

**WYDZIAŁ: PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI**  
**KIERUNEK STUDIÓW: FIZYKA TECHNICZNA**  
**FORMA STUDIÓW: STACJONARNA**

---

**Spis treści**

PROGRAM STUDIÓW	1
ZAKŁADANE EFEKTY UCZENIA SIĘ	2
OPIS PROGRAMU STUDIÓW – specjalność dyplomowania NANOINŻYNIERIA	6
PLAN STUDIÓW – specjalność dyplomowania NANOINŻYNIERIA	31

## PROGRAM STUDIÓW

---

WYDZIAŁ:	<b>PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI</b>
KIERUNEK STUDIÓW:	<b>FIZYKA TECHNICZNA</b>
PRZYPORZĄDKOWANY DO DYSCYPLINY:	<b>Nauki fizyczne</b>
POZIOM KSZTAŁCENIA:	<b>studia pierwszego stopnia</b>
FORMA STUDIÓW:	<b>stacjonarna</b>
PROFIL:	<b>ogólnoakademicki</b>
JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW:	<b>polski</b> <b>(w uzasadnionych przypadkach wybrane kursy mogą być prowadzone w języku angielskim)</b>
OBOWIĄZUJE OD CYKLU KSZTAŁCENIA:	<b>2023/2024</b>

### Zawartość:

1. Zakładane efekty uczenia się – zał. nr 1 do programu studiów
2. Opis programu studiów – zał. nr 2 do programu studiów
3. Plan studiów – zał. nr 3 do programu studiów

## ZAKŁADANE EFEKTY UCZENIA SIĘ

---

WYDZIAŁ:	<b>PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI</b>
KIERUNEK STUDIÓW:	<b>FIZYKA TECHNICZNA</b>
POZIOM STUDIÓW:	<b>studia pierwszego stopnia</b>
PROFIL:	<b>ogólnoakademicki</b>

### Umiejscowienie kierunku:

Dziedzina:	<b>nauk ścisłych i przyrodniczych</b>
Dyscyplina/dyscypliny:	<b>Nauki fizyczne</b>

### Objaśnienie oznaczeń:

P6U – charakterystyki uniwersalne odpowiadające kształceniu na studiach drugiego stopnia - 6 poziom PRK

P6S – charakterystyki drugiego stopnia odpowiadające kształceniu na studiach drugiego stopnia/ jednolitych magisterskich – 6 poziom PRK

W – kategoria „wiedza”

U – kategoria „umiejętności”

K – kategoria „kompetencje społeczne”

K(symbol kierunku)\_W1, K(symbol kierunku)\_W2, K(symbol kierunku)\_W3, ...- efekty kierunkowe dot. kategorii „wiedza”

K(symbol kierunku)\_U1, K(symbol kierunku)\_U2, K(symbol kierunku)\_U3, ...- efekty kierunkowe dot. kategorii „umiejętności”

K(symbol kierunku)\_K1, K(symbol kierunku)\_K2, K(symbol kierunku)\_K3, ...- efekty kierunkowe dot. kategorii „kompetencje społeczne”

...\_inż – efekty uczenia się umożliwiające uzyskanie kompetencji inżynierskich

Symbol kierunkowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się na kierunku studiów:	Odniesienie do charakterystyk PRK		
	<b>FIZYKA TECHNICZNA</b>	Uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia	Charakterystyki drugiego stopnia typowe dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego (S)	
	<i>Po ukończeniu kierunku studiów absolwent:</i>		Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomie 6 PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomie 6 PRK, umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich
<b>WIEDZA (W)</b>				
K1FTE_W01	<i>ma wiedzę z zakresu matematyki: algebry, analizy matematycznej, elementów rachunku prawdopodobieństwa, matematyki w fizyce</i>	P6U_W	P6S_WG	
K1FTE_W02	<i>ma wiedzę z zakresu fizyki klasycznej, fizyki współczesnej, optyki oraz fizyki teoretycznej</i>	P6U_W	P6S_WG	
K1FTE_W03	<i>ma wiedzę z zakresu chemii ogólnej oraz wybranych działów chemii</i>	P6U_W	P6S_WG	
K1FTE_W04	<i>ma wiedzę w zakresie urządzeń techniki komputerowej i ich użytkowania; ma uporządkowaną wiedzę w zakresie metod i technik programowania; zna podstawy analizy numerycznej</i>	P6U_W	P6S_WG	P6S_WG_inż
K1FTE_W05	<i>ma wiedzę z zakresu mechaniki kwantowej i fizyki ciała stałego</i>	P6U_W	P6S_WG	
K1FTE_W06	<i>zna metody eksperymentalne pozwalające zrozumieć budowę ciał stałych i zjawiska w nich zachodzące</i>	P6U_W	P6S_WG	P6S_WG_inż
K1FTE_W07	<i>zna zasady wizualizacji i prezentacji projektu inżynierskiego</i>	P6U_W	P6S_WG	P6S_WG_inż
K1FTE_W08	<i>ma wiedzę na temat fundamentalnych dylematów współczesnej cywilizacji, zna i rozumie zasady prawa autorskiego i ochrony własności przemysłowej</i>	P6U_W	P6S_WK	
K1FTE_W09	<i>rozumie podstawowe społeczne, ekonomiczne i prawne uwarunkowania działalności inżynierskiej i wynikającej z nich odpowiedzialności; potrafi przewidywać skutki tej działalności dla środowiska naturalnego, społeczności i gospodarki; zna istotę i cele funkcjonowania przedsiębiorstwa; rozpoznaje podstawowe problemy w poszczególnych obszarach funkcjonalnych przedsiębiorstwa (w tym zwłaszcza w obszarze zarządzania jakością), także w kontekście uwarunkowań występujących w otoczeniu przedsiębiorstwa, w tym zna ogólne zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości</i>	P6U_W	P6S_WK	P6S_WK_inż

K1FTE_W10	<i>ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu elektroniki, optoelektroniki pozwalającą zrozumieć zasadę działania i ograniczenia urządzeń technicznych i ich oprogramowywania, ponadto ma wiedzę dotyczącą technologii mikro- i optoelektronicznych</i>	P6U_W	P6S_WG	P6S_WG_inż
K1FTE_W11	<i>ma podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu fizyki struktur niskowymiarowych i nowych materiałów</i>	P6U_W	P6S_WG	
<b>UMIĘTNOŚCI (U)</b>				
K1FTE_U01	<i>potrafi rozwiązywać zadania i problemy w oparciu o zdobytą wiedzę oraz informacje pozyskane z literatury naukowo-technicznej w języku polskim i angielskim, baz danych i innych źródeł</i>	P6U_U	P6S_UW	
K1FTE_U02	<i>potrafi dobrać odpowiednie urządzenia i odpowiednie metody analityczne w celu pomiaru żądanej wielkości</i>	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW_inż
K1FTE_U03	<i>potrafi zaprojektować i wykonać układ pomiarowy o założonych parametrach używając odpowiednich metod, narzędzi i materiałów</i>	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW_inż
K1FTE_U04	<i>potrafi stosować wiedzę z zakresu nauk humanistycznych lub społecznych</i>	P6U_U	P6S_UW	
K1FTE_U05	<i>potrafi ocenić istniejące rozwiązania techniczne i wskazywać wady w sposobie ich funkcjonowania</i>	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW_inż
K1FTE_U06	<i>potrafi przeprowadzić analizę wyników eksperymentalnych, przeprowadzić ich interpretację, sformułować wnioski i opinie; potrafi opracować szczegółową dokumentację wyników prowadzonych badań, realizacji eksperymentu lub zadania projektowego</i>	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW_inż
K1FTE_U07	<i>potrafi przygotować i przedstawić prezentację ustną i multimedialną z użyciem odpowiedniej terminologii w języku polskim i obcym dotyczącą zagadnień z zakresu nanoinżynierii</i>	P6U_U	P6S_UK	
K1FTE_U08	<i>potrafi prowadzić dyskusję w języku polskim i obcym na tematy z zakresu nanoinżynierii, umie określać i uzasadniać swoje stanowisko w dyskusji</i>	P6U_U	P6S_UK	
K1FTE_U09	<i>"B2: ma wiedzę, umiejętności i kompetencje zgodnie z wymaganiami określonymi dla poziomu B2 ESOKJ; pozyskuje, rozumie i interpretuje teksty specjalistyczne; stosuje w mowie i piśmie środki językowe typowe dla języka akademickiego oraz środowiska pracy inżyniera. C1: ma wiedzę umiejętności i kompetencje zgodnie z wymaganiami określonymi dla poziomu C1 ESOKJ; śledzi ze zrozumieniem i formułuje wypowiedzi na tematy związane ze studiowaną dyscypliną oraz pracą zawodową, stosując środki adekwatne do sytuacji; czyta, interpretuje, ocenia i tworzy teksty o tematyce specjalistycznej; wykorzystuje sprawności językowe</i>	P6U_U	P6S_UK	

	<i>w kontaktach interpersonalnych i w komunikacji w międzynarodowym środowisku akademickim i zawodowym"</i>			
K1FTE_U10	<i>potrafi pracować indywidualnie i w zespole oraz współpracować kolektywnie w ramach projektów zespołowych (m.in. interdyscyplinarnych) w sposób zapewniający realizację zadania w założonym terminie</i>	P6U_U	P6S_UO	
K1FTE_U11	<i>potrafi samodzielnie planować i realizować własne doszktałanie przez całe życie w celu podnoszenia kompetencji zawodowych</i>	P6U_U	P6S_UU	
K1FTE_U12	<i>potrafi — przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich — dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne, stosuje zasady bezpieczeństwa i higieny pracy</i>	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW_inż
K1FTE_U13	<i>potrafi dokonać identyfikacji i sformułować specyfikację prostych zadań inżynierskich o charakterze praktycznym i dokonać wstępnej analizy ekonomicznej podejmowanych działań inżynierskich</i>	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW_inż
K1FTE_U14	<i>potrafi zaplanować i przeprowadzić prosty eksperyment spektroskopowy lub potrafi przeprowadzić symulację komputerową lub potrafi rozwiązać problem analityczne oraz zinterpretować i porównać wyniki otrzymane drogą eksperymentu lub symulacji, ponadto potrafi posługiwać się odpowiednimi metodami analitycznymi lub numerycznymi</i>	P6U_U	P6S_UW	
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE (K)</b>				
K1FTE_K01	<i>jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy oraz odbieranych informacji</i>	P6U_K	P6S_KK	
K2FTE_K02	<i>jest gotów do formułowania i przekazywania społeczeństwu informacji i opinii dotyczących osiągnięć nanoinżynierii; potrafi przekazać takie informacje w sposób powszechnie zrozumiały; rozumie potrzebę popularyzacji nanoinżynierii</i>	P6U_K	P6S_KO	
K1FTE_K03	<i>jest gotów do inspirowania działań na rzecz interesu publicznego</i>	P6U_K	P6S_KO	
K1FTE_K04	<i>jest gotów myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy</i>	P6U_K	P6S_KO	
K1FTE_K05	<i>jest gotów do przestrzegania zasad etyki zawodowej i wymagania tego od innych; dba o dorobek i tradycje zawodu</i>	P6U_K	P6S_KR	
K1FTE_K06	<i>dba o zachowanie sprawności fizycznej</i>	P6U_K	P6S_KO	
K1FTE_K07	<i>rozumie znaczenie wiedzy w rozwiązywaniu problemów, ma świadomość własnych ograniczeń i wie, kiedy zwrócić się do ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu</i>	P6U_K	P6S_KK	

