicki:	2019/20

Spis treści

Charakterystyka kierunku	3
Nauka, badania, infrastruktura	5
Program	6
Efekty uczenia się	8
Plany studiów	10
Sylabusy	13

Charakterystyka kierunku

Informacje podstawowe

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

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

Astronomia

100,0%

Charakterystyka kierunku, koncepcja i cele kształcenia

Charakterystyka kierunku

W ramach studiów drugiego stopnia na kierunku Astronomia można uzyskać pogłębioną wiedzę z zakresu astronomii i astrofizyki. Ukończenie tego kierunku pozwala na zdobycie poszerzonej wiedzy z zakresu budowy i działania współczesnych instrumentów astronomicznych oraz na poznanie zasad planowania i prowadzenia obserwacji w astronomii. Celem kształcenia jest też poznanie właściwych dla astronomii i astrofizyki metod obliczeniowych i modelowania matematycznego zjawisk i procesów fizycznych zachodzących w różnych obiektach kosmicznych.

Koncepcja kształcenia

Program studiów obejmuje grupę przedmiotów podstawowych (z fizyki teoretycznej) oraz grupę przedmiotów kierunkowych (mechanikę nieba, ogólną teorię względności, astrofizykę teoretyczną, astrofizykę obserwacyjną, radioastronomię oraz astronomię pozagalaktyczną i kosmologię). Program studiów przewiduje też grupę przedmiotów informatycznych obejmujących przetwarzanie danych pomiarowych, techniki wizualizacji danych, symulacje komputerowe zagadnień hydrodynamicznych.

Studenci mają możliwość włączenia się w działalność naukową prowadzoną przez zespoły badawcze

Zakładów: Radioastronomii i Fizyki Kosmicznej, Astronomii Gwiazdowej i Pozagalaktycznej, Astrofizyki Wysokich Energii oraz Astrofizyki Relatywistycznej i Kosmologii. Współpraca międzynarodowa pracowników Obserwatorium Astronomicznego stwarza studentom możliwość nawiązania międzynarodowych kontaktów naukowych.

Absolwenci posiadają poszerzoną znajomość zagadnień współczesnej astronomii i astrofizyki oraz wiedzę specjalistyczną w wybranej specjalności. Są przygotowani do podjęcia pracy w dziedzinach, w których mają zastosowanie m.in.: statystyczne przetwarzanie i analizowanie danych, cyfrowe przetwarzanie obrazu oraz modelowanie komputerowe. W szczególności, Absolwenci studiów astronomii Uniwersytetu Jagiellońskiego przygotowani są do pracy w instytucjach astrofizycznych i meteorologicznych, obserwatoriach, planetariach, zespołach prowadzących obserwacje satelitarne i grupach naukowych realizujących międzynarodowe programy badawcze, a także do pracy w szkolnictwie (pod warunkiem uzyskania uprawnień pedagogicznych). Absolwent jest przygotowany do kształcenia i wychowywania innych. Ponadto, studia II stopnia

przygotowują do kontynuacji edukacji w ramach szkół doktorskich.

Kształcenie astronomii wpisuje się w realizację głównych celów strategii Uczelni. Podczas kształcenia studentów czerpiemy z bogactwa wielowiekowej tradycji, zachowujemy dziedzictwo pokoleń, wytyczamy nowe kierunki rozwoju myśli poprzez najwyższej jakości badania i nauczanie oraz wykorzystanie współczesnej wiedzy. Kształcenie i badania prowadzimy w atmosferze tolerancji i wolności, budujemy trwałe relacje ze społeczeństwem, kształtujemy otwartość na nieznane uczymy odpowiedzialność za działanie. Koncepcja kształcenia jest zgodna z misją oraz celami strategicznymi UJ.

Cele kształcenia

uzyskanie pogłębionej wiedzy z zakresu astronomii i astrofizyki

nabycie zaawansowanej wiedzy z zakresu metod obliczeniowych właściwych dla astronomii i astrofizyki

zdobycie poszerzonej wiedzy z zakresu budowy, działania i zastosowania instrumentów astronomicznych

poznanie współczesnych technik doświadczalnych i obserwacyjnych oraz zasad planowania obserwacji w astronomii

uzyskanie dobrej orientacji w aktualnych kierunkach rozwoju astronomii i astrofizyki

opanowanie języka angielskiego (na poziomie co najmniej B2+) w stopniu niezbędnym do posługiwania się specjalistyczną literaturą

Potrzeby społeczno-gospodarcze

Wskazanie potrzeb społeczno-gospodarczych utworzenia kierunku

Obecnie postęp technologiczny i gospodarczy jest ściśle związany rozwojem przemysłu kosmicznego, który oparty jest między innymi na rozwoju astronomii. W 2014r. Polska podpisała umowę o wejściu do Europejskiego Obserwatorium Południowego (ESO) - międzynarodowej organizacji zrzeszającej kraje europejskie. Instytucja jest jedną z największych i najbardziej liczących się organizacji w dziedzinie badań astronomicznych. Dysponuje ona rocznym budżetem ok. 150 mln euro i zatrudnia około 700 osób. Polska może odzyskiwać część wpłaconej składki w postaci etatów dla polskich naukowców oraz finansowaniu różnego typu projektów. W 2012 r. Polska przystąpiła do Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA) międzynarodowa organizacja krajów europejskich, której celem jest eksploracja i wykorzystanie przestrzeni kosmicznej. ESA zatrudnia ok. 1900 osób, a jej roczny budżet wynosi 4 mld euro. Dwa lata później powstała Polska Agencja Kosmiczna (POLSA). Jej zadaniem jest wspieranie polskiego przemysłu kosmicznego poprzez łączenie świata biznesu i nauki oraz świadczenie pomocy rodzimym przedsiębiorcom w pozyskiwaniu funduszy z ESA. Priorytetowym zadaniem POLSA jest dbałość o bezpieczeństwo państwa i jego obywateli oraz zwiększenie polskiego potencjału obronnego poprzez wykorzystanie systemów satelitarnych i rozwój technologii kosmicznych. POLSA przewiduje, że w 2030 roku polski sektor kosmiczny będzie w wybranych obszarach w pełni konkurencyjny w wymiarze globalnym. Rola dokonań polskich astronomów została również dostrzeżona w zreformowanym systemie nauki, gdzie przewidziano dla niej odrębną dyscyplinę.

Wskazanie zgodności efektów uczenia się z potrzebami społeczno-gospodarczymi

Przewidziane dla kierunku astronomia efekty uczenia się pozwalają na wykształcenie absolwentów posiadających pogłębioną wiedzę o wielu różnych zagadnieniach astronomicznych i astrofizycznych oraz potrafiących tą wiedzę stosować w praktyce. Absolwenci studiów astronomii II stopnia są przygotowani do podjęcia pracy w instytucjach astrofizycznych i meteorologicznych, obserwatoriach, planetariach, zespołach prowadzących obserwacje satelitarne i grupach naukowych realizujących międzynarodowe programy badawcze, a także do pracy w szkolnictwie (pod warunkiem uzyskania uprawnień pedagogicznych). Ponadto, studia przygotowują do kontynuacji edukacji w ramach szkół doktorskich.

Nauka, badania, infrastruktura

Główne kierunki badań naukowych w jednostce

Obserwatorium Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika jest częścią Wydziału Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej. Prowadzi badania naukowe w dziedzinie astrofizyki i kosmologii. Obejmują one prace w szerokim zakresie astronomii obserwacyjnej, jak przykładowo w zakresie astronomii optycznej: badanie komet i asteroid, gwiazd i kwazarów, a w dziedzinie radioastronomii: pól magnetycznych w galaktykach i gromadach galaktyk oraz morfologii radiogalaktyk. W zakresie astrofizyki wysokich energii bada się promieniowanie rentgenowskie oraz energetyczne promieniowanie gamma z kosmicznych akceleratorów cząstek. Wykonywane są także zaawansowane badania teoretyczne w dziedzinie kosmologii i fizyki zjawisk grawitacyjnych oraz prace modelowe wykorzystujące symulacje numeryczne w badaniach kosmicznej plazmy i akceleracji cząstek w obiektach astrofizycznych. Naukowcy swoje obserwacje prowadzą przy pomocy potężnych teleskopów, m.in. LOFAR – radiowych, SALT – optycznych, HESS – gamma. W badaniach Kosmosu prowadzonych na najwyższym światowym poziomie wykorzystują najnowocześniejsze metody, które oferuje współczesna fizyka oraz nowatorskie technologie.

Związek badań naukowych z dydaktyką

Prowadzone badania naukowe pozwalają na przekazywanie studentom wiedzy związanej z aktualnymi trendami w astrofizyce. W szczególności prowadzone badania wykorzystywane są w ramach wykładanych przedmiotów, szczególnie fakultatywnych i pracowni.

Opis infrastruktury niezbędnej do prowadzenia kształcenia

Obserwatorium Astronomiczne UJ „Fort Skała” w Krakowie posiada możliwości prowadzenia obserwacji astronomicznych optycznych i radiowych w oparciu o posiadane teleskopy. Ponadto ma bezpośredni dostęp do prowadzenia obserwacji i uzyskania profesjonalnych danych w innych obserwatoriach na świecie: SALT, HESS, LOFAR\POLIFAR, WERA oraz misji satelitarnych: Hitomi (ASTRO-H), ATHENA, JEM-EUSO, Fermi-LAT. Obserwatorium Astronomiczne oraz Wydział posiada studenckie laboratoria komputerowe wyposażone w komputery z systemem Windows oraz Linux połączone w sieć komputerową. Komputery posiadają oprogramowanie dedykowane do wizualizacji i analizy statystycznej danych (m. in. Origin), redukcji i analizy danych astronomicznych (m. in. MIDAS, IRAF, AIPS, CASA, CIAO), programowania symbolicznego (Mathematica). Ponadto w Obserwatorium i na Wydziale dostępne są nowoczesne sale wykładowe pozwalające na prowadzenie wykładów i ćwiczeń z wykorzystaniem metod audiowizualnych.

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 zagadnieniami astronomicznymi. Program przewiduje szereg przedmiotów obowiązkowych oraz całą gamę kursów nieobowiązkowych - fakultatywnych. Studenci mogą wybrać inne przedmioty fakultatywne niż te oferowane w planie studiów, takie które są prowadzone na Wydziale FAiS UJ - z wyjątkiem zajęć prowadzonych przez Sekcję nauczycielską FAiS. Ponadto, nie można zaliczać przedmiotów fakultatywnych przeznaczonych dla studentów studiów I stopnia. Do końca 4 semestru studiów studenci mają obowiązek uzyskać co najmniej 5 ECTS za przedmioty humanistyczne ogólnouniwersyteckie oraz zaliczyć co najmniej jeden przedmiot kierunkowy prowadzony w języku angielskim.

Liczba punktów ECTS

konieczna do ukończenia studiów	120
w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia	110
którą student musi uzyskać w ramach zajęć z zakresu nauki języków obcych	3
którą student musi uzyskać w ramach modułów realizowanych w formie fakultatywnej	36
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: 1568

Praktyki zawodowe

Wymiar, zasady i forma odbywania praktyk zawodowych

Nie przewiduje się praktyk zawodowych.

