

# PROGRAM STUDIÓW

**Fizyka**

**Wydział Fizyki Uniwersytetu w Białymstoku**

**ogólnoakademicki**

**fizyka**

**stacjonarne**

**studia drugiego stopnia**

**4**

**120**

Nazwa kierunku

Nazwa jednostki prowadzącej studia

Profil studiów

specjalność

Forma studiów

Poziom kształcenia

Liczba semestrów

Łączna liczba punktów ECTS

Objaśnienia oznaczeń:

W = zajęcia wykładowe

L= zajęcia w zespole laboratoryjnym

C= zajęcia w grupie ćwiczeniowej

K= zajęcia w grupie konwersatoryjnej

S= zajęcia w grupie seminaryjnej

Program studiów składa się pięciu modułów kształcenia:

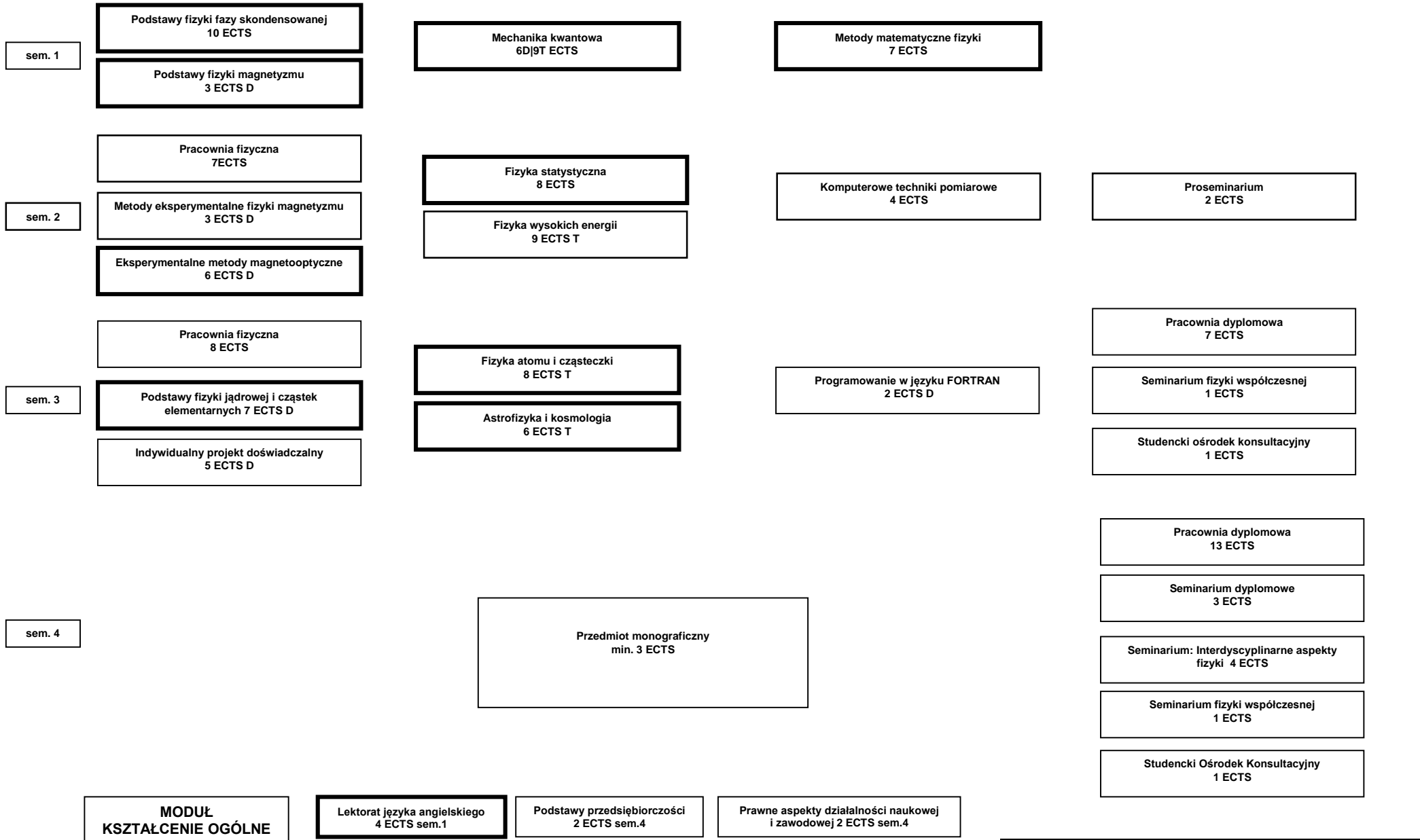
**FIZYKA DOŚWIADCZALNA, FIZYKA TEORETYCZNA, METODY MATEMATYCZNE I KOMPUTEROWE, KSZTAŁCENIE OGÓLNE, PODSUMOWANIE KSZTAŁCENIA.**

Przebieg procesu kształcenia w zakresie poszczególnych modułów objętych programem kształcenia dokumentowany jest przy pomocy narzędzi określonych w Regulaminie Studiów Uniwersytetu w Białymstoku oraz w Karcie Oceny Opisowej Grupy Studenckiej (KO<sub>2</sub>GS)<sup>1</sup>, która zawiera również odniesienia do Wydziałowego Systemu Zapewnienia Jakości Kształcenia (WSZKJ).

---

<sup>1</sup> Wzór Karty Oceny Opisowej Grupy Studenckiej = KO<sub>2</sub>GS jest załącznikiem do bieżącego dokumentu. KO<sub>2</sub>GS jest wewnętrznym dokumentem Wydziału Fizyki, który odzwierciedla przebieg procesu kształcenia oraz dostarcza istotnych danych do analiz prowadzonych w ramach Wydziałowego Systemu Zapewnienia Jakości Kształcenia.

