

**Standardy kształcenia dla kierunku studiów:****Astronomia****A. STUDIA PIERWSZEGO STOPNIA****I. WYMAGANIA OGÓLNE**

Studia pierwszego stopnia trwają nie krócej niż 6 semestrów. Liczba godzin zajęć nie powinna być mniejsza niż 2000. Liczba punktów ECTS (European Credit Transfer System) nie powinna być mniejsza niż 180.

**II. KWALIFIKACJE ABSOLWENTA**

Absolwent posiada wiedzę z zakresu astronomii i fizyki opartą na gruntownych podstawach nauk matematyczno-przyrodniczych. Absolwent rozumie i umie opisać zjawiska przyrodnicze, formułować problem badawczy oraz gromadzić, przetwarzać i przekazywać informacje. Powinien znać język obcy na poziomie biegłości B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego Rady Europy oraz umie posługiwać się językiem specjalistycznym z zakresu nauk fizycznych. Absolwent jest przygotowany do podjęcia pracy na stanowiskach związanych z projektowaniem, produkcją, obsługą i konserwacją nowoczesnych urządzeń nawigacyjnych, obserwacyjnych, pomiarowych, diagnostycznych i teletransmisyjnych. Jest przygotowany do pracy w szkolnictwie (po ukończeniu specjalności nauczycielskiej – zgodnie ze standardami kształcenia przygotowującego do wykonywania zawodu nauczyciela). Absolwent jest przygotowany do podjęcia studiów drugiego stopnia.

**III. RAMOWE TREŚCI KSZTAŁCENIA****1. GRUPY TREŚCI KSZTAŁCENIA, MINIMALNA LICZBA GODZIN ZAJĘĆ ZORGANIZOWANYCH ORAZ MINIMALNA LICZBA PUNKTÓW ECTS**

	godziny	ECTS
A. GRUPA TREŚCI PODSTAWOWYCH	330	38
B. GRUPA TREŚCI KIERUNKOWYCH	330	38
<b>Razem</b>	<b>660</b>	<b>76</b>

**2. SKŁADNIKI TREŚCI KSZTAŁCENIA W GRUPACH, MINIMALNA LICZBA GODZIN ZAJĘĆ ZORGANIZOWANYCH ORAZ MINIMALNA LICZBA PUNKTÓW ECTS**

	godziny	ECTS
<b>A. GRUPA TREŚCI PODSTAWOWYCH</b>	<b>330</b>	<b>38</b>
<b>Treści kształcenia w zakresie:</b>		
1. Astronomii ogólnej	30	
2. Matematyki	150	

3. Fizyki	150	
<b>B. GRUPA TREŚCI KIERUNKOWYCH</b> <b>Treści kształcenia w zakresie:</b>	<b>330</b>	<b>38</b>
1. Elektrodynamiki		
2. Fizyki kwantowej		
3. Laboratorium fizycznego		
4. Mechaniki klasycznej i relatywistycznej		
5. Obserwacji astronomicznych		
6. Fizyki układów planetarnych		

### 3. TREŚCI I EFEKTY KSZTAŁCENIA

#### A. GRUPA TREŚCI PODSTAWOWYCH

##### 1. Kształcenie w zakresie astronomii ogólnej

*Treści kształcenia:* Ważniejsze odkrycia astronomiczne do połowy XIX wieku. Nośniki informacji o Wszechświecie. Fizyka i ewolucja gwiazd. Materia międzygwiazdowa. Budowa Galaktyki. Astronomia pozagalaktyczna. Elementy kosmologii.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia zjawisk astronomicznych i praw rządzących zjawiskami astronomicznymi; posługiwania się terminologią astronomiczną; posługiwania się aktualną wiedzą astronomiczną.