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	Nazwa	PRK
AST_K2_W01	Absolwent zna i rozumie / posiada poszerzoną wiedzę z matematyki oraz fizyki pozwalającą na posługiwanie się metodami i pojęciami właściwymi dla astronomii i astrofizyki	P7U_W, P7S_WG
AST_K2_W02	Absolwent zna i rozumie metody budowy modeli matematycznych w astronomii i astrofizyce, oraz zasady ich weryfikacji w oparciu o dane obserwacyjne	P7U_W, P7S_WG
AST_K2_W03	Absolwent zna i rozumie / posiada zaawansowaną wiedzę z zakresu metod obliczeniowych właściwych dla astronomii i astrofizyki	P7U_W, P7S_WG
AST_K2_W04	Absolwent zna i rozumie / posiada pogłębioną wiedzę z zakresu astronomii i astrofizyki, w tym z mechaniki nieba, kosmologii, fizyki ośrodka międzygwiazdowego i astronomii pozagalaktycznej, pozwalającą na rozpoczęcie pracy badawczej	P7U_W, P7S_WG
AST_K2_W05	Absolwent zna i rozumie / posiada dobrą orientację w aktualnych kierunkach rozwoju astronomii i astrofizyki	P7U_W, P7S_WG
AST_K2_W06	Absolwent zna i rozumie / ma poszerzoną wiedzę z zakresu budowy, działania i zastosowania instrumentów astronomicznych	P7U_W, P7S_WG
AST_K2_W07	Absolwent zna i rozumie współczesne techniki doświadczalne i obserwacyjne oraz zasady planowania obserwacji w astronomii	P7U_W, P7S_WG
AST_K2_W08	Absolwent zna i rozumie / posiada wiedzę z zakresu BHP oraz znajomość regulacji prawnych umożliwiającą odpowiedzialne stosowanie nabytej wiedzy w pracy zawodowej	P7U_W, P7S_WK
AST_K2_W09	Absolwent zna i rozumie/posiada podstawową wiedzę dotyczącą uwarunkowań etycznych i prawnych związanych z pracą naukową i działalnością dydaktyczną	P7U_W, P7S_WK

Umiejętności

Kod	Nazwa	PRK
AST_K2_U01	Absolwent potrafi / posiada umiejętności pozwalające na korzystanie z literatury fachowej, baz danych oraz innych źródeł informacji w celu pozyskania niezbędnych informacji oraz podstawową zdolność oceny rzetelności pozyskanych informacji	P7U_U, P7S_UW
AST_K2_U02	Absolwent potrafi / posiada umiejętność samodzielnego planowania i wykonywania badań teoretycznych i/lub eksperymentalnych w ramach swojej specjalności oraz krytycznej oceny wyników tych badań	P7U_U, P7S_UW
AST_K2_U03	Absolwent potrafi przedstawić wyniki badań własnych w postaci samodzielnie przygotowanego eseju lub referatu zawierającego opis i uzasadnienie celu pracy, przyjętą metodologię, wyniki oraz ich znaczenie na tle innych podobnych badań	P7U_U, P7S_UW
AST_K2_U04	Absolwent potrafi odnieść zdobytą wiedzę do pokrewnych dyscyplin naukowych oraz pracować w zespołach interdyscyplinarnych	P7U_U, P7S_UW, P7S_UO
AST_K2_U05	Absolwent 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	P7U_U, P7S_UW, P7S_UK
AST_K2_U06	Absolwent potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia	P7U_U, P7S_UW, P7S_UU

Kod	Nazwa	PRK
AST_K2_U07	Absolwent potrafi samodzielnie przeanalizować niektóre złożone zagadnienia fizyczne oraz astronomiczne poczynając od precyzyjnego sformułowania problemu, wskazania sposobu rozwiązania i uzyskania ostatecznego rezultatu	P7U_U, P7S_UW
AST_K2_U08	Absolwent potrafi umiejętnie stosować wiedzę matematyczną do formułowania, analizowania oraz rozwiązywania zadań problemowych z fizyki i astronomii	P7U_U, P7S_UW
AST_K2_U09	Absolwent potrafi przygotowywać opracowania oraz prace pisemne dotyczące szczegółowych zagadnień astronomicznych lub fizycznych, w języku polskim lub/i angielskim	P7U_U, P7S_UW, P7S_UK
AST_K2_U10	Absolwent potrafi przygotowywać wystąpienia ustne dotyczące szczegółowych zagadnień astronomicznych lub astrofizycznych w języku polskim lub/i angielskim	P7U_U, P7S_UK
AST_K2_U11	Absolwent potrafi / zna język angielski (na poziomie B2+) w stopniu niezbędnym do posługiwania się specjalistyczną, bieżącą literaturą fachową w zakresie astronomii i nauk pokrewnych	P7U_U, P7S_UK

Kompetencje społeczne

Kod	Nazwa	PRK
AST_K2_K01	Absolwent jest gotów do / ma świadomość nieustannej potrzeby poszerzania i uaktualniania swojej wiedzy oraz umiejętności z zakresu współczesnej astronomii i astrofizyki	P7U_K, P7S_KK
AST_K2_K02	Absolwent jest gotów do / potrafi pracować w grupie; rozumie sens systematycznej pracy nad projektami o charakterze długofalowym	P7U_K, P7S_KO
AST_K2_K03	Absolwent jest gotów do / potrafi formułować pytania służące poszerzeniu i uzupełnieniu własnego zrozumienia danego zagadnienia	P7U_K, P7S_KK
AST_K2_K04	Absolwent jest gotów do / potrafi odpowiednio zdefiniować priorytety służące terminowej i rzetelnej realizacji określonego przez siebie lub innych zadania	P7U_K, P7S_KR
AST_K2_K05	Absolwent jest gotów do / rozumie i przestrzega uczciwości intelektualnej we własnym działaniu i u osób drugih	P7U_K, P7S_KR
AST_K2_K06	Absolwent jest gotów do / rozumie potrzebę popularyzacji osiągnięć współczesnej astronomii	P7U_K, P7S_KR

Plany studiów

Każdy student ma obowiązek zrealizować przynajmniej jeden przedmiot prowadzony w j. angielskim. Ponadto, do końca 4 semestru studiów studenci mają obowiązek uzyskać co najmniej 5 ECTS za przedmioty humanistyczne lub społeczne ogólnouniwersyteckie. Zaliczenia "Pracowni magisterskiej I" dokonuje promotor, natomiast zaliczenie "Pracowni magisterskiej II" odbywa się po uzyskaniu przez studenta pozytywnej oceny pracy magisterskiej. Kierownik studiów może zdecydować, że w danym roku akademickim niektóre przedmioty będą zrealizowane w innym semestrze niż zaplanowano.

Semestr 1

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	
Mechanizmy promieniowania	60	6,0	egzamin	O
Astronomia gwiazdowa i pozagalaktyczna I	60	6,0	egzamin	O
Mechanika nieba I	60	5,0	egzamin	O
Wnętrza gwiazd	60	6,0	egzamin	O
Seminarium I	30	2,0	zaliczenie	O
J. angielski	30	1,0	zaliczenie	O
Szkolenie BHK	4	0,0	zaliczenie	O
Ochrona własności intelektualnej II	4	1,0	zaliczenie	O
Laboratorium dyfuzyjnej plazmy kosmicznej	60	4,0	zaliczenie	F
Przedmiot humanistyczny lub społeczny	60	5,0	zaliczenie	O

Semestr 2

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	
Wstęp do astrofizyki wysokich energii	60	5,0	egzamin	O
Seminarium II	30	2,0	zaliczenie	O
Wykład specjalistyczny I	30	3,0	zaliczenie	O
J. angielski	30	2,0	egzamin	O
Astronomia gwiazdowa i pozagalaktyczna II	60	7,0	egzamin	F
Symulacje komputerowe	60	6,0	zaliczenie	F
Mechanika nieba II	60	6,0	egzamin	F
Współczesne metody obserwacji w astrofizyce	60	5,0	egzamin	F

Semestr 3

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

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	
Współczesna kosmologia	60	6,0	egzamin	O
Fizyka ośrodka międzygwiazdowego	60	4,0	egzamin	O
Seminarium III	30	3,0	zaliczenie	O
Wykład specjalistyczny II	30	3,0	zaliczenie	O
Wykład specjalistyczny III	30	3,0	zaliczenie	O
Pracownia magisterska I	210	7,0	zaliczenie	O
Wykład monograficzny (Czarne dziury)	30	3,0	zaliczenie	F
Wykład monograficzny	30	3,0	zaliczenie	F

Semestr 4

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	
Seminarium IV	30	3,0	zaliczenie	O
Wykład monograficzny (Gravitational lensing)	30	3,0	egzamin	O
Wykład specjalistyczny IV	30	3,0	zaliczenie	O
Pracownia magisterska II	210	10,0	zaliczenie	O
Wykład monograficzny (Elements of observational cosmology)	30	3,0	egzamin	F

O - obowiązkowy
F - fakultatywny

Sylabusy

Nazwa przedmiotu Pracownia magisterska II		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie	
Kierunek studiów astronomia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 4
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć pracownia: 210	Liczba punktów ECTS 10	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Astronomia

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zaliczona Pracownia magisterska I.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	zagadnienia z zakresu astronomii i astrofizyki, w tym z mechaniki nieba, kosmologii, fizyki ośrodka międzygwiazdowego i astronomii pozagalaktycznej, pozwalające na rozpoczęcie pracy badawczej.	AST_K2_W04
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	korzystać z literatury fachowej, baz danych oraz innych źródeł informacji w celu pozyskania niezbędnych informacji oraz potrafi ocenić rzetelność pozyskanych informacji.	AST_K2_U01
U2	potrafi samodzielnie planować i wykonywać badania teoretyczne i/lub eksperymentalne w ramach swojej specjalności oraz krytycznie oceniać wyniki tych badań.	AST_K2_U02
U3	przedstawić wyniki badań własnych w postaci samodzielnie przygotowanego eseju lub referatu zawierającego opis i uzasadnienie celu pracy, przyjętą metodologię, wyniki oraz ich znaczenie na tle innych podobnych badań.	AST_K2_U03
U4	samodzielnie przeanalizować niektóre złożone zagadnienia fizyczne oraz astronomiczne poczynając od precyzyjnego sformułowania problemu, wskazania sposobu rozwiązania i uzyskania ostatecznego rezultatu.	AST_K2_U07
U5	przygotowywać opracowania oraz prace pisemne dotyczące szczegółowych zagadnień astronomicznych lub fizycznych, w języku polskim lub/i angielskim.	AST_K2_U09
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		

K1	odpowiedniego zdefiniowania priorytetów służących terminowej i rzetelnej realizacji określonego przez siebie lub innych zadania.	AST_K2_K04
K2	przestrzegania zasad uczciwości intelektualnej we własnym działaniu i jest gotów oceniać uczciwość postępowania osób drugih.	AST_K2_K05

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Student realizuje pod opieką promotora badania naukowe zgodnie z wybraną tematyką pracy dyplomowej. W ramach zajęć student powinien przeprowadzić odpowiednie prace badawcze, opracować i przeanalizować uzyskane wyniki, odnieść uzyskane rezultaty do podobnych badań prezentowanych w literaturze naukowej oraz przedstawić odpowiednie wnioski swojej pracy.	W1, U1, U2, U3, U4, U5, K1, K2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

analiza tekstów, metoda projektów, dyskusja, ćwiczenia laboratoryjne, udział w badaniach, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
pracownia	zaliczenie	Uzyskanie pozytywnej oceny wystawionej przez promotora. Ocenę wystawia się na podstawie przedstawionej przez studenta pracy dyplomowej. Złożenie ostatecznej wersji pracy dyplomowej w sekretariacie OAUJ oraz odpowiednich elektronicznych bazach danych UJ w terminie przewidzianym regulaminem studiów UJ oraz odpowiednimi rozporządzeniami Rektora/Dziekana.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
pracownia	210
przygotowanie pracy dyplomowej	90
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 300
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 210

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	zaliczenie
W1	x
U1	x
U2	x
U3	x
U4	x
U5	x
K1	x
K2	x

Nazwa przedmiotu Symulacje komputerowe		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie	
Kierunek studiów astronomia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 2
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 15, ćwiczenia: 45	Liczba punktów ECTS 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Astronomia

Wymagania wstępne i dodatkowe

Podstawowa znajomość języka programowania (najlepiej C).