# SCHEMAT PROGRAMU STUDIÓW



Przedmiot oznaczony **pogrubioną** linią kończy się egzaminem

ECTS	sem.1	sem.2	sem.3	sem.4
	30	30	31	29

# MODUŁ FIZYKA DOŚWIADCZALNA

Przedmioty wchodzące w skład modułu **FIZYKA DOŚWIADCZALNA** realizowane są w ramach następujących form zajęć:

1. wykład prowadzony w wymiarze W godzin w semestrze,
2. ćwiczenia rachunkowe w wymiarze C godzin w semestrze,
3. zajęcia laboratoryjne w wymiarze L godzin w semestrze obejmujące serię zadań eksperymentalnych do wykonania w zespołach 2-3 osobowych.

Weryfikacja założonych efektów kształcenia:

1. ocena wiedzy i umiejętności studenta w zakresie przygotowania rozwiązań zadań i problemów objętych ćwiczeniami rachunkowymi,
2. ocena aktywności studenta podczas zajęć ćwiczeniowych/konwersatoryjnych obejmująca umiejętność zadawania pytań dotyczących problemu, znajomość terminologii, rozumienia pojęć oraz umiejętność prezentacji rozwiązania (dokumentowane w Karcie Oceny Opisowej Grupy Studenckiej),
3. ocena przygotowania studenta do zadań laboratoryjnych (sprawdzian wejściowy – dokumentowany w Karcie Oceny Opisowej Grupy Studenckiej),
4. ocena wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadania laboratoryjnego oraz ocena umiejętności kierowania zespołem laboratoryjnym (dokumentowane w sprawozdaniu z zadania laboratoryjnego i w Karcie Oceny Opisowej Grupy Studenckiej)
5. ocena wiedzy i umiejętności studenta na egzaminie pisemnym i ustnym o charakterze problemowym: studenci przygotowują pisemne rozwiązania zadanych odpowiednio wcześniej problemów i/lub zadań korzystając z dowolnych zasobów wiedzy, egzamin ustny odbywa się na forum grupy studenckiej i polega na publicznym przedstawieniu przygotowanych rozwiązań w obecności grupy oraz egzaminującego (dokumentowane w Karcie Oceny Opisowej Grupy Studenckiej).

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta na osiągnięcie efektów założonych w kształceniu z przedmiotu bloku **FIZYKA DOŚWIADCZALNA**.

---

## Zajęcia z bezpośrednim udziałem nauczyciela akademickiego:

---

uczestnictwo w zajęciach wykładowych	<b>W</b> godzin
udział w zajęciach ćwiczeniowych/konwersatoryjnych	<b>C</b> godzin
udział w zajęciach laboratoryjnych	<b>L</b> godzin
instruktaż w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy oraz organizacji pracy w laboratorium	<b>1</b> godzina

---

## Nakład samodzielnej pracy studenta

---

przygotowanie do zajęć ćwiczeniowych	<b>C</b> godzin
przygotowanie do zajęć laboratoryjnych	<b>L</b> godzin
opracowanie wyników doświadczenia, przygotowanie opracowania w formie pisemnej	<b>2L</b> godzin
udział w konsultacjach przedmiotowych (zakłada się, że student uczestniczy w konsultacjach przedmiotowych trzy razy w semestrze)	<b>3</b> godziny
przygotowanie do egzaminu końcowego z przedmiotu i udział w egzaminie	<b>(12 +3)</b> godzin

---

Łączny nakład pracy studenta na osiągnięcie wyników kształcenia z przedmiotu modułu **WYBRANE PROBLEMY FIZYKI** wynosi:

**W + 2C + 1 + 4L + 3 + (12+3)E** godzin, gdzie E przyjmuje wartość 1 jeśli przedmiot kończy się egzaminem lub, w przeciwnym razie, wartość 0, co odpowiada **[(W + 2C + 4L + 4 + 15E)/25 ] punktom ECTS**, gdzie [ - ] oznacza zaokrąglenie do liczb całkowitych, przy tym [1,5] = 1

## Przedmioty modułu FIZYKA DOŚWIADCZALNA

Nazwa przedmiotu, wymiar i forma zajęć				semestr	Syntetyczny opis treści i metod kształcenia, zalecenia dotyczące przebiegu kształcenia	Kierunkowe efekty kształcenia dla przedmiotów modułu	ECTS
W	C	L					
<b>Podstawy fizyki fazy skondensowanej</b>	45	30	30	1	Mikroskopowa struktura materii skondensowanej. Dynamika sieci i struktura elektronowa. Wykład uzupełniony o ćwiczenia rachunkowe oraz zajęcia laboratoryjne obejmujące eksperymenty z zakresu badań struktury, dynamiki sieci i transportu ładunku elektrycznego w materii. Metody eksperymentalne z wykorzystaniem wiązek promieniowania.	K_W02, K_W03, K_W05, K_W06, K_W07, K_U03, K_U04, K_U05, K_U06, K_U08, K_U09, K_U11, K_U14, K_K01, K_K02	10
<b>Podstawy fizyki magnetyzmu</b>	15	30		1	Podstawy magnetyzmu: źródła magnetyzmu oraz uporządkowania magnetycznego materii. Wykład uzupełniony jest o ćwiczenia rachunkowe z zakresu makroskopowych i mikroskopowych, magnetycznych własności materii.	K_W02, K_W03, K_W05, K_W06, K_W07, K_U03, K_U04, K_U05, K_U06, K_U08, K_U09, K_U11, K_U14, K_K01, K_K02	3
<b>Metody eksperymentalne fizyki magnetyzmu</b>	15		15	2	Wykład dotyczy podstawowych metod doświadczalnych fizyki magnetyzmu. Jest uzupełniony o serię doświadczeń ilustrujących omawiane metody eksperymentalne.	K_W02, K_W03, K_W05, K_W06, K_W07, K_U03, K_U04, K_U05, K_U06, K_U08, K_U09, K_U11, K_K01, K_K02	3
<b>Eksperymentalne metody magnetoptyczne</b>	30		30	2	Fizyka cienkich i ultra-cienkich warstw magnetycznych, uporządkowanie magnetyczne, statyka i dynamika procesów magnesowania. Podstawy metod magnetoptycznych w badaniach warstw. Modelowanie : procesów magnesowania, właściwości magnetoptycznych. Wykonanie doświadczeń na wybranych układach magnetoptycznych, analiza uzyskanych wyników.	K_W02, K_W03, K_W05, K_W06, K_W07, K_U03, K_U04, K_U05, K_U06, K_U08, K_U09, K_U11, K_U16, K_K01, K_K02	6
<b>Podstawy fizyki jądrowej i cząstek elementarnych</b>	30		30	3	Fizyka procesów jądrowych, rozpady promieniotwórcze – rodziny promieniotwórcze, reakcje jądrowe, naturalne i sztuczne źródła promieniowania jonizującego, oddziaływanie z materią. Metody detekcji promieniowania. Podstawowe składniki materii. Wykład uzupełniony jest o zajęcia laboratoryjne obejmujące serię pomiarów i obliczeń w laboratorium komputerowym.	K_W02, K_W03, K_W05, K_W06, K_W07, K_U03, K_U04, K_U05, K_U06, K_U08, K_U09, K_U11, K_K01, K_K02	7
<b>Indywidualny projekt doświadczalny</b>			30	3	Student samodzielnie lub w zespole planuje eksperyment i wykonuje serię pomiarów zakresu współczesnej fizyki ciała stałego, omawia ich wyniki i prezentuje w postaci zwartego opracowania	K_W02, K_W03, K_W05, K_W06, K_W07, K_U03, K_U04, K_U05, K_U06, K_U08, K_U09, K_U11, K_K01, K_K02	5
<b>Pracownia fizyczna</b>			90	2/3	Seria zadań eksperymentalnych o średnim stopniu złożoności z zakresu badań strukturalnych i magnetycznych technik rezonansowych	K_W02, K_W03, K_W05, K_W06, K_W07, K_U03, K_U04, K_U05, K_U06, K_U08, K_U09, K_U11, K_K01, K_K02	<b>7/8 razem 15</b>