## OPIS PROGRAMU STUDIÓW

Kierunek studiów i specjalność dyplomowania:	<b>FIZYKA TECHNICZNA NANOINŻYNIERIA</b>	Profil:	<b>OGÓLNOAKADEMICKI</b>
Poziom studiów:	<b>I STOPNIA</b>	Forma studiów:	<b>STACJONARNA</b>

### 1 Opis ogólny

1.1. Liczba semestrów	7	1.2. Całkowita liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na danym poziomie	210
1.3. Łączna liczba godzin zajęć	2500	1.4. Wymagania wstępne (w szczególności w przypadku studiów drugiego stopnia)	Wymagania szczegółowe zawarte są w Zarządzeniach Wewnętrznych „W sprawie warunków i trybu rekrutacji”.
1.5. Tytuł zawodowy nadawany po ukończeniu studiów	inżynier	1.6. Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia	Nanoinżynieria jest specjalnością wprowadzającą studentów w dziedzinę technologii, projektowania i wytwarzania mikro- i nanometrycznych struktur o określonych właściwościach; materiałów funkcjonalnych o specjalnych właściwościach; struktur fotonicznych. Obejmuje także ich zastosowania w różnych dziedzinach od przyrządów optoelektronicznych i nanofotonicznych (źródła i detektory promieniowania, sensory różnych wielkości fizycznych) poprzez technologie kwantowe (źródła jednofotonowe do komunikacji kwantowej, elementy logiczne komputerów kwantowych) po biologię i medycynę (diagnostyka, znaczniki zmian chorobotwórczych, nośniki leków). Absolwent tej specjalności ma wiedzę w zakresie: fizyki ogólnej; mechaniki kwantowej; fizyki ciała stałego; fizyki struktur niskowymiarowych;

	<p>fizykochemii nanomateriałów; metod otrzymywania nanostruktur i współczesnych przyrządów na nich opartych; podstaw nanoinżynierii i nanotechnologii; zasady działania podstawowych urządzeń diagnostycznych i pomiarowych stosowanych w nanoinżynierii. Posiada umiejętności w zakresie: korzystania z aparatury pomiarowej; konstruowania prostych stanowisk do pomiarów optycznych i optoelektronicznych; podstaw programowania; korzystania z najnowszych osiągnięć nanoinżynierii; analitycznego myślenia i kreatywnego rozwiązywania napotkanych problemów. Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści.</p> <p>Potencjalne ścieżki kariery:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• prowadzenie badań naukowych w instytucjach badawczo-rozwojowych w kraju i za granicą;</li><li>• praca w przemyśle wysokich technologii, np. w działach badawczo-rozwojowych przedsiębiorstw wytwarzających urządzenia elektroniczne czy optoelektroniczne;</li><li>• praca w przemyśle wykorzystującym umiejętności i wiedzę z zakresu badania i technologii nanostruktur i nowoczesnych materiałów oraz ich zastosowania w specjalistycznych urządzeniach wykorzystywanych w medycynie, elektronice i optoelektronice, fotowoltaice, czujnikach substancji toksycznych, aparaturze diagnostycznej, technologiach kwantowych;</li><li>• praca w branżach zajmujących się chemicznymi i fizycznymi metodami wytwarzania materiałów i przyrządów;</li><li>• praca w laboratoriach kryminalistycznych;</li><li>• praca wykorzystująca modelowanie i metody numeryczne, np. w branżach rynku finansowego.</li></ul>
<p><i>1.7. Możliwość kontynuacji studiów</i></p> <p>Możliwość ubiegania się o przyjęcie na studia drugiego stopnia, studia podyplomowe</p>	<p><i>1.8. Wskazanie związku z misją Uczelni i strategią jej rozwoju</i></p> <p>Program studiów na kierunku Fizyki Technicznej jest spójny ze strategią Politechniki Wrocławskiej i stanowi w dużym zakresie realizację zapisów znajdujących się w dokumencie Plan Rozwoju Politechniki Wrocławskiej. Głównymi elementami którymi kierowano się w trakcie tworzenia</p>



programu studiów I stopnia Fizyki Technicznej są:

- akcent na kreatywność, która zmienia trajektorie przyszłości;
- akcent na profesjonalizm i twarde umiejętności, które warunkują funkcjonowanie technosfery;
- akcent na partnerskie współdziałanie z otoczeniem i partnerami zewnętrznymi, które wzmacnia efekty działań i ułatwia ich osiągnięcie.

Ponadto, Politechnika Wroclawska stawia na interaktywne, dyskusyjne i eksperymentalne kształtowanie umiejętności swoich studentów. Programy studiów na Politechnice Wroclawskiej harmonizują proporcje wiedzy bezpośrednio przydatnej zawodowo, wiedzy umożliwiającej późniejsze adaptacje zawodowe oraz wiedzy kształtującej racjonalny obraz świata.

## 2 Opis szczegółowy

### 2.1 Całkowita liczba efektów uczenia się w programie studiów:

W (wiedza) =	11
U (umiejętności) =	14
K (kompetencje) =	7
W + U + K =	32

### 2.2 Dla kierunku studiów przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – liczba efektów uczenia się przypisana do dyscypliny:

D1 (wiodąca):	32	(liczba ta musi być większa od połowy całkowitej liczby efektów uczenia się )
D2:	-	
D3:	-	
D4:	-	

### 2.3 Dla kierunku studiów przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – procentowy udział liczby punktów ECTS dla każdej z dyscyplin:

D1 (wiodąca):	100	% punktów ECTS
D2:	-	% punktów ECTS
D3:	-	% punktów ECTS
D4:	-	% punktów ECTS

**2.4 a) Dla kierunku studiów o profilu ogólniakademickim – liczba punktów ECTS przypisana zajęciom związanym z prowadzoną w Uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów:**

ECTS (DN):	158	(musi być większa niż 50% całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.2)
------------	-----	--

**1.1b) Dla kierunku studiów o profilu praktycznym - liczba punktów ECTS przypisana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne:**

ECTS (P):	n/d	(musi być większa niż 50% całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.2)
-----------	-----	--

**1.2**

**2.5 Zwięzła analiza zgodności zakładanych efektów uczenia się z potrzebami rynku pracy:**

W związku z szybkim rozwojem nowych technologii na rynku pracy poszukuje się wysoko wykwalifikowanych specjalistów w szeroko rozumianej dziedzinie nanoinżynierii. Absolwent fizyki technicznej posiada wiedzę w zakresie nauk ścisłych a także umiejętności pracy badawczej. W szerszej perspektywie zawodowej na rynku pracy pożądanymi są pracownicy z wykształceniem technicznym i umiejętnościami myślenia analitycznego, budowania modeli ilościowych oraz matematycznej analizy zjawisk i procesów. Zakładane efekty kształcenia odpowiadają oczekiwaniom pracodawców dotyczącym wiedzy, umiejętności a także szerokich horyzontów myślowych i ogólnej kultury kandydata na pracownika.

**2.6 łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia:**

ECTS (BU):	109.17	(wpisać sumę punktów ECTS dla kursów/ grup kursów oznaczonych kodem BU <sup>1</sup> , przy czym dla studiów stacjonarnych liczba ta musi być większa niż 50% całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.2)
------------	--------	---

**2.7 łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z zakresu nauk podstawowych**

Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	59
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	0
łączna liczba punktów ECTS	59

**2.8 łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć o charakterze praktycznym, w tym zajęć laboratoryjnych i projektowych (wpisać sumę punktów ECTS kursów/grup kursów oznaczonych kodem P)**

Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	85
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	44
Łączna liczba punktów ECTS	129

**2.9 Minimalna liczba punktów ECTS , którą student musi uzyskać, realizując bloki kształcenia oferowane na zajęciach ogólnouczelnianych lub na innym kierunku studiów:**

ECTS (O):	12	(wpisać sumę punktów ECTS kursów/grup kursów oznaczonych kodem O)
-----------	----	---

**2.10 łączna liczba punktów ECTS, którą student może uzyskać, realizując bloki wybieralne:**

ECTS:	78	(min. 30% całkowitej liczby punktów ECTS)
-------	----	---

**3 Opis procesu prowadzącego do uzyskania efektów uczenia się:**

Metody sprawdzania zakładanych efektów uczenia się w trakcie procesu kształcenia są powiązane z osiągnięciem przedmiotowych efektów uczenia się, które są implementacją ogólniejszych zakładanych efektów uczenia się zdefiniowanych na poziomie kierunku. W każdej karcie przedmiotu są zdefiniowane przedmiotowe efekty uczenia się oraz metody i narzędzia służące do oceny ich realizacji, w odniesieniu do zajęć wchodzących w skład przedmiotu. Stosowane metody sprawdzania i oceniania efektów uczenia się w zakresie wiedzy to egzaminy w formie pisemnej lub pisemno-ustnej, kolokwia, krótkie sprawdziany, wystąpienia, udział w dyskusjach. Efekty uczenia się w zakresie umiejętności są oceniane na podstawie raportów pisemnych z prac doświadczalnych, umiejętności rozwiązywania zadań z praktycznego zastosowania teorii w reprezentatywnym zakresie, sprawności wykonania prostych zadań o charakterze inżynierskim. Efekty uczenia się w zakresie kompetencji społecznych z reguły dotyczą kształtowania postawy studenta wobec otoczenia, jak np. umiejętność współpracy w zespole, umiejętności samokształcenia w danych warunkach, motywacji własnej do pracy. Nabyte kompetencje społeczne są najczęściej sprawdzane i oceniane w wyniku obserwacji działania studentów w konkretnych warunkach zajęć z bezpośrednim kontaktem prowadzącego i studentów.