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
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	Student zna i rozumie sposoby numerycznego rozwiązywania typowych równań różniczkowych. Zna sposoby analizy schematów numerycznych pod kątem ich stosowalności do określonych równań. Zna typowe problemy spotykane w praktyce numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych.	AST_K2_W03

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

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie	obecność na zajęciach
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	aktywność na zajęciach, prezentacja własnego projektu obliczeniowego

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	15
ćwiczenia	45
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	60
przygotowanie projektu	40
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 160
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	zaliczenie	zaliczenie na ocenę
W1	x	x

Nazwa przedmiotu Wstęp do astrofizyki wysokich energii		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	
Kierunek studiów astronomia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 2
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 5	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Astronomia
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Wymagania wstępne i dodatkowe

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

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
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	Student 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 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.	AST_K2_W01, AST_K2_W02, AST_K2_W05, AST_K2_W07
Umiejętności - Student potrafi:		

U1	Student 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.	AST_K2_U05, AST_K2_U07, AST_K2_U08
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:		
K1	formułowania pytań służących poszerzeniu i uzupełnieniu własnego zrozumienia danego zagadnienia.	AST_K2_K03

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:

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

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

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć 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
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 150
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia			
	zaliczenie na ocenę	prezentacja	egzamin pisemny / ustny	wyniki badań
W1	x	x	x	x
U1	x	x	x	x
K1		x		x

Nazwa przedmiotu Wykład specjalistyczny IV		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie	
Kierunek studiów astronomia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 4
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30	Liczba punktów ECTS 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Astronomia
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Wymagania wstępne i dodatkowe

podstawowe wiadomości z rachunku tensorowego, znajomość ogólnej teorii względności w zakresie kursu na III roku, geometria czasoprzestrzeni Robertsona-Walkera, własności kosmicznej materii i promieniowania reliktowego na podstawie wykładu specjalistycznego III

Cele kształcenia dla przedmiotu

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

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
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	AST_K2_W01, AST_K2_W02, AST_K2_W03, AST_K2_W04, AST_K2_W05, AST_K2_W09
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	potrafi wyjaśnić pochodzenie pierwiastków chemicznych we Wszechświecie, zwłaszcza ilość helu i dlaczego we wczesnym Wszechświecie nie powstały pierwiastki ciężkie	AST_K2_U01, AST_K2_U02, AST_K2_U03, AST_K2_U04, AST_K2_U05, AST_K2_U06, AST_K2_U07, AST_K2_U08, AST_K2_U09
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		

K1	jest gotów wyjaśnić laikowi dlaczego aktualny Wszechświat został uformowany na samym początku swojej ewolucji	AST_K2_K01, AST_K2_K03, AST_K2_K04, AST_K2_K05, AST_K2_K06
----	---	--

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Definicja wczesnego Wszechświata (3 warunki). 2. Klasyfikacja er wczesnego Wszechświata, pojęcie historii termicznej. 3. Skala Plancka i era kwantowej grawitacji. 4. Era wielkiej unifikacji, idea inflacji i powstania asymetrii baronowej. 5. Era: kwarkowo-gluonowa i bozonów pośredniczących. 6. Era hadronowa i powstanie nukleonów. 7. Era leptonowa. 8. Era radiacyjna i wpływ ciemnej materii na długość tej ery. 9. Epoka rekombinacji i fizyczny przebieg procesu rekombinacji wodoru. 10. Wprowadzenie do pierwotnej nukleosyntezy, ogólne informacje o reakcjach termojądrowych, reakcje termojądrowe w gwiazdach. 11. Przebieg pierwotnej nukleosyntezy helu. 12. Pierwotna nukleosynteza cięższych pierwiastków, obecna obfitość pierwiastków. 13. Problemy standardowej kosmologii: horyzontu, wieku i jednorodności. 14. Horyzonty kosmologiczne. 15. Akceleracja Wszechświata i możliwe jej wyjaśnienia: ciemna energia, niejednorodność rozmieszczenia materii oraz modyfikacja równań Einsteina. 16. Paradoks Olbersa.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny

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

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
przygotowanie do egzaminu	60
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 90
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	zaliczenie na ocenę
W1	x
U1	x
K1	x

Nazwa przedmiotu Wnętrza gwiazd		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	
Kierunek studiów astronomia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 1
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Astronomia
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Wymagania wstępne i dodatkowe

znajomość podstaw fizyki (mechanika, termodynamika, fizyka statystyczna, fizyka jądrowa), podstawy teorii pola grawitacyjnego

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem przedmiotu jest zapoznanie się z procesami zachodzącymi we wnętrzach gwiazd.
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	podstawowe procesy zachodzące w wnętrzach gwiazdach.	AST_K2_W01, AST_K2_W02, AST_K2_W04
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	wyjaśnić strukturę gwiazdy i zachodzące w jej wnętrzu procesy	AST_K2_U07, AST_K2_U08
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	formułować pytania dotyczące astrofizyki wnętrza gwiazd	AST_K2_K03

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Równania ewolucji gwiazd	W1, U1, K1
2.	2. Fizyka gazu promieniowania we wnętrzach gwiazdowych	W1, U1, K1
3.	3. Procesy jądrowe w gwiazdach	W1, U1, K1
4.	4. Proste modele równowagowych konfiguracji gwiazdowych	W1, U1, K1
5.	5. Stabilność gwiazd	W1, U1, K1
6.	6. Ewolucja gwiazd	W1, U1, K1
7.	7. Egzotyczne gwiazdy: pulsary, czarne dziury	W1, U1, K1
8.	8. Cykle gwiazdowe	W1, U1, K1
9.	9. Problem ciemnej materii w galaktykach	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, rozwiązywanie zadań

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	pozytywna ocena z egzaminu
ćwiczenia	zaliczenie pisemne, projekt	pozytywna ocena z projektu i kolokwium

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie projektu	30
rozwiazywanie zadań	90
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 180
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia		
	egzamin pisemny	zaliczenie pisemne	projekt
W1	x	x	x
U1	x	x	x
K1	x	x	x

Nazwa przedmiotu Mechanika nieba II		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	
Kierunek studiów astronomia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 2
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Astronomia
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Wymagania wstępne i dodatkowe

Znajomość podstaw fizyki ogólnej oraz aparatu matematycznego przewidywanego tokiem studiów I stopnia w zakresie nauk ścisłych. Znajomość zagadnień z kursu Mechanika Nieba I.

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem wykładu jest przypomnienie/uporządkowanie podstawowych pojęć i zagadnień z mechaniki ogólnej, grawitacji newtonowskiej oraz pierwszego semestru Mechaniki Nieba I, a następnie ich uogólnianie i komplikowanie. Poznanie nowych metod opisu i rozwiązywanie coraz bardziej skomplikowanych układów (ciała rozciągłe izolowane i oddziaływujące). Studenci powinni nabyć zdolności rozróżniania i interpretowania podstawowych faktów i zjawisk mechaniki nieba w ujęciu newtonowskim 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
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	zagadnienia z matematyki oraz fizyki pozwalającą na posługiwanie się metodami i pojęciami właściwymi dla Mechaniki Nieba.	AST_K2_W01
W2	metody budowy modeli matematycznych w Mechanice Nieba oraz zasady ich weryfikacji w oparciu o dane obserwacyjne.	AST_K2_W02
W3	zagadnienia z zakresu Mechaniki Nieba pozwalającą na rozpoczęcie pracy badawczej.	AST_K2_W04
Umiejętności - Student potrafi:		

U1	samodzielnie przeanalizować niektóre złożone zagadnienia fizyczne Mechaniki Nieba poczynając od precyzyjnego sformułowania problemu, wskazania sposobu rozwiązania i uzyskania ostatecznego rezultatu.	AST_K2_U07
U2	umiejętnie stosować wiedzę matematyczną do formułowania, analizowania oraz rozwiązywania zadań problemowych z Mechaniki Nieba.	AST_K2_U08
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:		
K1	formułowania pytań służących poszerzeniu i uzupełnieniu własnego zrozumienia danego zagadnienia.	AST_K2_K03
K2	odpowiedniego definiowania priorytetów służących terminowej i rzetelnej realizacji określonego przez siebie lub innych zadania.	AST_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Tematyka zajęć obejmuje następujące zagadnienia: 1. Figury równowagi i potencjał grawitacyjny ciał rozciągniętych. 2. Ciała ciekłe w zewnętrznym polu grawitacyjnym. 3. Ruch Księżyca. 4. Wybrane zagadnienia mechaniki nieba w zastosowaniach współczesnej astrofizyki.	W1, W2, W3, U1, U2, K1, K2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium, burza mózgów, wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, rozwiązywanie zadań

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	Warunkiem przystąpienia do egzaminu jest uzyskanie zaliczenia z 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	Ćwiczenia uznaje się za zaliczone jeśli student uzyska zaliczenie co najmniej na ocenę 3.0. Obecność na ćwiczeniach obowiązkowa.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	60
przygotowanie do egzaminu	20
przygotowanie się do sprawdzianu zaliczeniowego	10
uczestnictwo w egzaminie	1

Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 151
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
W2	x	x
W3	x	x
U1	x	x
U2	x	x
K1		x
K2		x

Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej

KARTA OPISU PRZEDMIOTU

Wykład monograficzny (Elements of observational cosmology)

Nazwa przedmiotu Wykład monograficzny (Elements of observational cosmology)		
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Wykład monograficzny (Elements of observational cosmology)		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	
Kierunek studiów astronomia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 4
Języki wykładowe Angielski	Obligatoryjność fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30	Liczba punktów ECTS 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Astronomia
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Wymagania wstępne i dodatkowe

Wymagana komunikatywna znajomość angielskiego; znajomość podstaw fizyki, astronomii, analizy matematycznej na poziomie przewidywanym dla absolwentów I stopnia studiów fizyki lub astronomii; możliwe wyjątki w przypadku zainteresowanych studentów wyższych lat z innych wydziałów. Obecność na zajęciach: pożądana, ale nie obowiązkowa.

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem kursu jest zapoznanie studentów z podstawowymi pojęciami z zakresu kosmologii obserwacyjnej i dostarczenie im podstawowej wiedzy teoretycznej, pozwalającej na powiązanie obserwacji z najpopularniejszymi teoriami i modelami kosmologicznymi.
----	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	absolwent zna i rozumie podstawowe metody, stosowane we współczesnej kosmologii obserwacyjnej, podstawowe modele i scenariusze teoretyczne, tłumaczące obserwacje struktury wielkoskalowej Wszechświata i elementów jej budowy oraz podstawowe problemy, na których rozwiązane są współczesne programy obserwacyjne.	AST_K2_W01, AST_K2_W02, AST_K2_W04, AST_K2_W05, AST_K2_W07
Umiejętności - Student potrafi:		

U1	zastosować zdobytą wiedzę w celu krytycznej analizy współczesnej literatury przedmiotu oraz planowania własnych prac badawczych z zakresu kosmologii obserwacyjnej.	AST_K2_U01, AST_K2_U02, AST_K2_U04, AST_K2_U06, AST_K2_U07, AST_K2_U08, AST_K2_U11
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	absolwent rozumie specyfikę współczesnych projektów opartych na zbieraniu dużych ilości danych i konieczność dobrze zorganizowanej pracy w zespole, terminowości i solidności.	AST_K2_K01, AST_K2_K02, AST_K2_K03

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Ciemna Materia.	W1, U1, K1
2.	Ciemna Energia.	W1, U1, K1
3.	Historia aktywności gwiazdotwórczej we Wszechświecie.	W1, U1, K1
4.	Materia międzygalaktyczna.	W1, U1, K1
5.	Aktywne jądra galaktyk.	W1, U1, K1
6.	Funkcja jasności galaktyk.	W1, U1, K1
7.	CMB i efekt Sunyaeva-Zeldowicza	W1, U1, K1
8.	Struktura wielkoskalowa Wszechświata.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

analiza tekstów, wykład konwencjonalny, wykład konwersatoryjny, wykład z prezentacją multimedialną, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	Zaliczenie egzaminu ustnego: udzielenie poprawnej odpowiedzi na pytania z zakresu tematycznego wykładu w sposób wykazujący zrozumienie przedmiotu.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
uczestnictwo w egzaminie	1
przygotowanie do egzaminu	9
studiowanie literatury wskazanej przez prowadzącego zajęcia	25

samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	25
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 90
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	egzamin ustny
W1	x
U1	x
K1	x

Nazwa przedmiotu Wykład monograficzny (Czarne dziury)		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie	
Kierunek studiów astronomia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 3
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30	Liczba punktów ECTS 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Astronomia
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Wymagania wstępne i dodatkowe

Znajomość podstaw ogólnej teorii względności Einsteina.