##### 2. Kształcenie w zakresie matematyki

*Treści kształcenia:* Algebra – Układy równań liniowych. Macierze. Wyznaczniki. Wybrane struktury algebraiczne – grupy, pierścienie, ciała. Przestrzenie liniowe rzeczywiste i zespolone. Odwzorowania liniowe – ich własności. Zagadnienie wartości własnych. Formy liniowe, biliniowe i hermitowskie. Przestrzenie z iloczynem skalarnym. Przestrzenie unitarne. Analiza matematyczna – Indukcja matematyczna. Rachunek zbiorów. Odwzorowania – ich własności. Elementy topologii w przestrzeniach metrycznych. Ciągi liczbowe. Granica i ciągłość funkcji. Rachunek różniczkowy funkcji jednej zmiennej i funkcji wielu zmiennych. Całka nieoznaczona i całka oznaczona funkcji jednej zmiennej. Zastosowania rachunku całkowego. Szeregi liczbowe. Ciągi i szeregi funkcyjne. Równania różniczkowe zwyczajne i cząstkowe w zakresie niezbędnym dla mechaniki punktów i pól. Zagadnienia graniczne – początkowe i brzegowe. Szeregi i całki Fouriera. Elementy teorii przestrzeni Hilberta. Elementy analizy wektorowej. Funkcje zespolone.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* posługiwania się aparatem matematycznym i metodami matematycznymi w opisie i modelowaniu zjawisk i procesów fizycznych.

##### 3. Kształcenie w zakresie podstaw fizyki

*Treści kształcenia:* Mechanika – Podstawowe wielkości fizyczne i ich pomiar. Międzynarodowy układ jednostek SI. Wektory i wielkości wektorowe w fizyce. Ruch prostoliniowy. Ruch w dwóch i trzech wymiarach. Siła i ruch. Zasady dynamiki Newtona. Energia kinetyczna i praca. Energia potencjalna i zachowanie energii. Zderzenia. Ruch obrotowy brył sztywnych. Statyka i dynamika płynów. Drgania mechaniczne i fale. Oddziaływanie grawitacyjne i pole grawitacyjne. Transformacja Lorentza. Termodynamika – temperatura, energia wewnętrzna, entropia. Procesy odwracalne i nieodwracalne. Równowaga termodynamiczna. Zasady termodynamiki. Przewodnictwo cieplne. Elementy mechaniki statystycznej. Elektryczność i magnetyzm – Ładunek elektryczny i pole elektryczne. Prawo Coulomba. Prawo Gaussa. Potencjał elektryczny. Dielektryk w polu elektrycznym. Kondensatory. Prąd elektryczny, prawa przepływu prądu. Obwody elektryczne. Pola magnetyczne. Prawo Ampera. Indukcja i indukcyjność. Drgania elektromagnetyczne. Prąd zmienny. Równania Maxwella. Fale

elektromagnetyczne. Optyka – Fala świetlna na granicy dwóch ośrodków. Polaryzacja światła. Dyfrakcja i interferencja światła. Prędkość światła. Współczynnik załamania światła i jego dyspersja. Klasyczne i nieklasyczne źródła światła. Detektory optyczne. Budowa materii – Nieklasyczne zjawiska i koncepcja fotonu. Stabilność atomu i model Rutherforda-Bohra. Fale de Broglie’a. Równanie Schrödingera. Atom wodoru. Obiekty kwantowe w polach zewnętrznych. Modele jądrowe. Promieniotwórczość. Klasyfikacja cząstek elementarnych.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia podstawowych zjawisk fizycznych w przyrodzie; opisu zjawisk fizycznych, formułowania problemu oraz wykorzystywania metodyki badań fizycznych (eksperymentalnych i teoretycznych) do jego rozwiązywania.

## **B. GRUPA TREŚCI KIERUNKOWYCH**

### **1. Kształcenie w zakresie elektrodynamiki**

*Treści kształcenia:* Elektrostatyka – Prawo Coulomba. Prawo Gaussa. Potencjał elektryczny – równanie Poissona, równanie Laplace’a. Praca i energia w elektrostatyce. Pole elektryczne w materii – dielektryki, podatność elektryczna i przenikalność elektryczna. Magnetostatyka – siła Lorentza, prawo Biota-Savarta, prawo Ampera, magnetyczny potencjał wektorowy. Indukcja elektromagnetyczna. Pola zmienne w czasie. Prawo indukcji Faradaya. Prąd przesunięcia Maxwella, równania Maxwella. Potencjały i pola źródeł zmiennych w czasie. Potencjał wektorowy i skalarny. Transformacje cechowania. Elektrodynamika a teoria względności.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia zjawisk elektrodynamicznych; rozumienia podstawowych praw rządzących tymi zjawiskami; opisu zjawisk z zakresu elektrodynamiki.