#### 4 Lista bloków zajęć:

##### 4.1 Lista bloków zajęć obowiązkowych

##### 4.1.1 Lista bloków zajęć kształcenia ogólnego

##### 4.1.1.1 Blok: Technologie Informacyjne

**min. 2 pkt. ECTS**

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Podstawy analizy danych			2			K1FTE_W04 K1FTE_U01 K1FTE_K04	30	50	2		1.28	T	Z	O	0	P	KO
		Razem	0	0	2	0	0		30	50	2	0	1.28						

##### Razem dla bloków kształcenia ogólnego:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s	H	h	Pkt.	Pkt.	Pkt.
0	0	2	0	0	30	50	2	0	1.28

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną działal. naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## 4.1.2 Lista bloków z zakresu nauk podstawowych

### 4.1.2.1 Blok Matematyka

**min. 27 pkt. ECTS**

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Algebra-1	2					K1FTE_W01 K1FTE_U01 K1FTE_K01	30	50	2		1.44	T	E		0		PD
2		Algebra-1		3				K1FTE_W01 K1FTE_U01 K1FTE_K01	45	100	4		1.88	T	Z		0	P	PD
3		Analiza matematyczna-1-B	3					K1FTE_W01 K1FTE_U01 K1FTE_K01	45	75	3		2.04	T	E		0		PD
4		Analiza matematyczna-1-B		3				K1FTE_W01 K1FTE_U01 K1FTE_K01	45	125	5		1.88	T	Z		0	P	PD
5		Algebra-2	2					K1FTE_W01 K1FTE_U01 K1FTE_K01	30	50	2		1.28	T	Z		0		PD
6		Algebra-2		2				K1FTE_W01 K1FTE_U01 K1FTE_K01	30	50	2		1.28	T	Z		0	P	PD
7		Analiza matematyczna-2-B	3					K1FTE_W01 K1FTE_U01 K1FTE_K01	45	75	3		2.04	T	E		0		PD
8		Analiza matematyczna-2-B		3				K1FTE_W01 K1FTE_U01 K1FTE_K01	45	100	4		1.88	T	Z		0	P	PD

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną działal. naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

9		Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa	1					K1FTE_W01 K1FTE_U01 K1FTE_K01	15	25	1		0.68	T	Z		0		PD
10		Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa		1				K1FTE_W01 K1FTE_U01 K1FTE_K01	15	25	1		0.68	T	Z		0	P	PD
		Razem	11	12	0	0	0		345	700	27	0	15.08						

#### 4.1.2.2 Blok Fizyka

**min. 26 pkt. ECTS**

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącn a	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogóln o- uczel- niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Fizyka-1-C	3					K1FTE_W02 K1FTE_U01 K1FTE_K01	45	75	3	3	2.04	T	E		DN		PD
2		Fizyka-1-C		3				K1FTE_W02 K1FTE_U01 K1FTE_K01	45	125	5	5	1.88	T	Z		DN	P	PD
3		Fizyka-2-C	3					K1FTE_W02 K1FTE_U01 K1FTE_K01	45	75	3	3	2.04	T	E		DN		PD
4		Fizyka-2-C		3				K1FTE_W02 K1FTE_U01 K1FTE_K01	45	100	4	4	1.88	T	Z		DN	P	PD
5		Laboratorium podstaw fizyki-1			3			K1FTE_W02 K1FTE_U02 K1FTE_U06, K1FTE_K04	45	100	4	4	1.88	T	Z		DN	P	PD
6		Laboratorium podstaw fizyki-2			2			K1FTE_W02 K1FTE_U06 K1FTE_U10 K1FTE_K04	30	75	3	3	1.28	T	Z		DN	P	PD

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

7		Elementy fizyki współczesnej	2					K1FTE_W02 K1FTE_U01 K1FTE_K01	30	50	2	2	1.28	T	Z		DN		PD
8		Elementy fizyki współczesnej		2				K1FTE_W02 K1FTE_U01 K1FTE_K01	30	50	2	2	1.28	T	Z		DN	P	PD
		Razem	8	8	5	0	0		315	650	26	26	13.56						

#### 4.1.2.3 Blok Chemia

**min. 3 pkt. ECTS**

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącn a	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogóln o- uczel- niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Chemia-1-A	2					K1FTE_W03 K1FTE_U01 K1FTE_K01	30	50	2		1.28	T	Z		0		PD
2		Chemia-1-A		1				K1FTE_W03 K1FTE_U01 K1FTE_K01	15	25	1		0.68	T	Z		0	P	PD
		Razem	2	1	0	0	0		45	75	3	0	1.96						

#### 4.1.2.4 Blok Informatyka

**min. 3 pkt. ECTS**

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącn a	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogóln o- uczel- niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Wstęp do programowania	1					K1FTE_W04, K1FTE_U01, K1FTE_K04	15	25	1		0.68	T	Z		0		PD

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną działal. naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

2		Wstęp do programowania			2			K1FTE_W04, K1FTE_U01, K1FTE_K04	30	50	2		1.28	T	Z		O	P	PD
		Razem	1	0	2	0	0		45	75	3	0	1.96						

**Razem dla bloków z zakresu nauk podstawowych:**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s	h	h	Pkt.	Pkt.	Pkt.
22	21	7	0	0	750	1500	59	26	32.56

**4.1.3 Lista bloków kierunkowych**

**4.1.3.1 Blok: Przedmioty obowiązkowe kierunkowe**

**min. 47 pkt. ECTS**

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Podstawy mechaniki analitycznej	1					K1FTE_W02 K1FTE_U01 K1FTE_K01	15	25	1	1	0.68	T	Z		DN		K
2		Podstawy mechaniki analitycznej		1				K1FTE_W02 K1FTE_U01 K1FTE_K01	15	50	2	2	0.68	T	Z		DN	P	K

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy



3		Mechanika kwantowa-1	2					K1FTE_W05 K1FTE_U01 K1FTE_K01	30	50	2	2	1.44	T	E		DN		K
4		Mechanika kwantowa-1		2				K1FTE_W05 K1FTE_U01 K1FTE_K01	30	75	3	3	1.28	T	Z		DN	P	K
5		Podstawy elektrodynamiki	1					K1FTE_W02 K1FTE_U01 K1FTE_K01	15	25	1	1	0.68	T	Z		DN		K
6		Podstawy elektrodynamiki		1				K1FTE_W02 K1FTE_U01 K1FTE_K01	15	50	2	2	0.68	T	Z		DN	P	K
7		Fizyka ciała stałego	4					K1FTE_W05 K1FTE_U01 K1FTE_K02	60	75	3	3	2.64	T	E		DN		K
8		Fizyka ciała stałego		2				K1FTE_W05 K1FTE_U01 K1FTE_U10 K1FTE_K02	30	100	4	4	1.28	T	Z		DN	P	K
9		Termodynamika i fizyka statystyczna	2					K1FTE_W02 K1FTE_U01 K1FTE_K01	30	50	2	2	1.44	T	E		DN		K
10		Termodynamika i fizyka statystyczna		2				K1FTE_W02 K1FTE_U01 K1FTE_K01	30	75	3	3	1.28	T	Z		DN	P	K
11		Mechanika kwantowa-2	2					K1FTE_W05 K1FTE_U01 K1FTE_K01	30	50	2	2	1.28	T	Z		DN		K
12		Mechanika kwantowa-2		2				K1FTE_W05 K1FTE_U01 K1FTE_K01	30	50	2	2	1.28	T	Z		DN	P	K
13		Podstawy elektroniki	2					K1FTE_W10 K1FTE_U03 K1FTE_K07	30	50	2	2	1.28	T	Z		DN		K
14		Podstawy elektroniki			2			K1FTE_W10 K1FTE_U03	30	50	2	2	1.28	T	Z		DN	P	K

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną działal. naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

								K1FTE_U12 K1FTE_K07											
15		Laboratorium fizyki ciała stałego			3			K1FTE_W06 K1FTE_U06 K1FTE_U13 K1FTE_U14 K1FTE_K02	45	100	4	4	1.88	T	Z		DN	P	K
16		Seminarium dyplomowe-1				1		K1FTE_W11 K1FTE_U07 K1FTE_U08 K1FTE_K05	15	25	1	1	0.68	T	Z		DN	P	K
17		Praktyka						K1FTE_W06 K1FTE_U11 K1FTE_U12 K1FTE_K01	0	150	6	6	6.00	T	Z		DN	P	K
18		Seminarium dyplomowe-2				2		K1FTE_W11 K1FTE_U05 K1FTE_U07 K1FTE_U08 K1FTE_K05	30	125	5	5	1.28	T	Z		DN	P	K
Razem			14	10	5	0	3		480	1175	47	47	27.04						

**Razem dla bloków kierunkowych:**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s	h	h	Pkt.	Pkt.	Pkt.
14	10	5	0	3	480	1175	47	47	27.04