**Przykładowe przedmioty do wyboru**

<b>Metody jądrowe fizyki ciała stałego</b>	<b>30</b>			<b>4</b>	Student zostaje zapoznany z metodami i technikami badawczymi fizyki ciała stałego opartymi o wykorzystanie metod jądrowych.	K_W02, K_W04, K_W05, K_W06, K_W11, K_U09, K_U11, K_K02	<b>2</b>
<b>Spektroskopia Mößbauerowska</b>	<b>45</b>			<b>4</b>	Zjawisko absorpcji i emisji bezodrutowej przez jądro atomowe, budowa spektrometru móssbauerowskiego, oddziaływania nadsztywne, zastosowania w badaniach dynamiki sieci krystalicznej, zjawisko emisji elektronów konwersji wewnętrznej, efekty grubości absorbentu, całka transmisyjna, polarymetria rezonansowa, bezodrutowa absorpcja jądrowa promieniowania synchrotronowego	K_W02, K_W04, K_W05, K_W06, K_W11, K_U09, K_U11, K_K02	<b>3</b>
<b>Zastosowania metod neutronowych w fizyce i chemii</b>	<b>30</b>			<b>4</b>	Wykład dotyczy zastosowań technik neutronowych w badaniach z zakresu fizyki, chemii oraz zastosowań metod neutronowych w innych naukach przyrodniczych, – w tym w medycynie oraz zastosowaniach technicznych i przemysłowych	K_W01, K_W02, K_W04, K_W05, K_W06, K_W11, K_U09, K_U11, K_U13, K_K02	<b>2</b>
<b>Krystalografia</b>	<b>30</b>	<b>15</b>		<b>4</b>	Zapoznanie z symetrami w przyrodzie, w szczególności z symetrami kryształów. Poznanie koncepcji i własności sieci Bravais, poznanie najważniejszych struktur krystalicznych, koncepcja sieci odwrotnej, zarys metod dyfrakcyjnych w krystalografii. Budowa i otrzymywanie kryształów.	K_W02, K_W03, K_W05, K_W06, K_W07, K_U03, K_U04, K_U05, K_U06, K_U08, K_U09, K_U11, K_U14, K_K01, K_K02	<b>3</b>

## SUMARYCZNE EFEKTY KSZTAŁCENIA DLA MODUŁU FIZYKA DOŚWIADCZALNA

ECTS: 48

Student:	Odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia	Weryfikacja i dokumentacja efektów kształcenia
<p>1. rozumie i stosuje w problemach badawczych i praktycznych koncepcje teoretyczne oraz formalizm wybranych działów fizyki: fizyki ciała stałego, fizyki jądrowej i magnetycznych zjawisk rezonansowych, zna sposoby eksperymentalnej weryfikacji koncepcji teoretycznych w zakresie wybranych działów fizyki, zna budowę i zasady działania odpowiednich układów eksperymentalnych służących do ich weryfikacji oraz budowę i zasady działania aparatury pomiarowej.</p>	K_W01 K_W02 K_W03 K_W04 K_W05 K_W06 K_W07 K_W11 K_U05	<p><b>Weryfikacja efektów:</b>            egzaminy pisemne i ustne w połączeniu z zaliczeniem zajęć laboratoryjnych i /lub ćwiczeń rachunkowych,  <b>Dokumentacja efektów:</b>            protokół egzaminacyjny i zaliczeniowy uzupełniony o KO<sub>2</sub>GS</p>
<p>2. analizuje problemy z zakresu wybranych działów fizyki, znajduje i przedstawia ich rozwiązania oraz przy wykorzystaniu poznanych narzędzi matematyki i informatyki, wykonuje analizy ilościowe i wyciąga wnioski jakościowe, planuje i wykonuje eksperyment badawczy lub pomiar z zakresu wybranych działów fizyki wykorzystując zdobytą wiedzę teoretyczną, przedstawia jego wyniki w postaci zwartego opracowania o charakterze naukowym lub raportu</p>	K_U03 K_U04 K_U06 K_U09 K_U10 K_U13 K_U12 K_U14	<p><b>Weryfikacja efektów:</b>            ocenianie ciągle przez prowadzącego zajęcia,  <b>Dokumentacja efektów:</b>            sprawozdanie ze zrealizowanych zadań laboratoryjnych, rozprawa o charakterze badawczym z wybranych zadań eksperymentalnych lub raport z pomiarów , protokół zaliczeniowy, KO<sub>2</sub>GS</p>
<p>3. wykorzystuje ze zrozumieniem i krytycznie zasoby fachowej literatury i zasobów Internetu w odniesieniu do wybranych problemów fizyki</p>	K_U11	<p><b>Weryfikacja efektów:</b>            ocenianie ciągle przez prowadzącego zajęcia,  <b>Dokumentacja efektów:</b>            KO<sub>2</sub>GS</p>
<p>4. pracuje w zespole laboratoryjnym, przyjmując, między innymi rolę kierowniczą, przyjmuje odpowiedzialność za realizowane zadanie zespołowe , stosuje zasady uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i innych osób, rozumie potrzebę dzielenia się wiedzą</p>	K_K01 K_K02	<p><b>Weryfikacja efektów:</b>            ocenianie ciągle przez prowadzącego zajęcia,  <b>Dokumentacja efektów:</b>            KO<sub>2</sub>GS</p>