### **2. Kształcenie w zakresie fizyki kwantowej**

*Treści kształcenia:* Korpuskularne własności promieniowania. Falowe własności cząstek. Budowa atomów i spektroskopia. Matematyczny aparat mechaniki kwantowej – przestrzenie wektorowe, przestrzenie Hilberta, notacja Diraca, operatory – reprezentacja w bazie ciągłej i dyskretnej. Postulaty mechaniki kwantowej – stan układu kwantowego, przyporządkowanie wielkościom mierzalnym operatorów, pomiary i wartości własne operatorów, probabilistyczna interpretacja wyników pomiarów ewolucja czasowa układu kwantowego. Zasada nieoznaczoności. Oscylator harmoniczny – reprezentacja położeniowa i energetyczna. Moment pędu i spin. Symetrie w mechanice kwantowej – symetrie względem przesunięć w przestrzeni i w czasie, symetrie względem obrotów – związek z zasadami zachowania. Atom wodoru.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia istoty zjawisk kwantowych; wykorzystywania formalizmu mechaniki kwantowej do opisu zjawisk w przyrodzie.

### **3. Kształcenie w zakresie laboratorium fizycznego**

*Treści kształcenia:* Metody pomiarowe z zakresu fizyki klasycznej – także z zastosowaniem technik elektronicznych i metod komputerowego wspomaganie eksperymentu fizycznego. Planowanie pomiarów, budowa układów pomiarowych, wykonanie pomiarów i ocena niepewności pomiarów.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* przeprowadzania prostych pomiarów fizycznych; korzystania z metodyki pomiarów fizycznych; analizy danych pomiarowych; prezentacji oraz interpretacji wyników pomiarów.

### **4. Kształcenie w zakresie mechaniki klasycznej i relatywistycznej**

*Treści kształcenia:* Prawa ruchu układów mechanicznych – zasady i wynikające z nich równania ruchu. Układ inercjalny. Własności czasoprzestrzeni i związane z nimi prawa zachowania: energii, pędu i momentu pędu. Ruch punktu materialnego. Zagadnienie ruchu dwóch ciał. Całkowanie równań ruchu – ruch w polu centralnym, ruch harmoniczny. Grawitacja. Małe drgania. Zderzenia cząstek. Ruch ciała sztywnego.

Elementy mechaniki relatywistycznej na gruncie szczególnej teorii względności. Relatywistyczne równania ruchu.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* doceniania roli matematyki jako podstawowego narzędzia badawczego fizyki i astronomii; opisu zjawisk fizycznych i praw nimi rządzących; rozumienia znaczenia pojęć niezbędnych do zgłębiania mechaniki kwantowej.

#### **5. Kształcenie w zakresie obserwacji astronomicznych**

*Treści kształcenia:* Orientowanie się na niebie. Geometria sfery. Astronomiczne i ziemskie układy współrzędnych sferycznych. Transformacje współrzędnych. Ruch roczny Słońca. Czas i kalendarz. Ruch planet, komet i sztucznych satelitów Ziemi na sferze niebieskiej. Ruch własny gwiazd. Instrumenty astrofizyczne. Metody astrometrii, fotometrii i spektroskopii obserwacyjnej. Obserwacje wybranych obiektów.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* orientowania się na niebie; rozumienia matematycznych metod geometrii sferycznej; wyznaczania położenia w układach współrzędnych sferycznych; przygotowywania i wykonywania obserwacji astronomicznych.

#### **6. Kształcenie w zakresie fizyki układów planetarnych**

*Treści kształcenia:* Prawo grawitacji i sformułowanie zagadnienia dwóch ciał. Całki ruchu, całki środka masy i redukcja do zagadnienia względnego. Całki ruchu zagadnienia względnego dwóch ciał i ich konsekwencje fizyczne. Prawa Keplera. Ruch po orbitach eliptycznych, hiperbolicznych i parabolicznych. Obliczanie efemerydy. Składniki Układu Słonecznego. Astrofizyczne własności planet, księżyców i komet. Magnetosfery. Ewolucja atmosfer. Pochodzenie planet. Poza słoneczne układy planetarne.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia ruchu ciał niebieskich; opisu ruchu ciał niebieskich; wykonywania obliczeń wybranych torów ruchu; rozumienia fizyki planet i ich atmosfer; stosowania metod odkrywania poza słonecznych układów planetarnych.