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem kształcenia jest zapoznanie studentów ze ścisłymi rozwiązaniami równań Einsteina opisującymi czarne dziury.
----	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	student wie czym są czarne dziury.	AST_K2_W01
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	opisać matematycznie różne właściwości czarnych dziur.	AST_K2_U01
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	samodzielnego wyszukania potrzebnych informacji.	AST_K2_K01

Treści programowe

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

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie	Obecność na wykładzie.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
przygotowanie do zajęć	60
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 90
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	zaliczenie
W1	x
U1	x
K1	x

Nazwa przedmiotu Ochrona własności intelektualnej II		
Klasyfikacja ISCED 0421 Prawo	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie	
Kierunek studiów astronomia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 1
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć szkolenie: 4	Liczba punktów ECTS 1	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Nauki prawne

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Prezentowanie studentowi podstawowych zagadnień związanych z prawem własności intelektualnej.
----	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	podstawowe instytucje prawa własności intelektualnej, w tym w szczególności prawa autorskiego	AST_K2_W08
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	wskazać chronione prawem własności intelektualnej dobra niematerialne	AST_K2_U01
U2	ocenić, czy dany sposób korzystania z dobra niematerialnego jest legalny	AST_K2_U01
U3	posługiwać się prawem cytatu	AST_K2_U01
U4	zredagować prostą umowę	AST_K2_U01
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	prowadzenia działalności gospodarczej, zawodowej, społecznej opartej na wykorzystywaniu dóbr własności intelektualnej	AST_K2_K05

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Prawo autorskie – pojęcie utworu, podmiot prawa, autorskie prawa osobiste, treść autorskich praw majątkowych, dozwolony użytek (w tym prawo cytatu), ochrona programu komputerowego, umowy, środki ochrony cywilnoprawnej, prawa pokrewne	W1, U1, U2, U3, K1
2.	Prawo znaków towarowych – pojęcie znaku, bezwzględne i względne przesłanki rejestracji, treść i ograniczenia prawa ochronnego na znak towarowy.	W1, U1, U2, K1
3.	Prawo patentowe - przesłanki patentowalności, podmiot prawa (twórczość pracownicza), treść i ograniczenia patentu, umowy, środki ochrony cywilnoprawnej, postępowanie zgłoszeniowe przed UPRP	W1, U1, U2, K1
4.	Prawo wzorów przemysłowych - pojęcie wzoru, treść prawa do wzoru, wspólnotowy wzór przemysłowy	W1, U1, U2, K1
5.	Pozostałe prawa własności intelektualnej (wzmianka)	W1, U1
6.	Podstawowe informacje dotyczące redakcji umowy dotyczącej prawa własności intelektualnej	W1, U4, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwersatoryjny, wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, analiza przypadków, rozwiązywanie zadań

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
szkolenie	zaliczenie	udział w zajęciach

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
szkolenie	4
przygotowanie do zajęć	8
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	10
konsultacje	4
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 26
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 4

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	zaliczenie
W1	x
U1	x
U2	x
U3	x
U4	x
K1	x

Nazwa przedmiotu Wykład specjalistyczny II		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie	
Kierunek studiów astronomia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 3
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30	Liczba punktów ECTS 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Astronomia

Wymagania wstępne i dodatkowe

obecność obowiązkowa

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem wykładu jest zapoznanie studenta z najnowszą wiedzą dotyczącą fizyki Słońca
----	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	student zna i rozumie procesy fizyczne zachodzące na Słońcu. Student zna aktualne kierunki rozwoju badań nad Słońcem i najbliższym otoczeniem naszej planety,	AST_K2_W04, AST_K2_W05
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	student potrafi mówić o złożonych zagadnieniach dotyczących fizyki słońca i jego aktywności	AST_K2_U05
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	student jest gotów do poszerzania i uaktualniania swojej wiedzy oraz umiejętności z zakresu współczesnej astrofizyki i wie jak tę wiedzę poszerzać	AST_K2_K01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Na wykładzie prezentowany są wszystkie zagadnienie dotyczące procesów fizycznych na Słońcu: - wewnątrz Słońca (budowa, produkcja energii, heliosejsmologia) -atmosfera słoneczna (budowa atmosfery słonecznej, zjawiska fizyczne obserwowane na Słońcu, transport energii) -aktywność słoneczna (magnetyzm Słońca, cykl aktywności słonecznej, prognozowanie aktywności słonecznej) -wpływ Słońca na ziemską magnetosferę (koronalne wyrzuty masy, rozbłyski, burze geomagnetyczne)	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład z prezentacją multimedialną

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie ustne, zaliczenie na ocenę	egzamin ustny

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
przygotowanie do egzaminu	60
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 90
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	zaliczenie ustne	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x
K1	x	x

Nazwa przedmiotu Wykład monograficzny		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie	
Kierunek studiów astronomia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 3
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30	Liczba punktów ECTS 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Astronomia
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Wymagania wstępne i dodatkowe

znajomość podstaw fizyki (mechanika klasyczna, mechanika, termodynamika, OTW)

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów ze współczesnymi nurtami i problemami kosmologii relatywistycznej.
----	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	współczesny nurt kosmologii i jej problemy	AST_K2_W04, AST_K2_W05
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	ocenić znaczenie współczesnych badań kosmologicznych.	AST_K2_U01, AST_K2_U05

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Obserwacyjne podstawy kosmologii relatywistycznej 2. Wprowadzenie do OTW 3. Modele kosmologiczne FRW 4. Termodynamika w ekspandującym Wszechświecie 5. Inflacja kosmologiczna 6. Proces pierwotnej nukleosyntezy i rozpowszechnienie pierwiastków lekkich we Wszechświecie 7. Kosmografia, podstawowe obserwable kosmologiczne 8. Standardowy Model kosmologiczny 9. Obserwacje mikrofalowego promieniowania tła 10. Formowanie się wielkoskalowych struktur we Wszechświecie 11. Współczesne możliwości obserwacyjne kosmologii 12. Testowanie modeli kosmologicznych poprzez obserwacje astronomiczne 13. Metody bayerowskie w testowanie i selekcji modeli kosmologicznych akcelerującego Wszechświata.	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie	aktywne uczestnictwo w zajęciach

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	60
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 90
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	zaliczenie
W1	x
U1	x

Nazwa przedmiotu Mechanizmy promieniowania		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	
Kierunek studiów astronomia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 1
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Astronomia
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Wymagania wstępne i dodatkowe

zaliczony kurs Elektrodynamiki i Radioastronomii I

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	posiada poszerzoną wiedzę z matematyki oraz fizyki pozwalającą na posługiwanie się metodami i pojęciami właściwymi dla astronomii i astrofizyki	AST_K2_W01
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	k_U01 Posiada umiejętności pozwalające na korzystanie z literatury fachowej, baz danych oraz innych źródeł informacji w celu pozyskania niezbędnych informacji oraz podstawową zdolność oceny rzetelności pozyskanych informacji	AST_K2_U01
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	k_K01	AST_K2_K01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Makroskopowy opis propagacji promieniowania	W1, U1, K1
2.	Elektrodynamiczna teoria promieniowania	W1, U1, K1
3.	Oddziaływanie wysokoenergetycznych cząstek z materia.	W1, U1, K1
4.	Elementarny wstęp do podstawowych efektów plazmowych	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwersatoryjny, dyskusja, ćwiczenia przedmiotowe, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	zaliczenie ćwiczeń i egzaminu
ćwiczenia	zaliczenie	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
uczestnictwo w egzaminie	2
przygotowanie do egzaminu	40
przygotowanie do ćwiczeń	40
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	38
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 180
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	zaliczenie
W1	x	x
U1	x	x
K1	x	x

Nazwa przedmiotu Współczesna kosmologia		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	
Kierunek studiów astronomia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 3
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Astronomia
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Wymagania wstępne i dodatkowe

Znajomość podstaw ogólnej teorii względności.

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem kształcenia jest zapoznanie studentów z zaawansowanym aparatem matematycznym używanym w kosmologii.
----	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	zaawansowane pojęcia matematyczne wykorzystywane w kosmologii: pchnięcie, odwzorowanie wsteczne, stałe strukturalne, grupy Liego, pochodna Liego.	AST_K2_W01
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	rozwiązywać problemy z zakresu matematycznej kosmologii.	AST_K2_U01
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	samodzielnego wyszukania potrzebnych informacji.	AST_K2_K01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Przestrzenna jednorodność czasoprzestrzeni. 2. Isotropowość przestrzenna czasoprzestrzeni. 3. Izometria. 4. Dyfeomorficzności różniczkowalności. 5. Gładkość odwzorowania pomiędzy różniczkowalnościami. 6. Pchnięcie i odwzorowanie wsteczne (push-forward i pull-back). 7. Działanie pchnięcia na tensory o dowolnej walencji. 8. Wyprowadzenie postaci metryki RW. 9. Postać tensora energii pędu w kosmologii. 10. Równania Friedmanna. 11. Na czym polega problem z definicją osobliwości w OTW? 12. Definicja osobliwej czasoprzestrzeni. 13. Czasoprzestrzenie nierozszerzalne. 14. Twierdzenie o osobliwościach (i definicje pojęć w nim występujących). 15. Silny warunek energetyczny i pozostałe warunki energetyczne. 16. Funkcja czasu. 17. Pochodna Liego. 18. Poła Killinga. 19. Związek przesunięcia ku czerwieni z czynnikiem skali w modelach RW. 20. Stała Hubble'a. 21. Horyzont cząstek. 22. Parametry kosmologiczne. 23. Jak rozwiązywać równania Friedmanna? 24. Obserwacje supernowych i odległość jasnościowa. 25. Anizotropie promieniowania tła i krzywizna Wszechświata. 26. Model LT. 27. Relatywistyczny deficyt masy. 28. Rozwiązania: Einstein-Straus i swiss-cheese. 29. Modele Bianchi (klasyfikacja, itp.). 30. Wszechświat Goedla.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

burza mózgów, dyskusja, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia przedmiotowe, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	Ocena z egzaminu 3 lub więcej.
ćwiczenia	zaliczenie	Aktywność na ćwiczeniach, obecności.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
uczestnictwo w egzaminie	1
przygotowanie do ćwiczeń	100
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 161
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie
W1	x	x
U1	x	x
K1		x



Nazwa przedmiotu Astronomia gwiazdowa i pozagalaktyczna I		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	
Kierunek studiów astronomia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 1
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Astronomia
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z zagadnieniami dotyczącymi budowy, kinematyki oraz dynamiki Drogi Mlecznej, oraz odniesienie tej wiedzy do innych galaktyk.
----	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	student zna metody tworzenia modeli teoretycznych dotyczących budowy i dynamiki Drogi Mlecznej, oraz zasady ich weryfikacji w oparciu o dane obserwacyjne	AST_K2_W02
W2	student posiada pogłębioną wiedzę z zakresu fizyki ośrodka międzygwiazdowego i astronomii pozagalaktycznej, pozwalającą na rozpoczęcie pracy badawczej	AST_K2_W04
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	student posiada umiejętności pozwalające na korzystanie z literatury fachowej, baz danych oraz innych źródeł informacji w celu pozyskania niezbędnych informacji	AST_K2_U01
U2	samodzielnie przeanalizować złożone zagadnienia związane z dynamiką i kinematyką układów gwiazdowych poczynając od precyzyjnego sformułowania problemu, wskazania sposobu rozwiązania i uzyskania ostatecznego rezultatu	AST_K2_U07
U3	umiejętnie stosować wiedzę matematyczną do formułowania, analizowania oraz rozwiązywania zadań problemowych dotyczących grupowych własności (rozkład, kinematyka, dynamika) gwiazd oraz ośrodka międzygwiazdowego	AST_K2_U08

Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:

K1	formułować pytania służące poszerzeniu i uzupełnieniu własnego zrozumienia własności Galaktyki	AST_K2_K03
----	--	------------