# MODUŁ FIZYKA TEORETYCZNA

Przedmioty wchodzące w skład modułu **FIZYKA TEORETYCZNA** realizowane są w ramach następujących form zajęć:

1. wykład prowadzony wymiarze W godzin w semestrze,
2. zajęcia ćwiczeniowe w wymiarze C godzin w semestrze,

Weryfikacja założonych efektów kształcenia:

1. ocena wiedzy i umiejętności studenta w zakresie przygotowania rozwiązań zadań i problemów objętych ćwiczeniami obliczeniowymi,
2. ocena aktywności studenta podczas zajęć seminaryjnych obejmująca umiejętność zadawania pytań dotyczących problemu, znajomość terminologii, rozumienia pojęć oraz umiejętność prezentacji rozwiązania (dokumentowane w Karcie Oceny Opisowej Grupy Studenckiej),
3. ocena wiedzy i umiejętności studenta na egzaminie o charakterze problemowym i egzaminie ustnym.

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta na osiągnięcie efektów założonych w kształceniu z przedmiotu modułu **FIZYKA TEORETYCZNA**.

<b>Zajęcia z bezpośrednim udziałem nauczyciela akademickiego:</b>	
uczestnictwo w zajęciach wykładowych	<b>W</b> godzin
udział w zajęciach ćwiczeniowych	<b>C</b> godzin
<b>Nakład samodzielnej pracy studenta</b>	
przygotowanie do zajęć ćwiczeniowych	<b>2,5C</b> godzin
udział w konsultacjach przedmiotowych (zakłada się, że przeciętny student uczestniczy w konsultacjach przedmiotowych trzy razy w semestrze)	<b>3</b> godziny
przygotowanie do egzaminu końcowego z przedmiotu i udział w egzaminie	<b>(10+3)</b> godzin

Łączny nakład pracy studenta na osiągnięcie wyników kształcenia z przedmiotu modułu **FIZYKA TEORETYCZNA** wynosi:  **$W + 3,5C + 3 + (10+3)$**  godzin, co odpowiada  **$[(W + 3,5C + 16)/25]$**  punktem ECTS, gdzie [ - ] oznacza zaokrąglenie do liczb całkowitych, przy tym dla celów obliczeniowych przyjmuje się:  $[1,5] = 1$

## Przedmioty modułu FIZYKA TEORETYCZNA

Nazwa przedmiotu, wymiar i forma zajęć				semestr	Syntetyczny opis treści i metod kształcenia, zalecenia dotyczące przebiegu kształcenia	Kierunkowe efekty kształcenia dla przedmiotów modułu	ECTS
	W	C					
<b>Mechanika kwantowa</b>	D	30	30	1	Student poznaje wybrane zagadnienia i metody mechaniki kwantowej: rachunek zaburzeń, metody wariacyjne, formalizm opisu cząstek ze spinem oraz elementy relatywistycznej mechaniki kwantowej.	K_W02, K_W04, K_W10, K_W11, K_W12 K_U05, K_U09, K_U10, K_U11, K_U12 K_U14, K_U15 K_K02	6
	T	45	45		Uzupełnienie zawierające pogłębioną analizę problemów relatywistycznej mechaniki kwantowej. Przygotowanie do przedmiotu Fizyka Wysokich Energii.		9
<b>Fizyka statystyczna</b>		30	45	2	Wprowadzenie do fizyki statystycznej: omówienie elementów termodynamiki, analiza równowagowych własności układów makroskopowych w oparciu o formalizm zespołów statystycznych, dyskusja procesów nierównowagowych w ramach kinetycznej teorii gazu Boltzmanna. Wykład obejmuje w szczególności analizę własności kwantowych układów fermionów i bozonów. Wykład uzupełniony jest o ćwiczenia rachunkowe.	K_W02, K_W04, K_W10, K_W11, K_W12, K_W13 K_U05, K_U09, K_U10, K_U11, K_U12 K_U14, K_U15 K_K02	8
<b>Astrofizyka i kosmologia</b>		30	30	3	Wprowadzenie do astrofizyki i kosmologii. Elementy teorii budowy i ewolucji gwiazd, galaktyk i Wszechświata jako całości. Wykład uzupełniony ćwiczeniami rachunkowymi, na których będą wykorzystywane komputerowe narzędzia obliczeniowe.	K_W02, K_W04, K_W10, K_W11, K_W12, K_W13 K_U05, K_U09, K_U10, K_U11, K_U12 K_U14, K_U15 K_K02	6
<b>Fizyka wysokich energii</b>		45	45	2	Studenci poznają podstawowe koncepcje, modele i metody opisu zjawisk z zakresu teorii i fenomenologii oddziaływań fundamentalnych oraz teorii cząstek elementarnych. Poznają podstawowe metody kwantowej teorii pola. W trakcie ćwiczeń poznają w praktyce podstawowe metody rachunkowe fizyki wysokich energii.	K_W02, K_W04, K_W10, K_W11, K_W12 K_U05, K_U09, K_U10, K_U11, K_U12 K_U14, K_U15 K_K02	9
<b>Fizyka atomu i cząsteczek</b>		30	45	3	Wprowadzenie do teorii atomów i cząsteczek jako układów wieloelektronowych. Wykład zawiera w szczególności opis struktury energetycznej atomów i cząsteczek, dyskusję przybliżeń wykorzystywanych do jej wyznaczenia, związek struktury energetycznej atomów z budową układu okresowego pierwiastków. Ponadto wprowadzony jest półklasyczny opis oddziaływania atomów i cząsteczek z polem elektromagnetycznym. Wykład uzupełniony jest o ćwiczenia rachunkowe.	K_W02, K_W04, K_W10, K_W11, K_W12 K_U05, K_U09, K_U10, K_U11, K_U12 K_U14, K_U15 K_K02	8