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

**4.1.3.2 Blok: Przedmioty obowiązkowe specjalnościowe (specjalność: Nanoinżynieria)**

**min. 24 pkt. ECTS**

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Podstawy optyki	3					K1FTE_W02 K1FTE_U01 K1FTE_K07	45	75	3	3	2.04	T	E		DN		S
2		Podstawy optyki			2			K1FTE_W02 K1FTE_U02 K1FTE_U06 K1FTE_K07	30	75	3	3	1.28	T	Z		DN	P	S
3		Wstęp do komputerowego wspomaganie eksperymentu	1					K1FTE_W10 K1FTE_U05 K1FTE_K07	15	25	1	1	0.68	T	Z		DN		S
4		Wstęp do komputerowego wspomaganie eksperymentu			2			K1FTE_W10 K1FTE_U05 K1FTE_U06 K1FTE_U10 K1FTE_K07	30	75	3	3	1.28	T	Z		DN	P	S
5		Podstawy spektroskopii	2					K1FTE_W05 K1FTE_U01 K1FTE_K02	30	75	3	3	1.44	T	E		DN		S
6		Teoria struktur niskowymiarowych	2					K1FTE_W11 K1FTE_U01 K1FTE_K07	30	50	2	2	1.44	T	E		DN		S
7		Teoria struktur niskowymiarowych		2				K1FTE_W11 K1FTE_U01 K1FTE_K07	30	50	2	2	1.28	T	Z		DN	P	S
8		Nanomateriały	3					K1FTE_W11 K1FTE_U08 K1FTE_K07	45	75	3	3	2.04	T	E		DN		S
9		Nanomateriały				3		K1FTE_W11 K1FTE_U12	45	50	2	2	1.88	T	Z		DN	P	S

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną działal. naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

								K1FTE_U13 K1FTE_U14 K1FTE_K07											
10		Nanomateriały					2	K1FTE_W11 K1FTE_U07 K1FTE_U08 K1FTE_K07	30	50	2	2	1.28	T	Z		DN	P	S
		Razem	11	2	4	3	2		330	600	24	24	14.64						

**Razem dla bloków specjalnościowych:**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s	h	h	Pkt.	Pkt.	Pkt.
11	2	4	3	2	330	600	24	24	14.64

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## 4.2 Lista bloków wybieralnych

### 4.2.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

#### 4.2.1.1 Blok: Przedmioty humanistyczno-menedżerskie

**min. 5 pkt. ECTS**

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczel-niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Przedmiot hum.-spot.(NH-1)	2					K1FTE_W09 K1FTE_U04 K1FTE_K03	30	90	3		1.07	T	Z	O	0		KO
2		Przedmiot hum.-spot.(NS)	1					K1FTE_W08 K1FTE_U04 K1FTE_K03	15	30	1		0.57	T	Z	O	0		KO
3		Przedmiot hum.-spot.(NH-2)	1					K1FTE_W09 K1FTE_U04 K1FTE_K03	15	30	1		0.57	T	Z	O	0		KO
Razem			4	0	0	0	0		60	150	5	0	2.21						

#### 4.2.1.2 Blok: Języki obce

**min. 5 pkt. ECTS**

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczel-niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Język obcy A1/A2/B1/B2.1/C1.1		4				K1FTE_U09, K1FTE_K02	60	60	2		2.00	T	Z	O	0	P	KO
2		Język obcy B2.2/C1.2		4				K1FTE_U09, K1FTE_K02	60	90	3		2.00	T	Z	O	0	P	KO
Razem			0	8	0	0	0		120	150	5	0	4.00						

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną działal. naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

**4.2.1.3 Blok: Zajęcia sportowe**

**min. 0 pkt. ECTS**

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Zajęcia sportowe		2				K1IS_K06	30	0	0		0	T	Z	O		P	KO
2		Zajęcia sportowe		2				K1IS_K06	30	0	0		0	T	Z	O		P	KO
Razem			0	4	0	0	0		60	0	0	0	0						

**Razem dla bloków kształcenia ogólnego:**

łącna liczba godzin					łącna liczba godzin ZZU	łącna liczba godzin CNPS	łącna liczba punktów ECTS	łącna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s	h	h	Pkt.	Pkt.	Pkt.
4	12	0	0	0	240	300	10	0	6.21

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## 4.2.2 Lista bloków specjalnościowych

### 4.2.2.1 Blok: przedmioty specjalnościowe wybieralne (specjalność Nanoinżynieria)

#### Blok: Wybrane działy chemii

**min. 3 pkt. ECTS**

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Fizykochemia nowoczesnych materiałów (GK)	1	2				K1FTE_W03 K1FTE_U01 K1FTE_K01	45	75	3	0	1.88	T	Z			P(2)	S
2		Krystalografia i rentgenografia (GK)	1		2			K1FTE_W03 K1FTE_U06 K1FTE_K01	45	75	3	0	1.88	T	Z			P(2)	S
3		Podstawy chemii nieorganicznej (GK)	1	2				K1FTE_W03 K1FTE_U01 K1FTE_K01	45	75	3	0	1.88	T	Z			P(2)	S

#### Blok: Matematyka w fizyce

**min. 4 pkt. ECTS**

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Matematyczne metody fizyki (GK)	2	2				K1FTE_W01 K1FTE_U01 K1FTE_K01	60	100	4	0	2.48	T	Z			P(2)	S
2		Analiza funkcjonalna (GK)	2	2				K1FTE_W01 K1FTE_U01 K1FTE_K01	60	100	4	0	2.48	T	Z			P(2)	S

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

**Blok: Programowanie i wstęp do obliczeń numerycznych**

**min. 3 pkt. ECTS**

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Obliczenia inżynierskie (GK)	1		2			K1FTE_W04 K1FTE_U01 K1FTE_U11 K1FTE_K04	45	75	3	3	1.88	T	Z		DN	P(2)	S
2		Elementy modelowania numerycznego (GK)	1		2			K1FTE_W04 K1FTE_U01 K1FTE_U11 K1FTE_K04	45	75	3	3	1.88	T	Z		DN	P(2)	S
3		Wstęp do fizyki obliczeniowej (GK)	1		2			K1FTE_W04 K1FTE_U01 K1FTE_U11 K1FTE_K04	45	75	3	3	1.88	T	Z		DN	P(2)	S

**Blok: Aspekty inżynierskie**

**min. 8 pkt. ECTS**

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Grafika inżynierska (GK)	1		2			K1FTE_W07 K1FTE_U01 K1FTE_K02	45	100	4	4	1.88	T	Z		DN	P(2)	S
2		Projektowanie układów optycznych (GK)	1		2			K1FTE_W07 K1FTE_U01 K1FTE_K02	45	100	4	4	1.88	T	Z		DN	P(2)	S
3		Optoelektroniczna aparatura pomiarowa (GK)	1		2			K1FTE_W10 K1FTE_U03 K1FTE_K02	45	100	4	4	1.88	T	Z		DN	P(2)	S

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną działal. naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy



**Blok: Laboratoria z fizyki technicznej**

**min. 3 pkt. ECTS**

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Źródła i detektory (GK)	1		1			K1FTE_W10 K1FTE_U05 K1FTE_K02	30	75	3	3	1.28	T	Z		DN	P(2)	S
2		Fizyka cienkich warstw (GK)	1		1			K1FTE_W02 K1FTE_U03 K1FTE_K02	30	75	3	3	1.28	T	Z		DN	P(2)	S
3		Modelowanie i druk 3D (GK)	1		1			K1FTE_W07 K1FTE_U01 K1FTE_K02	30	75	3	3	1.28	T	Z		DN	P(2)	S

**Blok: Ciało stałe**

**min. 8 pkt. ECTS**

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Fizyka magnetyków (GK)	2				1	K1FTE_W05 K1FTE_U07 K1FTE_K01	45	100	4	4	1.84	T	Z		DN	P(2)	S
2		Metody eksperymentalne ciała stałego (GK)	2				1	K1FTE_W10 K1FTE_U07 K1FTE_K01	45	100	4	4	1.84	T	Z		DN	P(2)	S
3		Wstęp do fizyki dielektryków (GK)	2		1			K1FTE_W08 K1FTE_U14 K1FTE_K01	45	100	4	4	1.84	T	Z		DN	P(2)	S

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną działal. naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

**Blok: Aspekty fizyczne**

**min. 4 pkt. ECTS**

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczel-niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Elektronika kwantowa (GK)	2					K1FTE_W10 K1FTE_U07 K1FTE_K01	45	100	4	4	1.88	T	Z		DN	P(2)	S
2		Wstęp do optyki kwantowej (GK)	2	1				K1FTE_W11 K1FTE_U08 K1FTE_K04	45	100	4	4	1.88	T	Z		DN	P(2)	S

**Blok: Struktury i przyrządy**

**min. 8 pkt. ECTS**

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczel-niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Światłowody i struktury fotoniczne	2					K1FTE_W02 K1FTE_K03	30	50	2	2	1.22	T	Z		DN		S
2		Światłowody i struktury fotoniczne			2			K1FTE_W02 K1FTE_U12 K1FTE_K03	30	50	2	2	1.22	T	Z		DN	P	S
3		Projektowanie materiałów i struktur półprzewodnikowych (GK)	2			2		K1FTE_W11 K1FTE_U01 K1FTE_K03	60	100	4	4	2.44	T	Z		DN	P(2)	S
4		Technologie mikro- i optoelektroniczne (GK)	2		2			K1FTE_W10 K1FTE_U03 K1FTE_U05 K1FTE_K03	60	100	4	4	2.44	T	Z		DN	P(2)	S
5		Praktyczne aspekty technologii i konstrukcji półprzewodnikowych przyrządów optoelektronicznych (GK)	2			2		K1FTE_W10 K1FTE_U05	60	100	4	4	2.44	T	Z		DN	P(2)	S

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną działal. naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

								K1FTE_U14											
								K1FTE_K03											

**Blok: Nowe materiały i zastosowania-1**

**min. 8 pkt. ECTS**

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin			Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>	ogóln o-uczelniany <sup>4</sup>			zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>	
1		Nowe materiały i struktury niskowymiarowe - wykład monograficzny	2					K1FTE_W11 K1FTE_U08 K1FTE_K04	30	100	4	4	1.28	T	Z		DN		S	
2		Bionanostruktury	2					K1FTE_W11 K1FTE_U08 K1FTE_K04	30	100	4	4	1.28	T	Z		DN		S	
3		Makro i nanomateriały dielektryczne	2					K1FTE_W11 K1FTE_U08 K1FTE_K04	30	100	4	4	1.28	T	Z		DN		S	