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Układy współrzędnych i ich zmiany, pozycje, ruchy własne i prędkości gwiazd.	W1, W2, U1, U2, U3, K1
2.	Metody mierzenia odległości w Galaktyce i Wszechświecie.	W1, W2, U1, U2, U3, K1
3.	Fundamentalne równanie rozkładu gwiazd.	W1, W2, U1, U2, U3, K1
4.	Metody otrzymywania funkcji jasności gwiazd. Początkowe funkcje jasności i masy gwiazd.	W1, W2, U1, U2, U3, K1
5.	Wpływ rotacji dysku galaktycznego na ruchy własne i prędkości radialne gwiazd. Elipsoidalność prędkości i asymetria dużych prędkości własnych gwiazd.	W1, W2, U1, U2, U3, K1
6.	Wielkoskalowy rozkład gwiazd OB i gromad otwartych. Wielkoskalowy rozkład gromad kulistych, gwiazd RR Lyr i cefeid. Metody wyznaczania odległości do gromad kulistych, ich rozkład i funkcja jasności.	W1, W2, U1, U2, U3, K1
7.	Rotacja różnicowa Galaktyki, wyprowadzenie i wyznaczanie wartości stałych Oorta. Krzywa rotacji Galaktyki.	W1, W2, U1, U2, U3, K1
8.	Podsystemy galaktyczne i populacje gwiazdowe.	W1, W2, U1, U2, U3, K1
9.	Fizyka ośrodka międzygwiazdowego: obserwacje, skład, ewolucja i modele.	W1, W2, U1, U2, U3, K1
10.	Fundamentalne równanie dynamiki gwiazd.	W1, W2, U1, U2, U3, K1
11.	Czas charakterystyczny potrzebny aby system osiągnął stan stacjonarny, bliskie przejścia gwiazd i relaksacja systemu gwiazd.	W1, W2, U1, U2, U3, K1
12.	Orbity epicykliczne i elipsoidalność prędkości.	W1, W2, U1, U2, U3, K1
13.	Rozkład masy w Galaktyce.	W1, W2, U1, U2, U3, K1
14.	Powstawanie struktury spiralnej w dysku galaktycznym. Etapy wprowadzania równań spiralnej fali gęstości. Modele struktury spiralnej w dysku galaktycznym i czas ich życia.	W1, W2, U1, U2, U3, K1
15.	Globalny model dynamiczny ośrodka międzygwiazdowego. Przejście gazu przez zaburzenie spiralnej fali gęstości.	W1, W2, U1, U2, U3, K1

Informacje rozszerzone**Metody nauczania:**

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

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	zaliczenie ćwiczeń, zaliczenie egzaminu
ćwiczenia	prezentacja, zaliczenie	aktywny udział w zajęciach, zaliczenie kolokwium

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
rozwiązywanie zadań problemowych	40
przygotowanie do egzaminu	40
przygotowanie się do sprawdzianu zaliczeniowego	20
studiowanie literatury wskazanej przez prowadzącego zajęcia	10
przygotowanie prezentacji multimedialnej	10
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 180
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia		
	egzamin ustny	prezentacja	zaliczenie
W1	x	x	x
W2	x	x	x
U1		x	
U2	x	x	x
U3	x	x	x
K1		x	x

Nazwa przedmiotu Seminarium III		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie	
Kierunek studiów astronomia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 3
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30	Liczba punktów ECTS 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Astronomia
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Wymagania wstępne i dodatkowe

podstawy ogólnej teorii względności i jej formalizmu

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Przygotowanie tematu pracy magisterskiej
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	problematykę badań w dziedzinie kosmologii i astrofizyki	AST_K2_W04, AST_K2_W05
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	prezentować uzyskane wyniki na tle znanych wyników w literaturze naukowej	AST_K2_U01, AST_K2_U04, AST_K2_U07, AST_K2_U10
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	poszerzania swojej wiedzy	AST_K2_K01, AST_K2_K05

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Seminarium jest miejscem, w którym są referowane i dyskutowane aktualne problemy astrofizyki, astronomii i kosmologii. Student jest zobowiązany do wyboru tematyki, która jest związana albo z dziedziną w której przygotowuje pracę magisterską albo jego osobistymi zainteresowaniami. Student jest zobowiązany do wygłoszenia 2 referatów. Student uczy się też śledzić literaturę na arXiv (astro.ph), i w ramach tej aktywności składać krótkie komunikaty dotyczące aktualnych osiągnięć naukowych komunikowanych na arXiv.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	wyniki badań, prezentacja	przedstawienie zagadnienia badanego w pracy magisterskiej i postawienie hipotez badawczych

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
seminarium	30
przygotowanie prezentacji multimedialnej	30
przygotowanie pracy dyplomowej	30
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 90
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	wyniki badań	prezentacja
W1	x	x
U1	x	x
K1	x	x

Nazwa przedmiotu Wykład specjalistyczny III		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie	
Kierunek studiów astronomia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 3
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30	Liczba punktów ECTS 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Astronomia
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Wymagania wstępne i dodatkowe

szczególna i ogólna teoria względności

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
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	dłaczego Wszechświat rozszerza się, jakie jest wielkoskalowe rozmieszczenie materii, skąd wzięły się pierwiastki chemiczne	AST_K2_W01, AST_K2_W02, AST_K2_W03, AST_K2_W04, AST_K2_W05, AST_K2_W09
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	wyliczyć przesunięcie ku czerwieni dalekich galaktyk, wyjaśnić pochodzenie i naturę elektromagnetycznego promieniowania relikтового	AST_K2_U01, AST_K2_U02, AST_K2_U03, AST_K2_U04, AST_K2_U05, AST_K2_U06, AST_K2_U07
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	do wytłumaczenia laikowi jak zbudowany jest w wielkiej skali Wszechświat i dlaczego światło dalekich galaktyk jest poczerwienione	AST_K2_K01, AST_K2_K03, AST_K2_K06

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Kosmologia starożytna i próby Newtona. 2. Niemożność zbudowania kosmologii zgodnej z fizyką nierelatywistyczną. 3. Zasada Kosmologiczna. 4. Historia kosmologii relatywistycznej. 5. Czasoprzestrzeń Robertsona-Walkera. 6. Problem odległości w kosmologii. 7. Prawo Lemaitre'a Hubble'a. 8. Równania Friedmanna, deceleracji i ruchu kosmicznej cieczy. 9. Nieistnienie rozwiązań statycznych. 10. Pierwotna osobliwość. 11. Asymptotyczna postać modeli Friedmanna w przyszłości. 12. Parametry deceleracji i gęstości materii. 13. Diagram Hubble'a. 14. Odkrycie promieniowania relikтового. 15. Termodynamika promieniowania relikтового i jego ewolucja. 16. Wszechświaty: gorący i zimny. 17. Anizotropia promieniowania relikтового. 18. Fizyka pierwotnej plazmy. 19. Potencjały chemiczne i symetryczny wszechświat.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny

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

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
przygotowanie do egzaminu	60
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 90
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	zaliczenie na ocenę
W1	x
U1	x
K1	x

Nazwa przedmiotu Seminarium IV		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie	
Kierunek studiów astronomia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 4
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30	Liczba punktów ECTS 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Astronomia

Wymagania wstępne i dodatkowe

Umiejętność posługiwania się programem do przygotowywania prezentacji (np. Libre Impress). Znajomość zagadnień różnych dziedzin astronomii, wymagana na tym etapie studiów.

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Umiejętność przedstawiania wyników własnej pracy oraz osiągnięć współczesnej astronomii. Swoboda wypowiedzi połączona z odpowiednim doбором środków prezentacji. Prowadzenie aktywnej dyskusji ze słuchaczami.
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	Zakres oraz charakterystykę współczesnych badań astrofizycznych	AST_K2_W05
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	zaprezentować wyniki swojej pracy oraz odpowiadać na pytania słuchaczy.	AST_K2_U10
U2	jest w stanie prezentować wyniki badań innych, niż jego własne, dziedzin astronomii.	AST_K2_U04
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	wyszukiwania informacji na temat najnowszych badań, a tym samym poszerzania swojej wiedzy w zakresie astrofizyki	AST_K2_K01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Prezentowanie wyników pracy licencjackiej oraz publikacji wykorzystywanych przy jej przygotowaniu.	W1, U1
2.	Omówienie planów pracy magisterskiej oraz publikacji, które są/będą wykorzystywane w jej przygotowaniu.	W1, U1
3.	Prezentowanie wyników najnowszych badań w zakresie astronomii i astrofizyki na podstawie wybranych artykułów ukazujących się w serwisie astro-ph	W1, U2, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

analiza tekstów, seminarium

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	zaliczenie na ocenę	Średnia ocen uzyskana podczas przedstawiania prezentacji. Aktywność na zajęciach. Wymagana jest obecność na każdych zajęciach (uwzględniane wyłącznie zwolnienia lekarskie oraz odpowiednio uzasadnione i zgłoszone wcześniej nieobecności).

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
seminarium	30
przygotowanie prezentacji multimedialnej	15
studiowanie literatury wskazanej przez prowadzącego zajęcia	30
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 75
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	zaliczenie na ocenę
W1	x
U1	x
U2	x
K1	x

Nazwa przedmiotu Wykład specjalistyczny I		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie	
Kierunek studiów astronomia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 2
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30	Liczba punktów ECTS 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Astronomia
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Wymagania wstępne i dodatkowe

Tytuł wykładu: Wysokoenergetyczna składowa plazmy kosmicznej niezbędna znajomość Elektrodynamiki i Mechanizmów promieniowania

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Rozszerzenie/pogłębienie wiedzy o podstawowych procesach zachodzących w plazmie kosmicznej
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	w1	AST_K2_W05
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	u1	AST_K2_U06
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	k1	AST_K2_K01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Omówienie kosmicznych pól magnetycznych w różnych skalach Wszechświata 1. opis dynamiki pola magnetycznego – aproksymacja MHD 2. procesy magnetogenezy	W1, U1, K1
2.	Omówienie podstawowych mechanizmów przyspieszania naładowanych cząstek promieniowania kosmicznego 1. przyspieszanie stochastyczne 2-go rzędu 2. model dyfuzyjnego przyspieszania w falach uderzeniowych	W1, U1, K1
3.	Fizyka wysokoenergetycznego promieniowania kosmicznego 1. potencjalne źródła promieniowania 2. widmo energetyczne promieniowania 3. propagacja – główne procesy strat energetycznych dla składowej naładowanej i fotonowej promieniowania 4. modyfikacja widma promieniowania w trakcie propagacji 5. propagacja promieniowania kosmicznego w pozagalaktycznym polu magnetycznym	W1, U1, K1
4.	Zastosowanie teorii dyfuzyjnego przyspieszania do wyjaśnienia galaktycznej składowej promieniowania kosmicznego 1. pozostałości supernowych jako fabryka promieniowania 2. skład chemiczny promieniowania 3. maksymalne energie osiągnięte przez promieniowanie 4. detekcja TeV promieniowania z SNR 5. problemy w uzgodnieniu obserwacji z teorią	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	esej	esej w zakresie omawianych zagadnień

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
przygotowanie eseju	60
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 90
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	esej
W1	x
U1	x
K1	x

Nazwa przedmiotu Seminarium II		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie	
Kierunek studiów astronomia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 2
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30	Liczba punktów ECTS 2	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Astronomia

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	posiada pogłębioną wiedzę z zakresu astronomii i astrofizyki, w tym z mechaniki nieba, kosmologii, fizyki ośrodka międzygwiazdowego i astronomii pozagalaktycznej, pozwalającą na rozpoczęcie pracy badawczej	AST_K2_W04
W2	posiada dobrą orientację w aktualnych kierunkach rozwoju astronomii i astrofizyki	AST_K2_W05
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	posiada umiejętności pozwalające na korzystanie z literatury fachowej, baz danych oraz innych źródeł informacji w celu pozyskania niezbędnych informacji oraz podstawową zdolność oceny rzetelności pozyskanych informacji	AST_K2_U01
U2	potrafi odnieść zdobytą wiedzę do pokrewnych dyscyplin naukowych oraz pracować w zespołach interdyscyplinarnych	AST_K2_U04
U3	potrafi samodzielnie przeanalizować niektóre złożone zagadnienia fizyczne oraz astronomiczne poczynając od precyzyjnego sformułowania problemu, wskazania sposobu rozwiązania i uzyskania ostatecznego rezultatu	AST_K2_U07
U4	potrafi przygotowywać wystąpienia ustne dotyczące szczegółowych zagadnień astronomicznych lub astrofizycznych w języku polskim lub/i angielskim	AST_K2_U10
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	ma świadomość nieustannej potrzeby poszerzania i uaktualniania swojej wiedzy oraz umiejętności z zakresu współczesnej astronomii i astrofizyki	AST_K2_K01
K2	rozumie i przestrzega uczciwości intelektualnej we własnym działaniu i u osób drugih	AST_K2_K05