**Przykładowe przedmioty do wyboru**

<b>Ogólna teoria względności</b>	<b>45</b>	<b>30</b>	<b>4</b>	Wykład rozwija narzędzia matematyczne (elementy geometrii różniczkowej) oraz intuicje fizyczne (rozwijane w oparciu o szczególną teorię względności) niezbędne do sformułowania i uzasadnienia równań Einsteina oraz dyskutuje najprostsze rozwiązania tych równań opisujące czarne dziury oraz modele kosmologiczne Wszechświata. Wykład uzupełniony ćwiczeniami rachunkowymi, na których będzie wykorzystywany program Mathematica służący do przeprowadzania obliczeń symbolicznych na komputerze.	K_W02, K_W04, K_W10, K_W11, K_W12 K_U05, K_U09, K_U10, K_U11, K_U12 K_U14, K_U15 K_K02	<b>6</b>
<b>Elementy teorii solitonów</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>4</b>	Wprowadzenie do teorii całkowalnych równań różniczkowych cząstkowych (takich jak: równanie KdV, równanie sinusa-Gordona i nieliniowe równanie Schrödingera). Różne metody otrzymywania rozwiązań solitonowych. Wykład uzupełniony ćwiczeniami rachunkowymi, z naciskiem na samodzielne rozwiązywanie problemów w domu.	K_W02, K_W04, K_W10, K_W11, K_W12 K_U05, K_U09, K_U10, K_U11, K_U12 K_U14, K_U15 K_K02	<b>3</b>
<b>Własności zdegenerowanych gazów atomowych</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>4</b>	Omówienie eksperymentalnych technik otrzymywania zimnych gazów atomowych Bosego i Fermiego. Dyskusja różnych aspektów własności statystycznych.	K_W02, K_W04, K_W10, K_W11, K_W12 K_U05, K_U09, K_U10, K_U11, K_U12 K_U14, K_U15 K_K02	<b>6</b>

SUMARYCZNE EFEKTY KSZTAŁCENIA DLA MODUŁU FIZYKA TEORETYCZNA		ECTS: 48
Student:	Odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia	Weryfikacja i dokumentacja efektów kształcenia
1. ma poszerzoną wiedzę z zakresu wybranych działów fizyki teoretycznej w tym wiedzę o problemach fizyki współczesnej, rozumie rolę teorii fizycznej, zna zaawansowane metody matematyczne fizyki oraz narzędzia komputerowe do analizy problemów teoretycznych	K_W02, K_W04, K_W10, K_W11, K_W12, K_W13	<b>Weryfikacja efektów:</b> egzaminy pisemne i ustne, zaliczenie zajęć seminaryjnych i laboratoryjnych, <b>Dokumentacja efektów:</b> protokół egzaminacyjny rozszerzony o KO <sub>2</sub> GS
2. interpretuje i przewiduje wyniki eksperymentów w oparciu o wiedzę i umiejętności teoretyczne, przedstawia koncepcje teoretyczne i wykorzystując poznane metody matematyki oraz informatyki stosuje rozważania teoretyczne do jakościowej i ilościowej analizy wybranych układów i zjawisk fizycznych, korzysta z fachowej literatury i zasobów Internetu	K_U05, K_U09, K_U10, K_U11, K_U12, K_U14, K_U15	<b>Weryfikacja efektów:</b> ocenie ciągłe w trakcie zajęć seminaryjnych <b>Dokumentacja efektów:</b> protokół zaliczeniowy, KO <sub>2</sub> GS
3. ma świadomość ograniczeń swojej wiedzy i umiejętności i rozumie potrzebę stałego ich uzupełniania i pogłębiania	K_K02	<b>Weryfikacja efektów:</b> wyniki testów sprawdzających, ocenianie ciągłe przez prowadzącego zajęcia laboratoryjne, <b>Dokumentacja efektów:</b> protokół zaliczeniowy, KO <sub>2</sub> GS

# MODUŁ METODY MATEMATYCZNE I KOMPUTEROWE

Przedmioty wchodzące w skład modułu **METODY MATEMATYCZNE I KOMPUTEROWE** realizowane są w ramach następujących form zajęć:

1. wykład prowadzony wymiarze W godzin w semestrze,
2. zajęcia konwersatoryjne w wymiarze C godzin w semestrze,
3. zajęcia laboratoryjne w pracowni komputerowej lub eksperymentalnej w wymiarze L godzin w semestrze

Weryfikacja założonych efektów kształcenia:

1. ocena wiedzy i umiejętności studenta w zakresie przygotowania rozwiązań zadań i problemów objętych ćwiczeniami rachunkowymi,
2. ocena aktywności studenta podczas zajęć seminaryjnych obejmująca umiejętność zadawania pytań dotyczących problemu, znajomość terminologii, rozumienia pojęć oraz umiejętność prezentacji rozwiązania (dokumentowane w Karcie Oceny Opisowej Grupy Studenckiej),
3. ocena przygotowania studenta do zadań laboratoryjnych (dokumentowane w Karcie Oceny Opisowej Grupy Studenckiej),
4. ocena wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadania praktycznego oraz ocena umiejętności kierowania zespołem laboratoryjnym (dokumentowane w Karcie Oceny Opisowej Grupy Studenckiej)
5. ocena wystąpienia seminaryjnego pod względem treści i formy (dokumentowane w Karcie Oceny Opisowej Grupy Studenckiej),
4. ocena wiedzy i umiejętności studenta na egzaminie pisemnym i ustnym.

