

## Standardy kształcenia dla kierunku studiów:

### Fizyka

#### 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 ogólną z zakresu fizyki opartą na gruntownych podstawach nauk matematyczno-przyrodniczych. Posiada umiejętności rozumienia i ścisłego opisu zjawisk fizycznych, korzystania z nowoczesnej aparatury pomiarowej oraz technicznych systemów diagnostycznych. Umie gromadzić, przetwarzać oraz przekazywać informacje. Powinien znać język obcy na poziomie biegłości B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego Rady Europy oraz umieć posługiwać się językiem specjalistycznym z zakresu nauk fizycznych. Absolwent jest przygotowany do pracy w laboratoriach: badawczych, badawczo-rozwojowych i diagnostycznych oraz w szkolnictwie – po ukończeniu specjalności nauczycielskiej (zgodnie ze standardami kształcenia przygotowującego do wykonywania zawodu nauczyciela). Ma kompetencje niezbędne do obsługi i nadzoru urządzeń, których działanie wymaga podstawowej wiedzy z zakresu fizyki. 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	360	41
B. GRUPA TREŚCI KIERUNKOWYCH	300	35
<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>Treści kształcenia w zakresie:</b>	<b>360</b>	<b>41</b>
1. Matematyki	150	
2. Podstaw fizyki	180	
3. Astronomii	30	
<b>B. GRUPA TREŚCI KIERUNKOWYCH</b>		
<b>Treści kształcenia w zakresie:</b>	<b>300</b>	<b>35</b>
1. Elektrodynamiki		
2. Podstaw fizyki kwantowej		
3. Laboratorium fizycznego		
4. Mechaniki klasycznej i relatywistycznej		
5. Termodynamiki i fizyki statystycznej		

## 3. TREŚCI I EFEKTY KSZTAŁCENIA

### A. GRUPA TREŚCI PODSTAWOWYCH

#### 1. 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 – 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, brzegowe. Szeregi i całki Fouriera. Teoria przestrzeni Hilberta. Elementy analizy wektorowej. Funkcje zespolone.

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

#### 2. Kształcenie w zakresie podstaw fizyki

*Treści kształcenia:* Mechanika – Podstawowe wielkości fizyczne – 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, praca. Energia potencjalna, zachowanie energii. Zderzenia. Ruch obrotowy brył sztywnych. Statyka i dynamika płynów. Drgania mechaniczne i fale. Oddziaływanie grawitacyjne, pole grawitacyjne. Transformacja Lorentza. Elektryczność i magnetyzm – Ładunek elektryczny, 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 – jego dyspersja. Klasyczne i nieklasyczne źródła światła. Detektory optyczne. Budowa materii – Zjawiska nieklasyczne, koncepcja fotonu. Stabilność atomu, 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 podstawowych zjawisk fizycznych w przyrodzie; formułowania problemu oraz wykorzystywania metodyki badań fizycznych (eksperymentalnych i teoretycznych) do jego rozwiązywania.

### **3. Kształcenie w zakresie astronomii**

*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 nimi rządzących; posługiwania się terminologią astronomiczną; oceny aktualnego stanu badań astronomicznych.

## **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, 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 elektromagnetycznych i podstawowych praw rządzących nimi; opisu zjawisk i procesów z zakresu elektrodynamiki.

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

*Treści kształcenia:* Korpuskularne własności promieniowania. Falowe własności cząstek. Budowa atomów. Spektroskopia. Metody matematyczne w mechanice kwantowej – przestrzenie wektorowe, przestrzenie Hilberta, notacja Diraca, operatory – reprezentacja w bazie ciągłej i dyskretnej. Postulaty mechaniki kwantowej – stan układu kwantowego, przyporządkowanie wielkościom mierzalnym operatorów, pomiar 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.

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

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

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

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* przeprowadzania prostych pomiarów fizycznych; stosowania 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 – 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, prawa Keplera. Małe drgania. Zderzenia cząstek. Ruch ciała sztywnego.

Elementy mechaniki relatywistycznej opartej o szczególną teorię względności. Relatywistyczne równania ruchu.

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

#### **5. Kształcenie w zakresie termodynamiki i fizyki statystycznej**

*Treści kształcenia:* Podstawowe pojęcia termodynamiki. Energia wewnętrzna, entalpia, praca, ciepło. Gaz doskonały – opis termodynamiczny. Entropia – definicja fenomenologiczna i statystyczna, entropia gazu doskonałego. Energia swobodna, entalpia swobodna, potencjał chemiczny. Zasady termodynamiki. Procesy odwracalne i nieodwracalne, samorzutne i wymuszone. Równowaga termodynamiczna. Układy zamknięte, otwarte i izolowane. Elementy termodynamiki procesów nierównowagowych – równania przepływów, transport ciepła. Zespoły statystyczne – mikrokanoniczny, kanoniczny. Wielki rozkład kanoniczny.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia zależności termodynamicznych; opisu zjawisk i procesów na gruncie termodynamiki i fizyki statystycznej.