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Postery	W1, W2, U1, U2, U3, U4, K1, K2
2.	Wystąpienia konferencyjne	W1, W2, U1, U2, U3, U4, K1, K2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	zaliczenie na ocenę	W celu sprawdzenia efektów kształcenia uczestnicy przygotowują prezentację i poster, których wykonanie i zrelacjonowanie i wygłoszenie podlega ocenie. Odpowiadające kolejnym ocenom progi procentowe dla zaliczenia: 3.0 - 60% 3.5 - 67% 4.0 - 74% 4.5 - 81% 5.0 - 88%

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
seminarium	30
przygotowanie prezentacji multimedialnej	30
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 60
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	zaliczenie na ocenę
W1	x
W2	x
U1	x
U2	x
U3	x
U4	x
K1	x
K2	x

Nazwa przedmiotu Mechanika nieba I		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	
Kierunek studiów astronomia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 1
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 5	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Astronomia
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	zagadnienie dwóch ciał	AST_K2_W01, AST_K2_W02, AST_K2_W04
W2	zagadnienie wyznaczania orbity	AST_K2_W01, AST_K2_W02, AST_K2_W04
W3	zagadnienie trzech ciał	AST_K2_W01, AST_K2_W02, AST_K2_W04
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	wyznaczać efemerydy	AST_K2_U07, AST_K2_U08
U2	wyznaczać orbity	AST_K2_U07, AST_K2_U08
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	prowadzenia badań z zakresu mechaniki nieba	AST_K2_K03, AST_K2_K04

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 Laplace'a (Rungego-Lenza). Orbity w układzie dwóch ciał. Anomalia prawdziwa. Anomalia mimośrodowa. Ruch średni. Anomalia średnia. Równanie Keplera. Uogólnione prawa Keplera. Orientacja orbity w przestrzeni. Linia węzłów. Linia apsyd. Kąty Eulera. Elementy orbity keplerowskiej. Kąty łamane. Wyznaczanie efemerydy keplerowskiej.	W1, U1, K1
2.	Zagadnienie wyznaczania orbity: Historia zagadnienia. Elementy pośrednie. Wyznaczanie orbity z położenia i prędkości ciała. Wyznaczanie orbity z trzech położań ciała. Metoda Laplace'a. Metoda Gaussa. Równanie Gaussa i jego rozwiązania. Warunek użyteczności obserwacji. Aberracja czasu. Rozwinięcie składowych położenia w szeregi czasowe. Porównanie metody Laplace'a i metody Gaussa.	W2, U2, K1
3.	Zagadnienie trzech ciał: Równania ruchu układu trzech ciał. Funkcja perturbacyjna. Zmienne kanoniczne Jacobiego. Przypadek planetarny i przypadek satelitarny. Całki pierwsze równań ruchu. Rozwiązania Lagrange'a. Kołowe, ograniczone zagadnienie trzech ciał. Całka Jacobiego. Kryterium Tisseranda. Powierzchnie zerowej prędkości Roche'a. Punkty libracyjne Lagrange'a. Stabilność punktów libracyjnych. Ruch w pobliżu punktów libracji. Ruch w pobliżu mas skończonych.	W3, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, dyskusja, rozwiązywanie zadań

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	zaliczenie egzaminu ustnego po uprzednim zaliczeniu ćwiczeń
ćwiczenia	projekt, esej, zaliczenie	uzyskanie pozytywnej oceny końcowej obliczanej jako ważona obecnościami średnia ocen z aktywności (z wagą 2), z projektu (z wagą 1) i z eseju (z wagą 1)

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	20
przygotowanie projektu	20
przygotowanie eseju	20

przygotowanie do egzaminu	30
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 150
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia			
	egzamin ustny	projekt	esej	zaliczenie
W1	x		x	x
W2	x		x	x
W3	x		x	x
U1		x		x
U2		x		x
K1	x	x	x	x

Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki
Stosowanej
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Współczesne metody obserwacji w
astrofizyce

Nazwa przedmiotu Współczesne metody obserwacji w astrofizyce		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	
Kierunek studiów astronomia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 2
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 5	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Astronomia
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Wymagania wstępne i dodatkowe

Wymagane jest ukończenie kursów astronomii ogólnej i sferycznej, astrofizyki obserwacyjnej i radioastronomii I+II, znajomość elementów fizyki w zakresie mechaniki kwantowej i elektrodynamiki, a także umiejętność obsługi komputera z systemem GNU/Linux w stopniu co najmniej podstawowym (w tym obsługa poleceń konsolowych).

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem wykładu "Współczesne metody obserwacji w astrofizyce" jest zapoznanie uczestników z problematyką prowadzenia obserwacji astronomicznych przy wykorzystaniu aktualnie używanego instrumentarium oraz przedstawienie aktualnych zagadnień z zakresu astronomii i astrofizyki, na których badanie pozwalają metody obserwacyjne.
----	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	posiada dobrą orientację w aktualnych kierunkach rozwoju astronomii i astrofizyki	AST_K2_W05
W2	ma poszerzoną wiedzę z zakresu budowy, działania i zastosowania instrumentów astronomicznych	AST_K2_W06
W3	zna współczesne techniki doświadczalne i obserwacyjne oraz zasady planowania obserwacji w astronomii	AST_K2_W07

Umiejętności - Student potrafi:		
U1	posiada umiejętności pozwalające na korzystanie z literatury fachowej, baz danych oraz innych źródeł informacji w celu pozyskania niezbędnych informacji oraz podstawową zdolność oceny rzetelności pozyskanych informacji	AST_K2_U01
U2	posiada umiejętność samodzielnego planowania i wykonywania badań teoretycznych i/lub eksperymentalnych w ramach swojej specjalności oraz krytycznej oceny wyników tych badań	AST_K2_U02
U3	potrafi przedstawić wyniki badań własnych w postaci samodzielnie przygotowanego eseju lub referatu zawierającego opis i uzasadnienie celu pracy, przyjętą metodologię, wyniki oraz ich znaczenie na tle innych podobnych badań	AST_K2_U03
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:		
K1	potrafi formułować pytania służące poszerzeniu i uzupełnieniu własnego zrozumienia danego zagadnienia	AST_K2_K03
K2	potrafi odpowiednio zdefiniować priorytety służące terminowej i rzetelnej realizacji określonego przez siebie lub innych zadania	AST_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1) Wprowadzenie: dlaczego, co i jak obserwujemy; 1-01: Argumenty przeciwko prowadzeniu obserwacji; 1-02: Argumenty za prowadzeniem obserwacji; 1-03: Zestawienie procesów emisji fotonów; 1-04: Promieniowanie ciała doskonale czarnego; 1-05: Promieniowanie hamowania; 1-06: Promieniowanie cyklo- i synchrotronowe; 1-07: Proces Comptona i proces odwrotny; 1-08: Anihilacja par.	W1, W2, W3, U1, U2, U3, K1, K2
2.	2) Zakresy obserwacyjne: 2-01: Promieniowanie elektromagnetyczne i okna obserwacyjne; 2-02: Zakres gamma; 2-03: Zakres rentgenowski; 2-04: Zakres nadfioletowy; 2-05: Zakres wizualny; 2-06: Zakres podczerwony; 2-07: Zakres mikrofalowy; 2-08: Zakres radiowy.	W1, W2, W3, U1, U2, U3, K1, K2
3.	3) Dane w astrofizyce: 3-01: Sens pojęcia "zaobserwować"; 3-02: Dane jednowymiarowe - wprowadzenie; 3-03: Krzywe zmian blasku; 3-04: Widma promieniowania; 3-05: Profil pojedynczej linii widmowej; 3-06: Rejestracja pulsów; 3-07: Dane w 1+1 wymiarze: profile pulsarowe; 3-08: Dane dwuwymiarowe - wprowadzenie; 3-09: Mapy nieba; 3-10: Składanie danych dwuwymiarowych - mapy konturowe; 3-11: Składanie danych dwuwymiarowych - obrazy RGB; 3-12: Dane w formacie FITS; 3-13: Jednowymiarowe przekroje z danych dwuwymiarowych; 3-14: Dane w 2+1 wymiarach: siatki profili spektralnych; 3-15: Dane trójwymiarowe - wprowadzenie; 3-16: Dane w liniach spektralnych; 3-17: Mapy momentów; 3-18: Diagramy P-V; 3-19: Sześciiany Faradayowskie; 3-20: Jednowymiarowe przekroje z danych trójwymiarowych: widma Faradayowskie; 3-21: Zajęcia praktyczne - praca z danymi dwuwymiarowymi przy użyciu oprogramowania CASA.	W1, W2, W3, U1, U2, U3, K1, K2
4.	4) Obserwacje w zakresie gamma: 4-01: Wprowadzenie: zakres energii i długości fali; 4-02: Kaskada cząstek; 4-03: Detektory ACT; 4-04: Detektory EAS; 4-05: Detektory kosmiczne; 4-06: Rozciągnięte struktury w zakresie gamma; 4-07: Rozbłyski gamma, ich pochodzenie i możliwe zagrożenia dla Ziemi; 4-08: Obserwacje Słońca; 4-09: Emisja z układu Epsilon Eridani; 4-10: Pulsar podwójny gamma; 4-11: Emisja gamma z lacertyd.	W1, W2, W3, U1, U2, U3, K1, K2