**Blok: Nowe materiały i zastosowania-2**

**min. 4 pkt. ECTS**

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin			Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>	ogóln o-uczelniany <sup>4</sup>			zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>	
1		Charakteryzacja materiałów i struktur półprzewodnikowych (GK)	1				2	K1FTE_W11 K1FTE_U06 K1FTE_U10 K1FTE_U12 K1FTE_U14 K1FTE_K05	45	100	4	4	1.88	T	Z		DN	P(2)	S	
2		Materiały dla niekonwencjonalnych źródeł energii (GK)	1				2	K1FTE_W11 K1FTE_U06 K1FTE_U11	45	100	4	4	1.88	T	Z		DN	P(2)	S	

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną działal. naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

							K1FTE_U13 K1FTE_K05											
3		Polimery (GK)	1	2			K1FTE_W11 K1FTE_U06 K1FTE_K05	45	100	4	4	1.88	T	Z		DN	P(2)	S

#### 4.2.2.2 Blok: Praca dyplomowa

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Praca dyplomowa inżynierska-1						K1FTE_W1K K1FTE_U05 K1FTE_U10 K1FTE_U14 K1FTE_K07	10	75	3	3	0.16	T	Z		DN	P	S
2		Praca dyplomowa inżynierska-2						K1FTE_W1K K1FTE_U05 K1FTE_U10 K1FTE_U14 K1FTE_K07	30	300	12	12	1.12	T	Z		DN	P	S
		Razem	0	0	0	0	0		40	375	15	15	1.28						

#### Razem dla bloków specjalnościowych:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s	h	h	Pkt.	Pkt.	Pkt.
22	4	8	6	2	670	1700	68	61	27.44

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

#### 4.3 Blok praktyk (zasady zaliczania praktyki zostały zaopiniowane przez Radę Wydziału)

Nazwa praktyki:	Studencka praktyka zawodowa
Liczba punktów ECTS:	6
Liczba punktów ECTS DN <sup>5</sup>	6
Liczba punktów ECTS BU <sup>1</sup>	6,00
Tryb zaliczania praktyki	Po zakończeniu praktyki student zobowiązany jest do przedłożenia pełnomocnikowi dziekana ds. praktyk sprawozdania z prac, w których uczestniczył, bądź które prowadził samodzielnie. Sprawozdanie powinno być zaakceptowane i zaopiniowane przez opiekuna studenta w miejscu odbywania praktyki. Student uzyskuje zaliczenie za odbytą praktykę.
Kod:	
Czas trwania praktyki:	cztery tygodnie
Cel praktyki:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zapoznanie się z zakładowymi przepisami BHP.</li> <li>2. Poznanie struktury organizacyjnej zakładu/przedsiębiorstwa.</li> <li>3. Zapoznanie się z etapami realizacji zadania.</li> <li>4. Rozwiązywanie problemów.</li> <li>5. Rozpoczęcie samodzielnej aktywności zawodowej.</li> <li>6. Przygotowanie studenta do pracy w zespole.</li> <li>7. Poznanie wartości pracy na różnych stanowiskach.</li> <li>8. Możliwość zaprezentowania swoich umiejętności na rynku pracy i wybór przyszłej formy działalności zawodowej.</li> <li>9. Nabycie doświadczeń praktycznych i pogłębienie wiedzy z dziedziny nanoinżynierii.</li> </ol>

#### 4.4 Blok praca dyplomowa

Typ pracy dyplomowej:	Inżynierska
Liczba semestrów pracy dyplomowej:	2
Liczba punktów ECTS:	15
Kod:	
Charakter pracy dyplomowej:	Praca dyplomowa studiów I stopnia (inżynierskich) powinna być obliczeniowym, studialnym, projektowym lub eksperymentalnym rozwiązaniem postawionego problemu z obszaru fizyki technicznej przy wykorzystaniu wiedzy i umiejętności zdobytych w trakcie trwania studiów I stopnia. W pracy autor powinien wykazać się między innymi umiejętnościami: formułowania celów i problemów badawczych/technicznych; korzystania z literatury i innych źródeł wiedzy; planowania i przeprowadzania badań i innych działań prowadzących do zrealizowania postawionych celów i

	problemów; poprawnej interpretacji wyników; posługiwania się stylem naukowym języka, słownictwem i terminologią naukową i techniczną oraz wykonywaniem ilustracji, rysunków dobranych stosownie do omawianego zagadnienia.
Liczba punktów ECTS BU <sup>1</sup>	1,28
Liczba punktów ECTS DN <sup>5</sup>	15

## 5 Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się

Typ zajęć:	Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się:
Wykład	egzamin, kolokwium, test
Ćwiczenia	test, kolokwium, aktywność, ocena rozwiązania zadania
Laboratorium	kartkówka z przygotowania do laboratorium, sprawozdanie z laboratorium, prezentacja
Projekt	obrona projektu, prezentacja, ocena projektu
Seminarium	udział w dyskusji, prezentacja, esej
praca dyplomowa	ocena przygotowanej pracy dyplomowej

## 6 Zakres egzaminu dyplomowego

Szczegółowa lista zagadnień egzaminu dyplomowego w danym roku akademickim jest konsultowana z nauczycielami akademickimi prowadzącymi poszczególne kursy i po zatwierdzeniu przez Komisję Programową kierunku studiów publikowana jest na stronie wydziału przed rozpoczęciem roku akademickiego w którym odbywa się przedmiot: „Praca dyplomowa inżynierska-2”.

## 7 Wymagania dotyczące terminu zaliczenia określonych kursów/grup kursów lub wszystkich kursów w poszczególnych blokach

Kursy powinny być zaliczane w semestrze, w którym są oferowane, z uwzględnieniem dopuszczalnego deficytu ECTS uprawniającego do wpisu na kolejny semestr, który podano w punkcie 3 w *Planie Studiów*.

## 8 Plan studiów (załącznik nr 3 do programu studiów)

Zaopiniowane przez właściwy organ uchwałodawczy Samorządu Studenckiego:

---

Data

---

Imię, nazwisko i podpis przedstawiciela studentów

---

Data

---

Podpis Dziekana Wydziału / Dyrektora Filii

## PLAN STUDIÓW

---

WYDZIAŁ:	<b>PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI</b>
KIERUNEK STUDIÓW:	<b>FIZYKA TECHNICZNA</b>
POZIOM KSZTAŁCENIA:	<b>studia pierwszego stopnia</b>
FORMA STUDIÓW:	<b>stacjonarna</b>
PROFIL:	<b>ogólnoakademicki</b>
SPECJALNOŚĆ:	<b>NANOINŻYNIERIA</b>
JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW:	<b>polski</b> <b>(w uzasadnionych przypadkach wybrane kursy mogą być prowadzone w języku angielskim)</b>
OBOWIĄZUJE OD CYKLU KSZTAŁCENIA:	<b>2023/2024</b>



## 2 Zestaw kursów / grup kursów obowiązkowych i wybieralnych w układzie semestralnym

### Semestr 1

#### Kursy/grupy kursów obowiązkowe (kierunkowe)

liczba punktów ECTS 27

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Fizyka-1-C	3					K1FTE_W02 K1FTE_U01 K1FTE_K01	45	75	3	3	2.04	T	E		DN		PD
2		Fizyka-1-C		3				K1FTE_W02 K1FTE_U01 K1FTE_K01	45	125	5	5	1.88	T	Z		DN	P	PD
3		Algebra-1	2					K1FTE_W01 K1FTE_U01 K1FTE_K01	30	50	2		1.44	T	E				PD
4		Algebra-1		3				K1FTE_W01 K1FTE_U01 K1FTE_K01	45	100	4		1.88	T	Z			P	PD
5		Analiza matematyczna-1-B	3					K1FTE_W01 K1FTE_U01 K1FTE_K01	45	75	3		2.04	T	E				PD
6		Analiza matematyczna-1-B		3				K1FTE_W01 K1FTE_U01 K1FTE_K01	45	125	5		1.88	T	Z			P	PD
7		Chemia-1-A	2					K1FTE_W03 K1FTE_U01 K1FTE_K01	30	50	2		1.28	T	Z				PD
8		Chemia-1-A		1				K1FTE_W03 K1FTE_U01 K1FTE_K01	15	25	1		0.68	T	Z			P	PD

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy Strona -32-

9		Podstawy analizy danych			2			K1FTE_W04 K1FTE_U01 K1FTE_K04	30	50	2		1.28	T	Z	O		P	KO
Razem			10	10	2	0	0		330	675	27	8	14.4						

**Kursy/grupy kursów wybieralne (język obcy / zajęcia sportowe / przedmioty hum.-społ.)**

**liczba punktów ECTS 3**

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Przedmiot hum.-społ.(NH-1)	2					K1FTE_W09 K1FTE_U04 K1FTE_K03	30	90	3		1.07	T	Z	O			KO
Razem			2	0	0	0	0		30	90	3	0	1.07						

**Razem w semestrze:**

łącna liczba godzin					łącna liczba godzin ZZU	łącna liczba godzin CNPS	łącna liczba punktów ECTS	łącna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s	H	h	Pkt.	Pkt.	Pkt.
12	10	2	0	0	360	765	30	8	15.47

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy Strona -33-

**Semestr 2**

**Kursy/grupy kursów obowiązkowe (kierunkowe)**

**liczba punktów ECTS 30**

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Fizyka-2-C	3					K1FTE_W02 K1FTE_U01 K1FTE_K01	45	75	3	3	2.04	T	E		DN		PD
2		Fizyka-2-C		3				K1FTE_W02 K1FTE_U01 K1FTE_K01	45	100	4	4	1.88	T	Z		DN	P	PD
3		Algebra-2	2					K1FTE_W01 K1FTE_U01 K1FTE_K01	30	50	2		1.28	T	Z		0		PD
4		Algebra-2		2				K1FTE_W01 K1FTE_U01 K1FTE_K01	30	50	2		1.28	T	Z		0	P	PD
5		Analiza matematyczna-2-B	3					K1FTE_W01 K1FTE_U01 K1FTE_K01	45	75	3		2.04	T	E		0		PD
6		Analiza matematyczna-2-B		3				K1FTE_W01 K1FTE_U01 K1FTE_K01	45	100	4		1.88	T	Z		0	P	PD
7		Laboratorium podstaw fizyki-1			3			K1FTE_W02 K1FTE_U02 K1FTE_U06, K1FTE_K04	45	100	4	4	1.88	T	Z		DN	P	PD
8		Wstęp do programowania	1					K1FTE_W04 K1FTE_U01 K1FTE_K04	15	25	1		0.68	T	Z		0		PD