### **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 seminaria, ćwiczenia audytoryjne lub 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 nauk fizycznych oraz wiedzę specjalistyczną w wybranej specjalności. Absolwent posiada wiedzę i umiejętności pozwalające na definiowanie oraz rozwiązywanie problemów fizycznych – zarówno rutynowych jak i niestandardowych. Potrafi korzystać z literatury oraz prowadzić dyskusje fachowe zarówno ze specjalistami jak i niespecjalistami. Absolwent posiada wiedzę i umiejętności umożliwiające podjęcie pracy w: jednostkach badawczych, laboratoriach diagnostycznych gospodarce oraz szkolnictwie (po ukończeniu specjalności nauczycielskiej – zgodnie ze standardami kształcenia przygotowującego do wykonywania zawodu nauczyciela). Absolwent ma nawyki ustawicznego kształcenia i rozwoju zawodowego oraz jest przygotowany do 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>90</b>	<b>10</b>
<b>Treści kształcenia w zakresie:</b>		
1. Laboratorium fizycznego	90	
<b>B. GRUPA TREŚCI KIERUNKOWYCH</b>	<b>240</b>	<b>27</b>
<b>Treści kształcenia w zakresie:</b>		
1. Fizyki teoretycznej		
2. Fizyki fazy skondensowanej		
3. Fizyki kwantowej		

### 3. TREŚCI I EFEKTY KSZTAŁCENIA

#### A. GRUPA TREŚCI PODSTAWOWYCH

##### 1. Kształcenie w zakresie laboratorium fizycznego

*Treści kształcenia:* Konstrukcje aparaturowe i zestawy pomiarowe z zakresu fizyki klasycznej i współczesnej. Komputerowe metody wspomaganie eksperymentu. Zaawansowane metody analizy danych.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* planowania złożonych eksperymentów fizycznych z uwzględnieniem różnych metod pomiarowych; obsługi złożonych układów pomiarowych z wykorzystaniem narzędzi elektronicznych i informatycznych; precyzyjnego przeprowadzania pomiarów i analizy danych; prezentacji oraz interpretacji wyników pomiarów.

#### B. GRUPA TREŚCI KIERUNKOWYCH

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

*Treści kształcenia:* 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, równania Hamiltona. Niezmienniki przekształceń kanonicznych, całki ruchu. Stabilność trajektorii fazowych. Elementy teorii chaosu. Elementy dynamiki relatywistycznej. Elementy mechaniki sprężystych ośrodków rozciągliwych. Elementy klasycznej mechaniki statystycznej. Elementy kwantowej mechaniki statystycznej. Zastosowania klasycznej i kwantowej mechaniki statystycznej w termodynamice i fizyce fazy skondensowanej. Statystyki Fermiego i Bosego.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia metod fizyki teoretycznej; posługiwania się formalizmem fizyki teoretycznej; opisu praw i procesów w przyrodzie.

##### 2. Kształcenie w zakresie fizyki fazy skondensowanej

*Treści kształcenia:* Stany skupienia. Elementy krystalografii. Symetria, własności termiczne sieci krystalicznej. Przemiany fazowe. Dielektryki. Magnetyki. Metale. Półprzewodniki. Nadprzewodnictwo. Nadciekłość. Fizyka powierzchni i międzypowierzchni. Metody doświadczalne fizyki faz skondensowanych.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* korzystania z różnych technik eksperymentalnych w badaniach fazy skondensowanej; opisu właściwości i procesów dokonujących się w fazach skondensowanych; rozumienia zjawisk fizycznych w fazach skondensowanych.

##### 3. Kształcenie w zakresie fizyki kwantowej

*Treści kształcenia:* Układy wielu cząstek. Symetria funkcji falowej. Rachunek zaburzeń – zależny i niezależny od czasu. Teoria rozpraszania – przybliżenie Borna, przesunięcie fazowe, całki po trajektoriach – równoważność podejścia Schrödingera, Heisenberga i Feynmana. Równanie Diraca. Relatywistyczna mechanika kwantowa.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia zjawisk na gruncie mechaniki kwantowej; wykorzystywania formalizmu mechaniki kwantowej do opisu tych zjawisk.

### IV. INNE WYMAGANIA

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