5.	5) Obserwacje w zakresie rentgenowskim: 5-01: Wprowadzenie: zakres energii i długości fali; 5-02: Problem doboru optyki; 5-03: Optyka wolterowska typu I; 5-04: Chandra X-Ray Observatory; 5-05: X-Ray Multi Mirror Mission Newton; 5-06: Inne misje rentgenowskie; 5-07: Obserwacje tła rentgenowskiego; 5-08: Obserwacje Słońca; 5-09: Inne gwiazdy w zakresie rentgenowskim; 5-10: Rentgenowskie układy podwójne; 5-11: Mikrokwazary; 5-12: Radiogalaktyki; 5-13: Galaktyki normalne; 5-14: M81 i M82 - obiekty burzy formacji gwiazdowej; 5-15: Promieniowanie X w grupach galaktyk; 5-16: Obserwacje Kwintetu Stephana; 5-17: Promieniowanie X w gromadach; 5-18: Gromady "ekstremalne".	W1, W2, W3, U1, U2, U3, K1, K2
6.	6) Obserwacje w zakresach nadfioletowym, widzialnym i podczerwonym: 6-01: Wprowadzenie: wspólne instrumentarium trzech zakresów; 6-02: Era wielkich refraktorów; 6-03: Teleskopy zwierciadlane - wprowadzenie; 6-04: Układ newtonowski; 6-05: Układy cassegrainowskie; 6-06: Astronomia nadfioletowa - wprowadzenie; 6-07: GALEX; 6-08: Emisja nadfioletowa Miry; 6-09: Inne gwiazdy w nadfiolecie; 6-10: Słońce w zakresie UV; 6-11: Galaktyki Markariana; 6-12: Absorpcja promieniowania UV w ośrodku międzygalaktycznym jako metoda badania warunków fizycznych; 6-13: Astronomia widzialna - wprowadzenie; 6-14: Gran Telescopio Canarias; 6-15: Porównanie wielkości teleskopów optycznych; 6-16: Gwiazdy w zakresie widzialnym; 6-17: Promieniowanie Słońca; 6-18: Near-Earth Objects; 6-19: Poszukiwanie egzoplanet; 6-20: Galaktyki tła; 6-21: Galaktyki oddziałujące; 6-22: Astronomia podczerwona - wprowadzenie; 6-23: Problem przepuszczalności atmosfery; 6-24: James Webb Space Telescope; 6-25: Układ anastygmatu trójlustrzanego; 6-26: Cele badawcze JWST; 6-27: Gwiazdy w podczerwieni; 6-28: Najodleglejsze galaktyki; 6-29: Obiekty Lyman-alfa; 6-30: Pył i ekstynkcja.	W1, W2, W3, U1, U2, U3, K1, K2
7.	7) Obserwacje w zakresach mikrofalowym i radiowym: 7-01: Wprowadzenie: wspólne instrumentarium dwóch zakresów; 7-02: Pojęcie przerwy terahercowej; 7-03: Budowa radioteleskopu; 7-04: Problematyka obserwacji wysokoczęstotliwościowych; 7-05: Problematyka obserwacji niskoczęstotliwościowych; 7-06: Interferometria; 7-07: Wprowadzenie do obserwacji mikrofalowych: zakres energii i długości fali; 7-08: Teleskop w Nobeyamie; 7-09: Atacama Large Millimetre Array; 7-10: Kosmiczne promieniowanie tła; 7-11: Gaz molekularny w galaktykach; 7-12: Dyski protoplanetarne; 7-13: Wprowadzenie do obserwacji radioastronomicznych: zakres energii i długości fali; 7-14: Radioteleskop w Effelsbergu; 7-15: LOFAR; 7-16: Klasyfikacja badań radioastronomicznych; 7-17: Linia wodoru neutralnego; 7-18: Badania pulsarów; 7-19: Nietermiczna emisja radiowa; 7-20: Postaci pola magnetycznego; 7-21: Miara rotacji i tomografia Faradayowska.	W1, W2, W3, U1, U2, U3, K1, K2
8.	8) Wielozakresowe badania Wszechświata - wprowadzenie: 8-01: Wprowadzenie: badania na wielu częstościach; 8-02: Podział procesów wielozakresowych; 8-02: Promieniowanie ciała doskonale czarnego jako proces wielozakresowy; 8-03: Promieniowanie synchrotronowe jako proces wielozakresowy.	W1, W2, W3, U1, U2, U3, K1, K2
9.	9) Proces formacji gwiazdowej; 9-01: Wprowadzenie: formacja gwiazd jako proces wielozakresowy; 9-02: Bezpośrednie zliczanie gwiazd; 9-03: Funkcja masy początkowej; 9-04: Podział estymatorów formacji gwiazdowej; 9-05: Estymator bezpośredni nadfioletowy; 9-06: Estymatory pośrednie pyłowe; 9-07: Estymatory oparte na jonizacji gazu; 9-08: Estymatory mieszane; 9-09: Estymator radiowy synchrotronowy; 9-10: Estymator rentgenowski; 9-11: Dlaczego studiujemy formację gwiazdowe?	W1, W2, W3, U1, U2, U3, K1, K2
10.	10) Badanie kosmicznego pola magnetycznego 10-01: Metody badania pola magnetycznego; 10-02: Polaryzacja w zakresach Vis i IR; 10-03: Badania polaryzacji optycznej; 10-04: Efekt Zeemana; 10-05: Badania efektu Zeemana; 10-06: Promieniowanie synchrotronowe jako proces wielozakresowy; 10-07: Nietermiczna emisja radiowa w kontinuum; 10-08: Zasada ekwipartycji energii i natężenie pola; 10-09: Polaryzacja promieniowania synchrotronowego; 10-10: Pola turbulentne, uporządkowane i regularne; 10-11: Efekt Faradaya; 10-12: Podstawy tomografii Faradayowskiej; 10-13: Algorytm RM-Clean; 10-14: Dlaczego badamy pola magnetyczne?	W1, W2, W3, U1, U2, U3, K1, K2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	W celu sprawdzenia efektów kształcenia przeprowadzony egzamin, obejmujący zagadnienia przedstawione w sekcji "Opis". Za pozytywnie zdany egzamin uczestnik otrzymuje ocenę zgodną ze skalą podaną w regulaminie UJ. Odpowiadające kolejnym ocenom progi procentowe dla egzaminu: 3.0 - 60% 3.5 - 67% 4.0 - 74% 4.5 - 81% 5.0 - 88%
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	Uzyskanie zaliczenia z ćwiczeń jest wymagane do przystąpienia do egzaminu. Forma zaliczenia ćwiczeń jest w gestii prowadzącego ćwiczenia.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do egzaminu	30
przygotowanie do ćwiczeń	60
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 150
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
W2	x	x
W3	x	x
U1	x	x
U2	x	x
U3	x	x
K1	x	x
K2	x	x

Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki
Stosowanej
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Wykład monograficzny (Gravitational
lensing)

Nazwa przedmiotu Wykład monograficzny (Gravitational lensing)		
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Wykład monograficzny (Gravitational lensing)		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	
Kierunek studiów astronomia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 4
Języki wykładowe Angielski	Obligatoryjność obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30	Liczba punktów ECTS 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Astronomia

Wymagania wstępne i dodatkowe

podstawy ogólnej teorii względności i kosmologii

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
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.	AST_K2_W02, AST_K2_W04
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	sformułować obszerną wypowiedź dotyczącą soczewkowania grawitacyjnego w języku angielskim.	AST_K2_U10
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		

K1	student jest gotowy do samodzielnego poszerzania swojej wiedzy w temacie soczewkowania grawitacyjnego.	AST_K2_K03
K2	student jest gotowy do opowiadania o soczewkowaniu grawitacyjnym.	AST_K2_K06

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Propagacja światła w ogólnej teorii względności.	W1, U1, K1, K2
2.	Ugięcie światła w czasoprzestrzeni Schwarzschilda.	W1, U1, K1, K2
3.	Historia soczewkowania grawitacyjnego.	W1, U1, K1, K2
4.	Mikrosoczewkowanie grawitacyjne.	W1, U1, K1, K2
5.	Słabe soczewkowanie grawitacyjne.	W1, U1, K1, K2
6.	Silne soczewkowanie grawitacyjne.	W1, U1, K1, K2
7.	Propagacja światła w modelach kosmologicznych.	W1, U1, K1, K2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja

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

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	30
przygotowanie do egzaminu	30
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 90
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	egzamin ustny
W1	x
U1	x
K1	x
K2	x

Nazwa przedmiotu Seminarium I		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie	
Kierunek studiów astronomia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 1
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30	Liczba punktów ECTS 2	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Astronomia
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Wymagania wstępne i dodatkowe

Znajomość zagadnień różnych dziedzin astronomii, wymagana na tym etapie studiów.

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Przekazanie wiedzy o sposobach przygotowania i przedstawiania wyników badań naukowych z zakresu współczesnej astronomii. Zapoznanie studentów ze sposobem dyskusji w ramach tzw. małych grup. Przygotowanie studentów do prowadzenia dyskusji naukowych na tematy naukowe lub związane z pracą naukowca i do aktywnego w nich uczestnictwa.
----	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	Student zna problematykę badań w wybranych zagadnieniach współczesnej astrofizyki, w szczególności w zakresie radioastronomii	AST_K2_W04
W2	Posiada orientację w aktualnych kierunkach rozwoju astronomii	AST_K2_W05
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	Student potrafi zaprezentować artykuł naukowy i przedstawić go pod dyskusję oraz odpowiadać na zadawane pytania.	AST_K2_U01, AST_K2_U04, AST_K2_U07, AST_K2_U10

U2	Umie przygotować krótki artykuł popularnonaukowy na temat wybranego przez siebie doniesienia naukowego z uznanych serwisów naukowych (NASA, ESA, ESO itp.) i przedstawić go pod dyskusję w ramach pracy w tzw. małej grupie.	AST_K2_U01, AST_K2_U07
U3	Umie przygotować i przeprowadzić dyskusję nad wybranymi zagadnieniami naukowymi lub związanymi z pracą naukowca	AST_K2_U04
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		
K1	Student jest gotów do poszerzania swojej wiedzy oraz rozumie konieczność popularyzacji wiedzy naukowej	AST_K2_K01, AST_K2_K05, AST_K2_K06

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Student prezentuje artykuł naukowy dotyczący aktualnych badań astrofizycznych, odpowiada na pytania słuchaczy.	W1, U1, K1
2.	Przedstawienie własnego artykułu popularnonaukowego i uczestnictwo w dyskusji nad nim w ramach tzw. małej grupy	W2, U2, K1
3.	Student przygotowuje i przeprowadza dyskusję na wybrany temat naukowy lub związany z pracą naukowca. Pozostali studenci biorą aktywny udział w dyskusji.	W2, U3, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium, dyskusja

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	esej, prezentacja	1. Ocena: średnia z wystąpień studentów, artykułu popularnonaukowego oraz aktywności podczas przeprowadzanych dyskusji naukowych. 2. Ocena dst: ponad 60% zrealizowanych zadań.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
seminarium	30
przygotowanie prezentacji multimedialnej	15
przygotowanie eseju	10
studiowanie literatury wskazanej przez prowadzącego zajęcia	5
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 60
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	esej	prezentacja
W1		x
W2	x	
U1		x
U2	x	
U3		x
K1	x	x

Nazwa przedmiotu Astronomia gwiazdowa i pozagalaktyczna II		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	
Kierunek studiów astronomia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 2
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 7	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Astronomia
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Wymagania wstępne i dodatkowe

Wymagania wstępne: znajomość analizy matematycznej, podstaw fizyki, w tym ogólnej względności, w zakresie przewidzianym przez program studiów I stopnia. Obecność na zajęciach jest zalecana, ale nieobowiązkowa.

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem kursu jest zapoznanie studentów z głównymi pojęciami z zakresu astronomii pozagalaktycznej, zarówno od strony obserwacyjnej, jak i teoretycznej. Tematy obejmują: sposoby klasyfikacji galaktyk; badania własności galaktyk (wraz z ich składową gwiazdową) - jasności, profili jasności, masy gwiazdowej i całkowitej; klasyfikację gromad galaktyk, badania ich własności; zagadnienia z dziedziny ewolucji galaktyk i gromad; metody badania własności i ewolucji struktury wielkoskalowej Wszechświata, zarówno od strony obserwacyjnej, jak i interpretacji w świetle najpowszechniejszych obecnie modeli teoretycznych.
----	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

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

W1	absolwent: 1. zna i rozumie podstawy klasyfikacji i metod pomiarów podstawowych własności galaktyk. 2. zna i rozumie podstawy klasyfikacji i metod pomiarów podstawowych własności gromad galaktyk. 3. zna i rozumie pojęcia związane z podstawowymi modelami kosmologicznymi. 4. zna i rozumie metody opisu wielkoskalowej struktury Wszechświata i jej ewolucji. 5. zna i rozumie podstawowe pojęcia, związane z mikrofalowym promieniowaniem tła i potrafi je odnieść do problemu ewolucji wielkoskalowej struktury Wszechświata.	AST_K2_W01, AST_K2_W02, AST_K2_W04, AST_K2_W05
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	absolwent potrafi zastosować w praktyce podstawowe metody pomiaru własności galaktyk, gromad galaktyk, przeprowadzić podstawowe testy kosmologiczne. Potrafi odróżnić akty obserwacyjne od ich interpretacji teoretycznej i krytycznie analizować literaturę przedmiotu.	AST_K2_U01, AST_K2_U07, AST_K2_U08
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:		
K1	rozpoczęcia samodzielnej pracy badawczej w zakresie astronomii pozagalaktycznej i kosmologii obserwacyjnej, rozumie konieczność pracy w zespole w przypadku wielkich projektów obserwacyjnych.	AST_K2_K01, AST_K2_K02, AST_K2_K03, AST_K2_K04, AST_K2_K05, AST_K2_K06

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Podstawy klasyfikacji i metod pomiarów podstawowych własności galaktyk.	W1, U1, K1
2.	Podstawy klasyfikacji i metod pomiarów podstawowych własności gromad galaktyk	W1, U1, K1
3.	Podstawy kosmologii i obserwacyjne implikacje modeli kosmologicznych.	W1, U1, K1
4.	Wielkoskalowa struktura Wszechświata - opis, ewolucja, interpretacja teoretyczna.	W1, U1, K1
5.	Mikrofalowe promieniowanie tła.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład konwersatoryjny, wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, rozwiązywanie zadań, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	Warunkiem zaliczenia egzaminu ustnego jest udzielenie wyczerpującej odpowiedzi na pytania z zakresu tematycznego wykładu w sposób wykazujący, że osiągnięte zostały oczekiwane efekty kształcenia.
ćwiczenia	zaliczenie	Zaliczenie ćwiczeń odbywa się na podstawie oceny raportów dokumentujących wykonywanie zadań podawanych i dyskutowanych na zajęciach. Zaliczenie ćwiczeń jest warunkiem koniecznym do przystąpienia do egzaminu ustnego.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
------------------------	---

wykład	30
ćwiczenia	30
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	50
uczestnictwo w egzaminie	1
przygotowanie do egzaminu	9
przygotowanie do ćwiczeń	30
studiowanie literatury wskazanej przez prowadzącego zajęcia	30
wykonanie ćwiczeń	30
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 210
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie
W1	x	x
U1	x	x
K1	x	x