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy Strona -34-

9		Wstęp do programowania			2			K1FTE_W04 K1FTE_U01 K1FTE_K04	30	50	2		1.28	T	Z		0	P	PD
10		Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa	1					K1FTE_W01 K1FTE_U01 K1FTE_K01	15	25	1		0.68	T	Z		0		PD
11		Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa		1				K1FTE_W01 K1FTE_U01 K1FTE_K01	15	25	1		0.68	T	Z		0	P	PD
12		Podstawy mechaniki analitycznej	1					K1FTE_W02 K1FTE_U01 K1FTE_K01	15	25	1	1	0.68	T	Z		DN		K
13		Podstawy mechaniki analitycznej		1				K1FTE_W02 K1FTE_U01 K1FTE_K01	15	50	2	2	0.68	T	Z		DN	P	K
Razem			11	10	5	0	0		390	750	30	14	16.96						

**Kursy/grupy kursów wybieralne (język obcy / zajęcia sportowe / przedmioty hum.-społ.)**

**liczba punktów ECTS 0**

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Zajęcia sportowe		2				K1IS_K6	30	0	0		0	T	Z	O		P	KO
Razem			0	2	0	0	0		30	0	0	0	0						

**Razem w semestrze:**

łączna liczba godzin					łączna liczba godzin ZZU	łączna liczba godzin CNPS	łączna liczba punktów ECTS	łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s	h	h	Pkt.	Pkt.	Pkt.
11	12	5	0	0	420	775	30	14	16.96

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy Strona -35-

**Semestr 3**

**Kursy/grupy kursów obowiązkowe (kierunkowe)**

**liczba punktów ECTS 15**

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Mechanika kwantowa-1	2					K1FTE_W05 K1FTE_U01 K1FTE_K01	30	50	2	2	1.44	T	E		DN		K
2		Mechanika kwantowa-1		2				K1FTE_W05 K1FTE_U01 K1FTE_K01	30	75	3	3	1.28	T	Z		DN	P	K
3		Podstawy elektrodynamiki	1					K1FTE_W02 K1FTE_U01 K1FTE_K01	15	25	1	1	0.68	T	Z		DN		K
4		Podstawy elektrodynamiki		1				K1FTE_W02 K1FTE_U01 K1FTE_K01	15	50	2	2	0.68	T	Z		DN	P	K
5		Laboratorium podstaw fizyki-2			2			K1FTE_W02 K1FTE_U06 K1FTE_U10 K1FTE_K04	30	75	3	3	1.28	T	Z		DN	P	PD
6		Elementy fizyki współczesnej	2					K1FTE_W02 K1FTE_U01 K1FTE_K01	30	50	2	2	1.28	T	Z		DN		PD
7		Elementy fizyki współczesnej		2				K1FTE_W02 K1FTE_U01 K1FTE_K01	30	50	2	2	1.28	T	Z		DN	P	PD
Razem			5	5	2	0	0		180	375	15	15	7.92						

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy Strona -36-

**Kursy/grupy kursów wybieralne (język obcy / zajęcia sportowe / przedmioty hum.-społ.)**

**liczba punktów ECTS 2**

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniani <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Język obcy A1/A2/B1/B2.1/C1.1		4				K1IS_U6	60	60	2		2.00	T	Z	O		P	KO
		Razem	0	4	0	0	0		60	60	2	0	2.00						

**Kursy/grupy kursów specjalnościowe**

**liczba punktów ECTS 6**

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniani <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Podstawy optyki	3					K1FTE_W02 K1FTE_U01 K1FTE_K07	45	75	3	3	2.04	T	E		DN		S
2		Podstawy optyki			2			K1FTE_W02 K1FTE_U02 K1FTE_U06 K1FTE_K07	30	75	3	3	1.28	T	Z		DN	P	S
		Razem	3	0	2	0	0		75	150	6	6	3.32						

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy Strona -37-

**Kursy/grupy kursów wybieralne - Blok: Wybrane działy chemii**

**liczba punktów ECTS 3**

Uwaga: Studenci wybierają 1 przedmiot w ramach bloku.

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczel-niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
		Blok: Wybrane działy chemii	1	2				45	75	3		1.88	T	Z			P	S	
		Razem	1	2	0	0	0	45	75	3		1.88							

**Kursy/grupy kursów wybieralne - Blok: Matematyka w fizyce**

**liczba punktów ECTS 4**

Uwaga: Studenci wybierają 1 przedmiot w ramach bloku.

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczel-niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Blok: Matematyka w fizyce	2	2				60	100	4		2.48	T	Z			P	S	
		Razem	2	2	0	0	0	60	100	4		2.48							

**Razem w semestrze:**

łączna liczba godzin					łączna liczba godzin ZZU	łączna liczba godzin CNPS	łączna liczba punktów ECTS	łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s	h	h	Pkt.	Pkt.	Pkt.
11	15	2	0	0	420	760	30	21	17.60

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy Strona -38-

**Semestr 4**

**Kursy/grupy kursów obowiązkowe (kierunkowe)**

**liczba punktów ECTS 16**

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Fizyka ciała stałego	4					K1FTE_W05 K1FTE_U01 K1FTE_K02	60	75	3	3	2.64	T	E		DN		K
2		Fizyka ciała stałego		2				K1FTE_W05 K1FTE_U01 K1FTE_U10, K1FTE_K02	30	100	4	4	1.28	T	Z		DN	P	K
3		Termodynamika i fizyka statystyczna	2					K1FTE_W02 K1FTE_U01 K1FTE_K01	30	50	2	2	1.44	T	E		DN		K
4		Termodynamika i fizyka statystyczna		2				K1FTE_W02 K1FTE_U01 K1FTE_K01	30	75	3	3	1.28	T	Z		DN	P	K
5		Mechanika kwantowa-2	2					K1FTE_W05 K1FTE_U01 K1FTE_K01	30	50	2	2	1.28	T	Z		DN		K
6		Mechanika kwantowa-2		2				K1FTE_W05 K1FTE_U01 K1FTE_K01	30	50	2	2	1.28	T	Z		DN	P	K
Razem			8	6	0	0	0		210	400	16	16	9.20						

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy Strona -39-



**Kursy/grupy kursów wybieralne (język obcy / zajęcia sportowe)**

**liczba punktów ECTS 3**

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Język obcy B2.2/C1.2		4				K1FTE_U09, K1FTE_K02	60	90	3		2.00	T	Z	O	O	P	KO
		Razem	0	4	0	0	0		60	90	3	0	2.00						

**Kursy/grupy kursów specjalnościowe**

**liczba punktów ECTS 4**

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Wstęp do komputerowego wspomaganie eksperymentu	1					K1FTE_W10 K1FTE_U05 K1FTE_K07	15	25	1	1	0.68	T	Z		DN		S
2		Wstęp do komputerowego wspomaganie eksperymentu				2		K1FTE_W10 K1FTE_U05 K1FTE_U06 K1FTE_U10, K1FTE_K07	30	75	3	3	1.28	T	Z		DN	P	S
		Razem	1	0	2	0	0		45	100	4	4	1.96						

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy Strona -40-

**Kursy/grupy kursów wybieralne - Blok: Programowanie i wstęp do obliczeń numerycznych**

**liczba punktów ECTS 3**

Uwaga: Studenci wybierają 1 przedmiot w ramach bloku.

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczel-niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
		Blok: Programowanie i wstęp do obliczeń numerycznych	1	0	2	0	0		45	75	3	3	1.88	T	Z		DN	P	S
		Razem	1	0	2	0	0		45	75	3	3	1.88						

**Kursy/grupy kursów wybieralne - Blok: Aspekty inżynierskie**

**liczba punktów ECTS 4**

Uwaga: Studenci wybierają 1 przedmiot w ramach bloku.

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczel-niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
		Blok: Aspekty inżynierskie	1	0	2	0	0		45	100	4	4	1.88	T	Z		DN	P	S
		Razem	1	0	2	0	0		45	100	4	4	1.88						

**Razem w semestrze:**

łącna liczba godzin					łącna liczba godzin ZZU	łącna liczba godzin CNPS	łącna liczba punktów ECTS	łącna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s	h	h	Pkt.	Pkt.	Pkt.
11	10	6	0	0	405	765	30	27	16.92

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy Strona -41-

**Semestr 5**

**Kursy/grupy kursów obowiązkowe (kierunkowe)**

**liczba punktów ECTS 8**

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Podstawy elektroniki	2					K1FTE_W10 K1FTE_U03, K1FTE_K07	30	50	2	2	1.28	T	Z		DN		K
2		Podstawy elektroniki			2			K1FTE_W10 K1FTE_U03 K1FTE_U12 K1FTE_K07	30	50	2	2	1.28	T	Z		DN	P	K
3		Laboratorium fizyki ciała stałego			3			K1FTE_W06 K1FTE_U06 K1FTE_U13 K1FTE_U14 K1FTE_K02	45	100	4	4	1.88	T	Z		DN	P	K
Razem			2	0	5	0	0		105	200	8	8	4.44						

**Kursy/grupy kursów wybieralne (język obcy / zajęcia sportowe / przedmioty hum.-społ.)**

**liczba punktów ECTS 0**

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Zajęcia sportowe		2				K1FTE_K06	30	0	0		0	T	Z	O	0	P	KO
Razem			0	2	0	0	0		30	0	0	0	0						

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy Strona -42-

**Kursy/grupy kursów specjalnościowe**

**liczba punktów ECTS 7**

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Podstawy spektroskopii	2					K1FTE_W05 K1FTE_U01 K1FTE_K02	30	75	3	3	1.44	T	E		DN		S
2		Teoria struktur niskowymiarowych	2					K1FTE_W11 K1FTE_U01 K1FTE_K07	30	50	2	2	1.44	T	E		DN		S
3		Teoria struktur niskowymiarowych		2				K1FTE_W11 K1FTE_U01 K1FTE_K07	30	50	2	2	1.28	T	Z		DN	P	S
Razem			4	2	0	0	0		90	175	7	7	4.16						

**Kursy/grupy kursów wybieralne - Blok: Aspekty inżynierskie**

**liczba punktów ECTS 4**

Uwaga: Studenci wybierają 1 przedmiot w ramach bloku.