### **IV. PRAKTYKI**

Praktyki powinny trwać nie krócej niż 3 tygodnie.

Zasady i formę odbywania praktyk ustala jednostka uczelni prowadząca kształcenie.

### **V. INNE WYMAGANIA**

1. Programy nauczania powinny przewidywać zajęcia z zakresu wychowania fizycznego – w wymiarze 60 godzin, którym można przypisać do 2 punktów ECTS; języków obcych – w wymiarze 120 godzin, którym należy przypisać 5 punktów ECTS; technologii informacyjnej – w wymiarze 30 godzin, którym należy przypisać 2 punkty ECTS. Treści kształcenia w zakresie technologii informacyjnej: podstawy technik informatycznych, przetwarzanie tekstów, arkusze kalkulacyjne, bazy danych, grafika menedżerska i/lub prezentacyjna, usługi w sieciach informatycznych, pozyskiwanie i przetwarzanie informacji – powinny stanowić co najmniej odpowiednio dobrany podzbiór informacji zawartych w modułach wymaganych do uzyskania Europejskiego Certyfikatu Umiejętności Komputerowych (ECDL – European Computer Driving Licence).
2. Programy nauczania powinny zawierać treści humanistyczne, z zakresu ekonomii lub inne poszerzające wiedzę humanistyczną w wymiarze nie mniejszym niż 60 godzin, którym należy przypisać nie mniej niż 3 punkty ECTS.
3. Programy nauczania powinny przewidywać zajęcia z zakresu ochrony własności intelektualnej, bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ergonomii.
4. Przynajmniej 50% zajęć powinny stanowić ćwiczenia projektowe, audytoryjne bądź laboratoryjne.

5. Student otrzymuje 10 punktów ECTS za przygotowanie do egzaminu dyplomowego (w tym także za przygotowanie pracy dyplomowej, jeśli przewiduje ją program nauczania).

## B. STUDIA DRUGIEGO STOPNIA

### I. WYMAGANIA OGÓLNE

Studia drugiego stopnia trwają nie krócej niż 4 semestry. Liczba godzin zajęć nie powinna być mniejsza niż 1000. Liczba punktów ECTS nie powinna być mniejsza niż 120.

### II. KWALIFIKACJE ABSOLWENTA

Absolwent posiada poszerzoną – w stosunku do studiów pierwszego stopnia – wiedzę ogólną z zakresu astronomii oraz wiedzę specjalistyczną w wybranej specjalności. Wiedza i umiejętności pozwalają mu na formułowanie i rozwiązywanie problemów astronomicznych – zarówno rutynowych jak i niestandardowych. Absolwent umie znajdować wiedzę w literaturze fachowej oraz prowadzić dyskusje zarówno ze specjalistami jak i niespecjalistami. Wiedza i umiejętności umożliwiają mu podjęcie pracy w obserwatoriach astronomicznych oraz szkolnictwie – po ukończeniu specjalności nauczycielskiej (zgodnie ze standardami kształcenia przygotowującego do wykonywania zawodu nauczyciela). Absolwent jest przygotowany do ustawicznego kształcenia i rozwoju zawodowego oraz podjęcia studiów trzeciego stopnia (doktoranckich).

### III. RAMOWE TREŚCI KSZTAŁCENIA

#### 1. GRUPY TREŚCI KSZTAŁCENIA, MINIMALNA LICZBA GODZIN ZAJĘĆ ZORGANIZOWANYCH ORAZ MINIMALNA LICZBA PUNKTÓW ECTS

	godziny	ECTS
A. GRUPA TREŚCI PODSTAWOWYCH	90	10
B. GRUPA TREŚCI KIERUNKOWYCH	240	27
<b>Razem</b>	<b>330</b>	<b>37</b>

#### 2. SKŁADNIKI TREŚCI KSZTAŁCENIA W GRUPACH, MINIMALNA LICZBA GODZIN ZAJĘĆ ZORGANIZOWANYCH ORAZ MINIMALNA LICZBA PUNKTÓW ECTS

	godziny	ECTS
<b>A. GRUPA TREŚCI PODSTAWOWYCH</b> <b>Treści kształcenia w zakresie:</b>	<b>90</b>	<b>10</b>
1. Fizyki teoretycznej	90	
<b>B. GRUPA TREŚCI KIERUNKOWYCH</b> <b>Treści kształcenia w zakresie:</b>	<b>240</b>	<b>27</b>
1. Astrofizyki		
2. Astronomii pozagalaktycznej i kosmologii		
3. Mechaniki nieba		