Nazwa przedmiotu Fizyka ośrodka międzygwiazdowego		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	
Kierunek studiów astronomia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 3
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 4	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Astronomia
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Wymagania wstępne i dodatkowe

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

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem przedmiotu 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
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	zagadnienia z zakresu fizyki ośrodka międzygwiazdowego co pozwala na rozpoczęcie pracy badawczej w tej dziedzinie.	AST_K2_W04
W2	współczesne techniki doświadczalne i obserwacyjne oraz zasady planowania obserwacji dot. ośrodka międzygwiazdowego.	AST_K2_W07
Umiejętności - Student potrafi:		

U1	korzystać z literatury fachowej, baz danych oraz innych źródeł informacji w celu pozyskania niezbędnych informacji oraz potrafi ocenić rzetelność pozyskanych informacji.	AST_K2_U01
U2	samodzielnie przeanalizować niektóre złożone zagadnienia fizyczne zachodzące w ośrodku międzygwiazdowym poczynając od precyzyjnego sformułowania problemu, wskazania sposobu rozwiązania i uzyskania ostatecznego rezultatu.	AST_K2_U07
U3	umiejętnie stosować wiedzę matematyczną do formułowania, analizowania oraz rozwiązywania zadań problemowych z fizyki ośrodka międzygwiazdowego.	AST_K2_U08
U4	przygotowywać wystąpienia ustne dotyczące szczegółowych zagadnień fizyki ośrodka międzygwiazdowego w języku polskim lub angielskim.	AST_K2_U10
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:		
K1	formułowania pytań służących poszerzeniu i uzupełnieniu własnego zrozumienia danego zagadnienia.	AST_K2_K03

Treści programowe

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

1.	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 w nim zachodzących 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”. Zakres tematów: 1. Rozwój poglądów dot. kształtu, budowy i rozmiarów Galaktyki. 2. Metody (historyczne), które doprowadziły do odkrycia ISM w Galaktyce. 3. Przesłanki obserwacyjne świadczące o istnieniu ISM (etapy odkrywania). 4. Linia neutralnego wodoru 21 cm. 5. Globalna charakterystyka ISM w Galaktyce (masa, średnie gęstości, skład chemiczny, itp.). 6. Ekstynkcja międzygwiazdowa. 7. Sposoby wykrywania materii międzygwiazdowej. 8. Absorpcja i rozpraszanie światła gwiazd. 9. Szerokości linii (szerokość naturalna, poszerzenie Dopplerowskie) 10. Sposoby wykrywania materii międzygwiazdowej – daleki UV i promieniowanie X. 11. Optyczne linie emisyjne HII. 12. Optyczne linie emisyjne przejścia rotacyjne molekuł CO, OH, H₂CO. 13. RM i DM w ISM Galaktyki. 14. Promieniowanie generowane przez pył. 15. Pochodzenie pyłu. 16. Obserwacje pyłu w IR. 17. Wpływ zjawisk gwałtownych na ISM – rejony HII. 18. Wpływ zjawisk gwałtownych na ISM – otoczki supernowych. 19. Zjawiska grawitacyjne w ISM. 20. ISM w galaktykach dyskowych – globalne charakterystyki. 21. ISM w galaktykach dyskowych – obserwacje w H_α i HI. 22. ISM w galaktykach dyskowych – obserwacje radio continuum (RC) i C. 23. ISM w galaktykach dyskowych – korelacje RC-IR, RC-I CO. 24. ISM w galaktykach dyskowych – radialne profile gęstości. 25. ISM w galaktykach dyskowych – azymutalne rozkłady gęstości. 26. ISM w galaktykach dyskowych – asymetrie rozkładu gazu. 27. ISM w galaktykach dyskowych – pola prędkości dysków (diagram-pajaka, krzywe rotacji). 28. ISM w galaktykach eliptycznych – korelacje opt.-B, X, RC. 29. Gaz międzygalaktyczny. 30. Emisja z ośrodka międzygalaktycznego w gromadach galaktyk. 31. ISM w Galaktyce – interpretacja wykresów (I, v) dla HI i CO. 32. ISM w Galaktyce – dysk centralny i centrum Galaktyki. 33. ISM w Galaktyce – dysk środkowy i zewnętrzny. 34. ISM w Galaktyce – emisja dyfuzyjna: IR, H_α, RC, gamma, X. 35. ISM w Galaktyce – pole magnetyczne w Galaktyce. 36. Promieniowanie kosmiczne (PK) – obserwacje, skład, widmo (ogólnie). 37. Promieniowanie kosmiczne – szczegółowa charakterystyka widma. 38. Promieniowanie kosmiczne – porównanie składu ilościowego pierwiastków w PK ze składem pierwiastków w US, ISM. 39. Promieniowanie kosmiczne – źródła PK, izotropia. 40. Promieniowanie kosmiczne – PK typu UHERC, efekt GZK. 41. Ciemna Materia (DM) – zjawiska świadczące o istnieniu DM, proponowany skład DM. 42. Ciemna Materia – prędkości rotacji galaktyk. 43. Ciemna Materia – obiekty typu MACHO – sposoby wykrywania. 44. Ciemna Materia – masy dynamiczne gromad galaktyk. 45. Ciemna Materia – najnowsze badania (przykłady: gromada 1E0657-56; struktura „warp” Galaktyki; VIRGOHI21, próba detekcji aksjonów).	W1, W2, U1, U2, U3, U4, K1
----	--	----------------------------

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

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

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 obowiązkowa. Szczegółowe ustalenia co do warunków zaliczenia będą miały miejsce na pierwszych zajęciach.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	40
przygotowanie do egzaminu	15
uczestnictwo w egzaminie	1
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 116
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia		
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę	prezentacja
W1	x	x	
W2	x		x
U1	x		x
U2	x		x
U3	x	x	
U4			x
K1			x

Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki
Stosowanej
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Laboratorium dyfuzyjnej plazmy
kosmicznej

Nazwa przedmiotu Laboratorium dyfuzyjnej plazmy kosmicznej		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie	
Kierunek studiów astronomia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 1
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 15, ćwiczenia: 45	Liczba punktów ECTS 4	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Astronomia
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak		

Wymagania wstępne i dodatkowe

Znajomość podstaw fizyki i astronomii ogólnej oraz aparatu matematycznego przewidywanego tokiem studiów II stopnia w zakresie nauk ścisłych. Umiejętność opracowania uzyskanych wyników w formie raportów.

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem zajęć jest poznanie praktycznych podstaw obserwacji radioastronomicznych oraz rentgenowskich. Obok fizycznych zjawisk prowadzących do emisji w/w zakresach widma elektromagnetycznego, przedstawiony zostanie sposób prowadzenia obserwacji, zbierania danych oraz ich opracowanie, z uwzględnieniem analizy pól magnetycznych, dzięki obserwacjom promieniowania spolaryzowanego. Przybliżony jest sposób analizy oraz wyciągania wniosków na podstawie uzyskanych wyników.
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	student jest zaznajomiony z danymi radiowymi oraz rentgenowskimi.	AST_K2_W06, AST_K2_W07
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	potrafi skalibrować dane oraz wykonać mapę promieniowania zarówno radiowego, jak i rentgenowskiego, a także przeprowadzić prostą analizę widmową promieniowania (mapy indeksu spektralnego, modele widm rentgenowskich).	AST_K2_U02

U2	potrafi określić układ pól magnetycznych na podstawie map promieniowania spolaryzowanego oraz map miary rotacji Faradaya.	AST_K2_U07
----	---	------------

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Specyfika obserwacji radiowych i rentgenowskich oraz wykorzystywane instrumenty oraz oprogramowanie.	W1
2.	Analiza obserwacji dyfuzyjnej plazmy kosmicznej w zakresie radiowym oraz rentgenowskim.	U1, U2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

metoda projektów, wykład konwencjonalny, ćwiczenia laboratoryjne

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie	Uczestnictwo w zajęciach na poziomie min. 50% (nieistotny będzie powód nieobecności).
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	Zaliczenie na podstawie oceny pracy zaliczeniowej podsumowującej całość pracy na zajęciach. Uczestnictwo w zajęciach na poziomie min. 50% (nieistotny będzie powód nieobecności).

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	15
ćwiczenia	45
analiza i przygotowanie danych	45
przygotowanie raportu	15
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 120
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	zaliczenie	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1		x
U2		x

Nazwa przedmiotu Pracownia magisterska I		
Klasyfikacja ISCED 0533 Fizyka	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie	
Kierunek studiów astronomia	Profil studiów ogólnoakademicki	Okres Semestr 3
Języki wykładowe Polski	Obligatoryjność obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć pracownia: 210	Liczba punktów ECTS 7	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Astronomia

Wymagania wstępne i dodatkowe

Uzgodnienie z promotorem tematyki i zakresu pracy dyplomowej.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy - Student zna i rozumie:		
W1	zagadnienia z zakresu astronomii i astrofizyki, w tym z mechaniki nieba, kosmologii, fizyki ośrodka międzygwiazdowego i astronomii pozagalaktycznej, w stopniu pozwalającym na rozpoczęcie pracy badawczej.	AST_K2_W04
Umiejętności - Student potrafi:		
U1	korzystać z literatury fachowej, baz danych oraz innych źródeł informacji w celu pozyskania niezbędnych informacji oraz potrafi ocenić rzetelność pozyskanych informacji.	AST_K2_U01
U2	samodzielnie planować i wykonywać badania teoretycznych i/lub eksperymentalne w ramach swojej specjalności oraz krytycznie oceniać wyniki tych badań.	AST_K2_U02
U3	przedstawić wyniki badań własnych w postaci samodzielnie przygotowanego eseju lub referatu zawierającego opis i uzasadnienie celu pracy, przyjętą metodologię, wyniki oraz ich znaczenie na tle innych podobnych badań.	AST_K2_U03
U4	samodzielnie przeanalizować niektóre złożone zagadnienia fizyczne oraz astronomiczne poczynając od precyzyjnego sformułowania problemu, wskazania sposobu rozwiązania i uzyskania ostatecznego rezultatu.	AST_K2_U07
U5	przygotowywać opracowania oraz prace pisemne dotyczące szczegółowych zagadnień astronomicznych lub fizycznych, w języku polskim lub/i angielskim.	AST_K2_U09
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:		

K1	odpowiedniego zdefiniowania priorytetów służących terminowej i rzetelnej realizacji określonego przez siebie lub innych zadania.	AST_K2_K04
K2	przestrzegania zasad uczciwości intelektualnej we własnym działaniu i oceny postępowania w działalności naukowej osób drugih.	AST_K2_K05

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Student realizuje pod opieką promotora badania naukowe zgodnie z wybraną tematyką pracy dyplomowej. W ramach zajęć student powinien przeprowadzić odpowiednie prace badawcze, opracować i przeanalizować uzyskane wyniki, odnieść uzyskane rezultaty do podobnych badań prezentowanych w literaturze naukowej oraz przedstawić odpowiednie wnioski swojej pracy.	W1, U1, U2, U3, U4, U5, K1, K2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

analiza tekstów, metoda projektów, dyskusja, ćwiczenia laboratoryjne, udział w badaniach, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
pracownia	zaliczenie	Uzyskanie pozytywnej oceny wystawionej przez promotora. Ocenę wystawia się na podstawie przedstawionych przez studenta postępów w przygotowaniu pracy dyplomowej.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
pracownia	210
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 210
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 210

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	zaliczenie
W1	x
U1	x
U2	x
U3	x
U4	x
U5	x
K1	x
K2	x