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta na osiągnięcie efektów założonych w kształceniu z przedmiotu modułu **METODY MATEMATYCZNE I KOMPUTEROWE**.

---

### Zajęcia z bezpośrednim udziałem nauczyciela akademickiego:

---

uczestnictwo w zajęciach wykładowych	W godzin
udział w zajęciach konwersatoryjnych	C godzin
udział w zajęciach laboratoryjnych	L godzin

---

### Nakład samodzielnej pracy studenta

---

przygotowanie do zajęć konwersatoryjnych	1,5C godzin
przygotowanie do zajęć laboratoryjnych i wykonanie ćwiczeń obliczeniowych	L godzin
udział w konsultacjach przedmiotowych (zakłada się, że przeciętny student uczestniczy w konsultacjach przedmiotowych trzy razy w semestrze)	3 godziny
przygotowanie do egzaminu końcowego z przedmiotu i udział w egzaminie	(10 +3) godzin

---

Łączny nakład pracy studenta na osiągnięcie wyników kształcenia z przedmiotu modułu **METODY MATEMATYCZNE I KOMPUTEROWE** wynosi:

**$W + 2,5C + 2L + 3 + (10+3)E$**  godzin, gdzie E przyjmuje wartość 1 jeśli przedmiot kończy się egzaminem lub, w przeciwnym razie, wartość 0, co odpowiada  **$[(W + 2,5C + 2L + 3 + 13E) / 25]$**  punktem ECTS, gdzie [ - ] oznacza zaokrąglenie do liczb całkowitych, przy tym dla celów obliczeniowych przyjmuje się:  $[1,5] = 1$

## Przedmioty modułu METODY MATEMATYCZNE I KOMPUTEROWE

Nazwa modułu/przedmiotu, wymiar i forma zajęć				semestr	Syntetyczny opis treści i metod kształcenia, zalecenia dotyczące przebiegu kształcenia	Kierunkowe efekty kształcenia dla przedmiotów modułu	ECTS
<b>Metody matematyczne fizyki</b>	30	30	30	1	Studenci zostają zapoznani z zaawansowanymi metodami matematyki wyższej stosowanymi w opisie i analizie układów i procesów fizycznych. W trakcie ćwiczeń i zajęć laboratoryjnych nabierają umiejętności ich stosowania – także przy wykorzystaniu narzędzi komputerowych.	K_W12, K_W13, K_U14, K_U15, K_U18, K_K02	7
<b>Programowanie w języku FORTRAN</b>			30	3	Studenci uzyskują niezbędne wiadomości teoretyczne w celu zdobycia umiejętności wykonania złożonych obliczeń fizycznych przy użyciu samodzielnie skonstruowanego algorytmu, następnie napisania i uruchomienia odpowiedniego programu w języku Fortran. Studenci piszą i uruchamiają własne programy o wzrastającym stopniu złożoności	K_W13, K_U15, K_U16, K_U18, K_K02	2
<b>Komputerowe techniki pomiarowe</b>	30		30	2	Zasady działania stanowisk pomiarowych, podstawowe i specjalistyczne czujniki wielkości fizycznych, skomputeryzowane stanowiska doświadczeń fizycznych. Organizacja i klasyfikacja systemów pomiarowych... Elementy sterowania w układzie pomiarowym oraz wstęp do pomiarowych systemów wirtualnych. Zajęcia laboratoryjne obejmują serię doświadczeń fizycznych w skomputeryzowanym środowisku pomiarowym.	K_W07, K_W08, K_W13, K_U16, K_U17, K_U18, K_K02	4

### SUMARYCZNE EFEKTY KSZTAŁCENIA DLA MODUŁU METODY MATEMATYCZNE I KOMPUTEROWE

**ECTS: 13**

Student:	Odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia	Weryfikacja i dokumentacja efektów kształcenia
1. stosuje wybrane, zaawansowane metody matematyczne do zagadnień fizyki, rozwiązuje wybrane problemy przy wykorzystaniu komputerowych narzędzi obliczeniowych w tym narzędzi do obliczeń symbolicznych	K_W12, K_W13 K_U14, K_U15 K_U18	<b>Weryfikacja efektów:</b> egzaminy pisemne i ustne w połączeniu z zaliczeniem zajęć ćwiczeniowych i laboratoryjnych, <b>Dokumentacja efektów:</b> protokół egzaminacyjny, KO <sub>2</sub> GS
2. umie skonstruować algorytm na podstawie znajomości problematyki fizycznej oraz posiadanej wiedzy informatycznej umożliwiającej wykonanie złożonych obliczeń fizycznych przy użyciu samodzielnie napisanego programu w języku Fortran: poznaje koncepcję programowania równoległego, poznaje etapy tworzenia kodu wynikowego	K_U15 K_U16 K_U18 K_W08 K_W13	<b>Weryfikacja efektów:</b> ocenie ciągłe w trakcie zajęć laboratoryjnych <b>Dokumentacja efektów:</b> protokół egzaminacyjny lub zaliczeniowy, KO <sub>2</sub> GS
3. uzyskuje wiedzę w zakresie komputerowych technik i metod pomiarowych oraz ich zastosowaniu w eksperymencie fizycznym. Rozumie i potrafi wytłumaczyć budowę komputerowego systemu pomiarowego, zasadę działania czujników pomiarowych, umie wykonywać eksperyment oraz stosowne analizy danych pomiarowych, interpretować wyniki oraz formułować wnioski.	K_U06 K_U16 K_W08	<b>Weryfikacja efektów:</b> wyniki testów sprawdzających, ocenie ciągłe przez prowadzącego zajęcia laboratoryjne, <b>Dokumentacja efektów:</b> protokół zaliczeniowy, KO <sub>2</sub> GS

4. wykorzystuje ze zrozumieniem i krytycznie zasoby literatury i Internetu w odniesieniu do problemów z zakresu matematycznych i komputerowych metod fizyki