#### 3. TREŚCI I EFEKTY KSZTAŁCENIA

##### A. GRUPA TREŚCI PODSTAWOWYCH

##### 1. Kształcenie w zakresie fizyki teoretycznej

*Treści kształcenia:* Mechanika klasyczna – Czasoprzestrzeń Galileusza i czasoprzestrzeń Minkowskiego szczególnej teorii względności. Kinematyka i dynamika

punktów materialnych i brył sztywnych. Więzy, zasada d'Alemberta, równania Lagrange'a. Zasady wariacyjne i prawa zachowania. Twierdzenie Noether. Przestrzeń fazowa i równania Hamiltona. Niezmienniki przekształceń kanonicznych i całki ruchu. Stabilność trajektorii fazowych i elementy teorii chaosu. Elementy dynamiki relatywistycznej. Elementy mechaniki sprężystych ośrodków rozciągniętych. Fizyka statystyczna – Elementy termodynamiki fenomenologicznej. Elementy klasycznej mechaniki statystycznej. Elementy kwantowej mechaniki statystycznej. Przykłady zastosowań klasycznej i kwantowej mechaniki statystycznej w termodynamice i fizyce faz skondensowanych. Statystyki Fermiego i Bosego. Elementy termodynamiki nierównowagowej.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia metod fizyki teoretycznej; posługiwania się formalizmem fizyki teoretycznej; matematycznego opisu praw przyrody.

## **B. GRUPA TREŚCI KIERUNKOWYCH**

### **1. Kształcenie w zakresie astrofizyki**

*Treści kształcenia:* Układ Słoneczny – budowa i ewolucja. Małe Ciała Układu Słonecznego – własności fizyczne. Układy planetarne – poszukiwanie. Słońce jako gwiazda – budowa, parametry, aktywność, reakcje we wnętrzu. Podstawowe parametry gwiazd. Ewolucja gwiazd. Gwiazdy zmienne. Galaktyki. Populacje gwiazd. Materia międzygwiazdowa. Ciemna materia we Wszechświecie.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia procesów fizycznych zachodzących w skali astronomicznej; rozumienia procesów ewolucji ciał niebieskich; interpretacji wyników obserwacji astronomicznych.

### **2. Kształcenie w zakresie astronomii pozagalaktycznej i kosmologii**

*Treści kształcenia:* Metody wyznaczania odległości do ciał niebieskich. Klasyfikacja morfologiczna galaktyk. Lokalna Grupa Galaktyk. Rozszerzanie się Wszechświata i prawo Hubble'a. Promieniowanie tła. Hipoteza Wielkiego Wybuchu. Ciemna materia we Wszechświecie. Wielkoskalowe właściwości Wszechświata. Galaktyki aktywne. Kwazary. Błyski gamma. Ogólna teoria względności. Metryka Robertsona-Walkera. Friedmanowskie modele Wszechświata. Kosmologia inflacyjna.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* wykorzystywania metod badawczych do obserwacji obiektów położonych poza obszarem Galaktyki; rozumienia właściwości obiektów pozagalaktycznych; rozumienia praw rządzących ewolucją Wszechświata.

### **3. Kształcenie w zakresie mechaniki nieba**

*Treści kształcenia:* Równania ruchu orbitalnego w ujęciu newtonowskim i hamiltonowskim. Zagadnienie N-ciał – całki ruchu. Pełne i ograniczone zagadnienie trzech ciał. Podstawy rachunku zaburzeń. Metody numeryczne mechaniki nieba.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia ruchów ciał niebieskich w kontekście zagadnienia wielu ciał; analizy perturbacji (zaburzeń) wprowadzanych do ruchu ciał poprzez wzajemne oddziaływania.

## **IV. INNE WYMAGANIA**

1. Przynajmniej 50% zajęć powinno być przeznaczone na ćwiczenia laboratoryjne bądź audytoryjne.
2. Za przygotowaniu pracy magisterskiej i przygotowanie do egzaminu dyplomowego student otrzymuje 20 punktów ECTS.