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
		Blok: Aspekty inżynierskie	1	0	2	0	0		45	100	4	4	1.88	T	Z		DN	P	S
Razem			1	0	2	0	0		45	100	4	4	1.88						

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy Strona -43-

**Kursy/grupy kursów wybieralne - Blok: Laboratoria z fizyki technicznej**

**liczba punktów ECTS 3**

Uwaga: Studenci wybierają 1 przedmiot w ramach bloku.

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
		Blok: Laboratoria z fizyki technicznej	1		1			30	75	3	3	1.28	T	Z		DN	P	S	
		Razem	1	0	1	0	0	30	75	3	3	1.28							

**Kursy/grupy kursów wybieralne - Blok: Ciało stałe**

**liczba punktów ECTS 8**

Uwaga: Studenci wybierają 2 przedmioty w ramach bloku.

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
		Blok: Ciało stałe	4				2	K1FTE_	90	200	8	8	3.68	T	Z		DN	P	S
		Razem	4	0	0	0	2		90	200	8	8	3.68						

**Razem w semestrze:**

łącna liczba godzin					łącna liczba godzin ZZU	łącna liczba godzin CNPS	łącna liczba punktów ECTS	łącna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s	h	h	Pkt.	Pkt.	Pkt.
12	4	8	0	2	390	750	30	26	15.44

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy Strona -44-

## Semestr 6

### Kursy/grupy kursów obowiązkowe (kierunkowe)

liczba punktów ECTS 7

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Seminarium dyplomowe-1					1	K1FTE_W11 K1FTE_U07 K1FTE_U08 K1FTE_K05	15	25	1	1	0.68	T	Z		DN	P	K
2		Praktyka						K1FTE_W06 K1FTE_U11 K1FTE_U12 K1FTE_K01	0	150	6	6	6.00	T	Z		DN	P	K
Razem			0	0	0	0	1		15	175	7	7	6.68						

### Kursy/grupy kursów wybieralne (język obcy / zajęcia sportowe / przedmioty hum.-społ.)

liczba punktów ECTS 1

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Przedmiot hum.-społ.(NS)	1					K1FTE_W08 K1FTE_U04 K1FTE_K03	15	30	1		0.57	T	Z	O	0		KO
Razem			1	0	0	0	0		15	30	1	0	0.57						

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy Strona -45-

**Kursy/grupy kursów specjalnościowe**

**liczba punktów ECTS 7**

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniani <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Nanomateriały	3					K1FTE_W11 K1FTE_U08 K1FTE_K07	45	75	3	3	2.04	T	E		DN		S
2		Nanomateriały					3	K1FTE_W11 K1FTE_U12 K1FTE_U13 K1FTE_U14 K1FTE_K07	45	50	2	2	1.88	T	Z		DN	P	S
3		Nanomateriały					2	K1FTE_W11 K1FTE_U07 K1FTE_U08 K1FTE_K07	30	50	2	2	1.28	T	Z		DN	P	S
Razem			3	0	0	3	2		120	175	7	7	5.20						

**Kursy/grupy kursów wybieralne - Blok: Struktury i przyrządy**

**liczba punktów ECTS 8**

Uwaga: Studenci wybierają 2 przedmioty w ramach bloku.

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniani <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
		Blok: Struktury i przyrządy	4	0		4		K1FTE_	120	200	8	8	4.88	T	Z		DN	P	S
Razem			4	0	0	4	0		120	200	8	8	4.88						

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy Strona -46-

**Kursy/grupy kursów wybieralne - Blok: Nowe materiały i zastosowania-1**

**liczba punktów ECTS 4**

Uwaga: Studenci wybierają 1 przedmiot w ramach bloku.

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniani <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
		Blok: Nowe materiały i zastosowania-1	2	0				K1FTE_	30	100	4	4	1.28	T	Z		DN		S
		Razem	2	0	0	0	0		30	100	4	4	1.28						

**Kursy/grupy kursów wybieralne - Praca dyplomowa**

**liczba punktów ECTS 3**

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniani <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
		Praca dyplomowa inżynierska-1						K1FTE_W1K K1FTE_U05 K1FTE_U10 K1FTE_U14 K1FTE_K07	10	75	3	3	0.16	T	Z		DN	P	S
		Razem	0	0	0	0	0		10	75	3	3	0.16						

**Razem w semestrze:**

Łączna liczba godzin*					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s	h	h	Pkt.	Pkt.	Pkt.
10	0	0	7	3	300	755	30	29	18.77

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy Strona -47-



## Semestr 7

### Kursy/grupy kursów obowiązkowe (kierunkowe)

liczba punktów ECTS 5

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczel-niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Seminarium dyplomowe-2					2	K1FTE_W11 K1FTE_U05 K1FTE_U07 K1FTE_U08 K1FTE_K05	30	125	5	5	1.28	T	Z		DN	P	K
Razem			0	0	0	0	2		30	125	5	5	1.28						

### Kursy/grupy kursów wybieralne (język obcy / zajęcia sportowe / przedmioty hum.-społ.)

liczba punktów ECTS 1

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczel-niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Przedmiot hum.-społ.(NH-2)	1					K1FTE_W09 K1FTE_U04 K1FTE_K03	15	30	1		0.57	T	Z	O			KO
Razem			1	0	0	0	0		15	30	1		0.57						

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelnianny – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy Strona -48-

**Kursy/grupy kursów wybieralne - Blok: Aspekty fizyczne**

**liczba punktów ECTS 4**

Uwaga: Studenci wybierają 1 przedmiot w ramach bloku.

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniani <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
		Blok: Aspekty fizyczne	2	1				45	100	4	4	1.88	T	Z		DN	P	S	
		Razem	2	1	0	0	0	45	100	4	4	1.88							

**Kursy/grupy kursów wybieralne - Blok: Nowe materiały i zastosowania-1**

**liczba punktów ECTS 4**

Uwaga: Studenci wybierają 1 przedmiot w ramach bloku.

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniani <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
		Blok: Nowe materiały i zastosowania-1	2					30	100	4	4	1.28	T	Z		DN	P	S	
		Razem	2	0	0	0	0	30	100	4	4	1.28							

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy Strona -49-

**Kursy/grupy kursów wybieralne - Blok: Nowe materiały i zastosowania-2**

**liczba punktów ECTS 4**

Uwaga: Studenci wybierają 1 przedmiot w ramach bloku.

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniani <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
		Blok: Nowe materiały i zastosowania-2	1			2		K1FTE_	45	100	4	4	1.88	T	Z		DN	P	S
		Razem	1	0	0	2	0		45	100	4	4	1.88						

**Kursy/grupy kursów wybieralne - Praca dyplomowa**

**liczba punktów ECTS 12**

Lp.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu / grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniani <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
		Praca dyplomowa inżynierska-2						K1FTE_W1K K1FTE_U05 K1FTE_U10 K1FTE_U14 K1FTE_K07	30	300	12	12	1.12	T	Z		DN	P	S
		Razem	0	0	0	0	0		30	300	12	12	1.12						

**Razem w semestrze:**

łącna liczba godzin					łącna liczba godzin ZZU	łącna liczba godzin CNPS	łącna liczba punktów ECTS	łącna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s	h	h	Pkt.	Pkt.	Pkt.
6	1	0	2	2	195	755	30	29	8.01

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy Strona -50-

## 2 Zestaw egzaminów w układzie semestralnym (specjalność dyplomowania Nanoinżynieria)

Kod kursu/grupy kursów	Nazwy kursów/ grup kursów kończących się egzaminem	Semestr
	Fizyka-1-C	1
	Algebra-1	1
	Analiza matematyczna-1-B	1
	Fizyka-2-C	2
	Analiza matematyczna-2-B	2
	Podstawy optyki	3
	Mechanika kwantowa-1	3
	Fizyka ciała stałego	4
	Termodynamika i fizyka statystyczna	4
	Podstawy spektroskopii	5
	Teoria struktur niskowymiarowych	5
	Nanomateriały	6

## 3 Liczby dopuszczalnego deficytu punktów ECTS po poszczególnych semestrach

-Semestr	Dopuszczalny deficyt punktów ECTS po semestrze
1	8
2	8
3	8
4	7
5	7
6	6
7	0

Opinia właściwego organu Samorządu Studenckiego

.....  
Data

.....  
Imię, nazwisko i podpis przedstawiciela studentów

.....  
Data

.....  
Podpis Dziekana Wydziału / Dyrektora Filii

**Algebra-1**

Wydział	<b>Podstawowych Problemów Techniki</b>
Nazwa w języku polskim	<b>Algebra-1</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Algebra-1</b>
Kierunek studiów	<b>Fizyka Techniczna</b>
Specjalność	
Stopień	<b>I stopień</b>
Forma	<b>stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	45			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50	100			
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	4			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		4			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.44	1.88			

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Zalecana jest znajomość podstawowych działań algebraicznych na liczbach wymiernych i rzeczywistych, podstaw trygonometrii, elementarnych funkcji i ich wykresów, elementarnych metod rozwiązywania układów równań i nierówności
----	---

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Opanowanie pojęć algebry liniowej oraz podstawowej wiedzy w zakresie liczb zespolonych, wielomianów i funkcji wymiernych
C2	Poznanie podstawowych pojęć rachunku macierzowego z zastosowaniem do rozwiązywania układów równań liniowych
C3	Opanowanie podstawowej wiedzy z geometrii analitycznej na płaszczyźnie i w przestrzeni
C4	Opanowanie podstawowej wiedzy o przestrzeniach liniowych $R^n$
C5	Stosowanie nabytej wiedzy do tworzenia i analizy modeli matematycznych w celu rozwiązywania zagadnień teoretycznych i praktycznych w różnych dziedzinach nauki i techniki

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	zna własności liczb zespolonych, wielomianów i funkcji wymiernych, zna podstawowe twierdzenie algebry
PEU_W02	ma podstawową wiedzę z algebry liniowej, zna metody macierzowe rozwiązywania układów równań liniowych