K\_U17, K\_U18

**Weryfikacja efektów:**

ocenie ciągle przez prowadzącego zajęcia seminaryjne,

**Dokumentacja efektów:**

KO<sub>2</sub>GS

## MODUŁ KSZTAŁCENIE OGÓLNE

Przedmioty wchodzące w skład modułu **KSZTAŁCENIA OGÓLNEGO** realizowane są w ramach następujących form zajęć:

1. wykład prowadzony wymiarze **W** godzin w semestrze,
2. zajęcia seminaryjne w wymiarze **S** godzin w semestrze,
3. zajęcia w ramach lektoratu językowego w wymiarze **LJ** godzin w semestrze

Weryfikacja założonych efektów kształcenia:

1. ocena znajomości języka angielskiego według kryteriów przyjętych dla poziomu B2+
2. ocena wystąpień seminaryjnych pod względem treści i formy (dokumentowane w Karcie Oceny Opisowej Grupy Studenckiej),

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta na osiągnięcie efektów założonych w kształceniu z przedmiotu modułu **KSZTAŁCENIA OGÓLNEGO**.

### Zajęcia z bezpośrednim udziałem nauczyciela akademickiego:

udział w zajęciach seminaryjnych	<b>S</b> godzin
udział w zajęciach wykładowych	<b>W</b> godzin
udział w zajęciach z języka angielskiego	<b>LJ</b> godzin

### Nakład samodzielnej pracy studenta

praca własna w ramach utrwalania znajomości języka angielskiego	<b>LJ</b> godzin
przygotowanie wystąpienia seminaryjnego	<b>10</b> godzin
przygotowanie do egzaminu lub zaliczenia przedmiotu	<b>5</b> godzin

Łączny nakład pracy studenta na osiągnięcie efektów założonych dla zajęć wykładowo seminaryjnych wynosi:

**W+ S + 15**, co odpowiada **[(W+S+15)/25]** punktom ECTS, gdzie [ - ] oznacza zaokrąglenie do liczb całkowitych, przy tym dla celów obliczeniowych przyjmuje się: [1,5] = 1

Łączny nakład pracy studenta na osiągnięcie efektów kształcenia założonych dla zajęć w ramach lektoratu języka angielskiego wynosi **2LJ** godzin co odpowiada **[2LJ/25]** punktom ECTS, gdzie [ - ] oznacza zaokrąglenie do liczb całkowitych, przy tym dla celów obliczeniowych przyjmuje się: [1,5] = 1

### Przedmioty modułu KSZTAŁCENIA OGÓLNEGO

Nazwa przedmiotu, wymiar i forma zajęć				semestr	Syntetyczny opis treści i metod kształcenia, zalecenia dotyczące przebiegu kształcenia	Kierunkowe efekty kształcenia dla przedmiotów modułu	ECTS
<b>Lektorat języka angielskiego</b>				1	Student uczestniczy w kształceniu językowym na poziomie B2+	K_U11, K_U17 K_U19, K_U20	4
<b>Podstawy przedsiębiorczości</b>				4	Zasady przedsiębiorczości, w tym przedsiębiorczości indywidualnej. Komercjalizacja wyników badań naukowych. W ramach zajęć seminaryjnych studenci referują wybrane problemy szczegółowe.	K_W16, K_K04	2
<b>Prawne aspekty działalności naukowej i zawodowej</b>				4	Prawo w działalności naukowo-dydaktycznej, ochrona własności przemysłowej, prawo patentowe. W ramach zajęć seminaryjnych studenci referują wybrane problemy szczegółowe.	K_W14, K_W15, K_W16, K_K01,	2

### SUMARYCZNE EFEKTY KSZTAŁCENIA DLA MODUŁU KSZTAŁCENIA OGÓLNEGO

**ECTS: 8**

Student:	Odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia	Weryfikacja i dokumentacja efektów kształcenia
1. zna i stosuje zasady przedsiębiorczości i przedsiębiorczości indywidualnej. Zna otoczenie prawne działalności naukowo-dydaktycznej i zawodowej.	K_W14, K_W15 K_W16, K_K01, K_K04	<b>Weryfikacja efektów:</b> Ocena z egzaminu i zaliczenia, ocenianie ciągłe w trakcie zajęć seminaryjnych <b>Dokumentacja efektów:</b> Protokoły egzaminacyjne i zaliczeniowe, KO <sub>2</sub> GS
2. posługuje się językiem angielskim na poziomie B2+	K_U11, K_U17, K_U19, K_U20	<b>Weryfikacja efektów:</b> ocenie ciągłe w trakcie zajęć <b>Dokumentacja efektów:</b> Protokoły egzaminacyjne

## MODUŁ PODSUMOWANIE KSZTAŁCENIA

Przedmioty wchodzące w skład modułu **PODSUMOWANIE KSZTAŁCENIA** realizowane są w ramach następujących form zajęć:

1. zajęcia seminaryjne w wymiarze S godzin w semestrze,
2. konsultacje indywidualne w wymiarze PD godzin w semestrze.

Weryfikacja założonych efektów kształcenia:

1. ocena aktywności studenta podczas zajęć seminaryjnych obejmująca umiejętność zadawania pytań dotyczących problemu, znajomość terminologii, rozumienia pojęć oraz umiejętność prezentacji, ocena znajomości fachowego języka angielskiego (dokumentowane w Karcie Oceny Opisowej Grupy Studenckiej),
2. ocena postępów w przygotowywaniu pracy dyplomowej, warunkiem zaliczenia przedmiotu Pracownia Dyplomowa jest wykonanie zadań określonych przez promotora – merytoryczne opracowanie części/całości pracy dyplomowej (dokumentowane w protokole zaliczeniowym i sprawozdaniu studenta zaakceptowanym i podpisanym przez promotora)
3. ocena wystąpienia seminaryjnego pod względem treści i formy (dokumentowane w Karcie Oceny Opisowej Grupy Studenckiej),

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta na osiągnięcie efektów założonych w kształceniu z przedmiotu modułu **PODSUMOWANIE KSZTAŁCENIA**.

<b>Zajęcia z bezpośrednim udziałem nauczyciela akademickiego:</b>	
udział w zajęciach seminaryjnych	<b>S</b> godzin
konsultacje w ramach pracowni dyplomowej zakłada się, że student odbywa w 3 i 4 semestrze 20 i odpowiednio 25 godzin konsultacji	<b>45</b> godzin
<b>Nakład samodzielnej pracy studenta</b>	
praca własna w ramach pracowni dyplomowej: zakłada się, że student poświęca na przygotowanie pracy magisterskiej 12 godzin tygodniowo w semestrze 3 i 20 godzin w semestrze 4, wliczając w to czas konsultacji	<b>180</b> godzin w semestrze 3, <b>300</b> godzin w semestrze 4
przygotowanie dwóch godzinnych wystąpień seminaryjnych (w języku angielskim)	<b>2x20 (30)</b> godzin

Łączny nakład pracy studenta na osiągnięcie efektów założonych dla zajęć seminaryjnych (zajęć seminaryjnych w języku angielskim) odpowiada **3 (4)** punktom **ECTS**.

Łączny nakład pracy studenta na osiągnięcie efektów kształcenia założonych dla zajęć w ramach pracowni dyplomowej odpowiada **7** punktom **ECTS** w semestrze 3 i odpowiednio **13** punktom **ECTS** w semestrze 4.

## Przedmioty modułu PODSUMOWANIE KSZTAŁCENIA

Nazwa przedmiotu, wymiar i forma zajęć			semestr	Syntetyczny opis treści i metod kształcenia, zalecenia dotyczące przebiegu kształcenia	Kierunkowe efekty kształcenia dla przedmiotów modułu	ECTS	
							S
Proseminarium			30	2	Student, co najmniej raz w semestrze, wygłasza popularny referat na temat wybrany z puli przygotowanej przez prowadzącego zajęcia przy wykorzystaniu wskazanych źródeł. Uczestniczy w dyskusji.	K_U01 K_K02 K_K01	2
Pracownia dyplomowa			10/20	3/4	Student samodzielnie wykonuje zadania doświadczalne lub teoretyczne pod kierunkiem i nadzorem promotora. Przygotowuje rozprawę o charakterze opracowania badawczego zgodnie z metodologią dyscypliny. Korzysta ze źródeł angielskojęzycznych.	K_U02,	7/13
Seminarium fizyki współczesnej			20/20	3/4	Student uczestniczy w wybranym seminarium Wydziału Fizyki. Przedstawia prowadzącemu seminarium krótkie (max.15 min) wystąpienie oralne na temat poruszanych zagadnień.	K_W11, K_U01	1/1
Seminarium dyplomowe			30	3	Student, co najmniej dwukrotnie w semestrze, referuje w sposób popularny, zagadnienia związane z tematyką własnej pracy dyplomowej. Bierze udział w dyskusji seminaryjnej.	K_U01, K_U02, K_U19 K_K01	3
Seminarium „Interdyscyplinarne aspekty fizyki” (w języku angielskim)			30	4	Student, co najmniej dwukrotnie w semestrze, referuje wybrane przez siebie zagadnienie z zakresu związków fizyki współczesnej i dyscyplin pokrewnych. Wystąpienie opiera o angielskojęzyczne źródła literatury i/lub Internetu. Podejmuje merytoryczną dyskusję w języku angielskim.	K_U01, K_U02, K_U19, K_U20 K_K01 K_K02,	4
Studencki Ośrodek Konsultacyjny			15/15	3/4	Studenci studiów drugiego stopnia, pod nadzorem opiekuna roku, organizują zespół konsultacyjno - doradczy dla studentów studiów pierwszego stopnia w zakresie problemów merytorycznych i organizacyjnych związanych z tokiem kształcenia.	K_K01 K_K02, K_K03 K_U12	1/1

## SUMARYCZNE EFEKTY KSZTAŁCENIA DLA MODUŁU PODSUMOWANIE KSZTAŁCENIA

**ECTS: 31**

Student:	Odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia	Weryfikacja i dokumentacja efektów kształcenia
1. student stosuje metodologię dyscypliny w samodzielnej pracy doświadczalnej lub teoretycznej. Przedstawia wyniki w postaci wystąpień i rozprawy, dyskutuje o wynikach pracy. Przestrzega zasad etyki w badaniach naukowych.	K_U01, K_U02, K_U19, K_U20, K_K01	<b>Weryfikacja efektów:</b> ocenie ciągle w trakcie zajęć w pracowni dyplomowej i zajęć seminaryjnych <b>Dokumentacja efektów:</b> Protokoły zaliczeniowe, KO <sub>2</sub> GS
2. dociera do źródeł najnowszej wiedzy o osiągnięciach fizyki współczesnej. Publicznie przedstawia osiągnięcia w języku polskim i angielskim. Podejmuje merytoryczną dyskusję.	K_U01, K_U19 K_U20 K_K02,	<b>Weryfikacja efektów:</b> ocenie ciągle w trakcie zajęć seminaryjnych <b>Dokumentacja efektów:</b> Protokoły zaliczeniowe, KO <sub>2</sub> GS
3. dzieli się wiedzą, doradza w zakresie organizacji toku kształcenia, inspiruje tok kształcenia	K_K01, K_K02, K_K03 K_U12	<b>Weryfikacja efektów:</b> opinia opiekuna roku <b>Dokumentacja efektów:</b> Sprawozdanie z działalności SOK,



## **WSKAŹNIKI ILOŚCIOWE DLA PROGRAMU KSZTAŁCENIA**

1. Łączna liczba pkt. ECTS z zajęć przy bezpośrednim udziale nauczycieli akademickich i studentów: 120
2. Łączna liczba pkt. ECTS w ramach zajęć z zakresu nauk podstawowych z obszaru nauk ścisłych: 112
3. Łączna liczba pkt. ECTS w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 96,4
4. Procentowy udział punktów z zajęć do wyboru przez studenta: 40%
5. Minimalna liczba pkt. ECTS za moduły / przedmioty na innym kierunku: 0
6. Warunki ukończenia studiów: uzyskanie 120 punktów ECTS (absolutorium), zdanie egzaminu magisterskiego