PEU_W03	ma podstawową wiedzę z geometrii analitycznej na płaszczyźnie i w przestrzeni, zna równania płaszczyzny i prostej oraz krzywych stożkowych
PEU_W04	ma podstawową wiedzę o przestrzeniach liniowych $R^n$
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	potrafi wykonywać obliczenia z wykorzystaniem różnych postaci liczb zespolonych, potrafi rozkładać wielomian na czynniki a funkcję wymierną na ułamki proste
PEU_U02	potrafi stosować rachunek macierzowy, obliczać wyznaczniki i rozwiązywać układy równań liniowych metodami algebry liniowej
PEU_U03	potrafi wyznaczać równania płaszczyzn i prostych w przestrzeni i stosować rachunek wektorowy w konstrukcjach geometrycznych
PEU_U04	potrafi badać niezależność wektorów oraz znajdować bazę podprzestrzeni liniowych $R^n$
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	potrafi wyszukiwać i korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie zdobywać wiedzę
PEU_K02	rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie: liczby naturalne, wymierne i rzeczywiste. Własności działań. Pojęcie grupy.	2
Wy2	Liczby zespolone: podstawowe działania, sprzężenie zespolone, moduł, argument. Płaszczyzna zespolona.	3
Wy3	Postać trygonometryczna liczby zespolonej. Argument główny. Wzór de Moivre'a. Pierwiastki liczby zespolonej. Wzór Eulera.	3
Wy4	Wielomiany. Działania na wielomianach. Pierwiastki wielomianu. Zasadnicze twierdzenie algebry. Rozkład wielomianu na czynniki liniowe i kwadratowe.	2
Wy5	Funkcje wymierne. Rozkład funkcji wymiernej na ułamki proste.	2
Wy6	Geometria analityczna w $R^2$ i $R^3$ : wektory, działania na wektorach, długość wektora, iloczyn skalarny, iloczyn wektorowy, kąt między wektorami.	2
Wy7	Równania parametryczne prostej, okręgu i elipsy. Krzywe stożkowe. Ogólne i parametryczne równanie płaszczyzny.	2
Wy8	Macierze. Dodawanie i mnożenie macierzy. Transpozycja macierzy. Podstawowe typy macierzy.	2
Wy9	Definicja i własności wyznacznika. Metody obliczania wyznaczników.	2
Wy10	Układy równań liniowych. Wzory Cramera.	2
Wy11	Eliminacja Gaussa. Macierz odwrotna. Rząd macierzy.	3
Wy12	Przestrzeń liniowa $R^n$ – podstawowe pojęcia: kombinacja liniowa, liniowa niezależność wektorów, baza, podprzestrzeń liniowa.	3
Wy13	Twierdzenie Kroneckera-Capellego. Układy jednorodne i niejednorodne. Przestrzeń rozwiązań układu jednorodnego.	2
Suma godzin		30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Cw1	Własności działań na liczbach. Przykłady grup.	2
Cw2	Obliczenia z wykorzystaniem postaci algebraicznej liczb zespolonych z interpretacją na płaszczyźnie zespolonej.	4
Cw3	Postać trygonometryczna i wykładnicza liczby zespolonej. Zastosowanie wzoru de Moivre'a. Wyznaczanie pierwiastków liczby zespolonej.	4
Cw4	Znajdowanie pierwiastków wielomianów, dzielenie wielomianów, rozkładanie na czynniki liniowe i kwadratowe.	3
Cw5	Rozkładanie funkcji wymiernej na ułamki proste rzeczywiste i zespolone.	2
Cw6	Obliczenia geometryczne z wykorzystaniem iloczynu skalarnego i iloczynu wektorowego.	2
Cw7	Wyznaczanie równań płaszczyzn i prostych w $R^2$ i w $R^3$ . Obliczenia i konstrukcje geometrii analitycznej.	4
Cw8	Wyznaczanie okręgów, elips, parabol i hiperbol o zadanych własnościach.	2
Cw9	Kołokwium.	2
Cw10	Obliczenia macierzowe.	4

Cw11	Obliczanie wyznaczników. Rozwiązywanie układów równań liniowych z wykorzystaniem wyznaczników.	3
Cw12	Eliminacja Gaussa.	1
Cw13	Wyznaczanie macierzy odwrotnej i rzędu macierzy.	3
Cw14	Zastosowanie twierdzenia Kroneckera-Capellego do analizy rozwiązań układów równań liniowych.	1
Cw15	Wyznaczanie przestrzeni liniowych generowanych przez zadane wektory w $R^n$ : kombinacje liniowe, generatory i baza.	3
Cw16	Wyznaczanie przestrzeni liniowej rozwiązań układu jednorodnego – rozwiązywanie jednorodnych i niejednorodnych układów równań liniowych.	3
Cw17	Kolokwium.	2
Suma godzin		45

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład – metoda tradycyjna
N2	Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna
N3	Konsultacje
N4	Praca własna studenta – przygotowanie do ćwiczeń

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 (ćwiczenia)	PEU_U01-PEU_U04 PEU_K01-PEU_K02	Odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia
P1 (wykład)	PEU_W01-PEU_W04 PEU_K02	Egzamin

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	T. Huskowski, H. Korczowski, H. Matuszczyk, Algebra liniowa, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1980
2	P. Kajetanowicz, J. Wierzejewski Algebra z geometrią analityczną, 2008, Wydawnictwo Naukowe PWN
3	T. Jurlewicz, Z. Skoczylas, Algebra i geometria analityczna. Definicje, twierdzenia, wzory, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2022
4	T. Jurlewicz, Z. Skoczylas, Algebra i geometria analityczna. Przykłady i zadania, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2020
5	T. Jurlewicz, Z. Skoczylas, Algebra liniowa. Definicje, twierdzenia, wzory, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2021
6	T. Jurlewicz, Z. Skoczylas, Algebra liniowa. Przykłady i zadania, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2022
Literatura uzupełniająca	
1	A. I. Kostyrykin, Wstęp do algebry, cz.1 Podstawy algebry, PWN, Warszawa 2012

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Liliana Bujkiewicz
E-mail:	Liliana.Bujkiewicz@pwr.edu.pl



**Analiza matematyczna-1-B**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Analiza matematyczna-1-B
Nazwa w języku angielskim	Calculus-1-B
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	45	45			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75	125			
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3	5			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		5			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2.04	1.88			

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Wiedza i umiejętności z matematyki na poziomie matury rozszerzonej dla szkoły średniej
----	--

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Opanowanie podstawowych pojęć Analizy Matematycznej funkcji jednej zmiennej rzeczywistej
C2	Poznanie podstawowych metod badania przebiegu zmienności funkcji i rozwiązywania zadań optymalizacyjnych
C3	Opanowanie podstawowych metod obliczania całek funkcji jednej zmiennej rzeczywistej
C4	Opanowanie podstawowych kryteriów zbieżności szeregów i metod badania ich własności

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	zna podstawy rachunku różniczkowego funkcji jednej zmiennej z zastosowaniem do rozwiązywania zagadnień optymalizacyjnych
PEU_W02	ma podstawową wiedzę z zakresu całki nieoznaczonej i oznaczonej
PEU_W03	ma podstawową wiedzę z teorii szeregów liczbowych i potęgowych, zna kryteria zbieżności
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	potrafi obliczać granice ciągów i funkcji, wyznaczać asymptoty funkcji, stosować twierdzenie de L'Hospitala
PEU_U02	potrafi obliczać pochodne funkcji i interpretować otrzymane wielkości, potrafi rozwiązywać zadania optymalizacyjne dla funkcji jednej zmiennej, potrafi zbadać własności i przebieg funkcji jednej zmiennej
PEU_U03	potrafi wyznaczyć całki nieoznaczone prostych funkcji elementarnych i funkcji wymiernych
Z zakresu kompetencji społecznych:	

PEU_K01	potrafi wyszukiwać i korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie zdobywać wiedzę
PEU_K02	rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Elementy logiki i teorii mnogości.	4
Wy2	Liczby rzeczywiste, zasada supremum, wzór dwumianowy Newtona.	2
Wy3	Ciągi, granice, punkty skupienia. Twierdzenie Weierstrassa.	2
Wy4	Pojęcie granicy funkcji. Funkcje ciągłe. Własność Darboux.	4
Wy5	Przegląd najważniejszych granic.	2
Wy6	Pojęcie pochodnej. Najważniejsze reguły różniczkowania.	2
Wy7	Pochodna złożenia funkcji. Pochodna funkcji odwrotnej.	2
Wy8	Twierdzenia Rolle'a, Lagrange'a, Cauchy'ego.	4
Wy9	Badanie przebiegu zmienności funkcji.	2
Wy10	Reguła de l'Hospitala i wzór Taylora.	2
Wy11	Całka oznaczona: definicja i przykłady, Podstawowe Twierdzenie Rachunku Różniczkowego i Całkowego.	4
Wy12	Pojęcie funkcji pierwotnej, całka nieoznaczona.	2
Wy13	Metody całkowania: przez części i przez podstawienie.	2
Wy14	Funkcje wymierne, ułamki proste i ich całkowanie. Podstawienia Eulera.	2
Wy15	Całkowanie funkcji trygonometrycznych. Uniwersalne postawienie trygonometryczne.	2
Wy16	Objętości i powierzchnie brył obrotowych.	2
Wy17	Szeregi liczbowe: podstawowe własności. Iloczyn Cauchy'ego.	3
Wy18	Szeregi potęgowe. Twierdzenie Abela.	2
Suma godzin		45

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Cw1	Obliczanie granic właściwych i niewłaściwych ciągów liczbowych i funkcji (w punkcie) oraz wyrażeń nieoznaczonych.	5
Cw2	Obliczanie pochodnych funkcji z wykorzystaniem reguł różniczkowania. Wyznaczanie stycznych do wykresu funkcji. Stosowanie różniczki do obliczeń przybliżonych (szacowania błędów).	6
Cw3	Wyznaczanie wzorów Taylora/Maclaurina z oszacowaniem dokładności. Stosowanie reguły de l'Hospitala do obliczeń granic.	6
Cw4	Badanie przebiegu funkcji – przedziały monotoniczności, wypukłość, ekstrema lokalne. Wyznaczanie ekstremów globalnych.	6
Cw5	Kolokwium.	2
Cw6	Obliczanie całek nieoznaczonych – całkowanie przez części i przez podstawienie. Całkowanie funkcji wymiernych. Całkowanie funkcji trygonometrycznych.	6
Cw7	Obliczanie całek oznaczonych.	6
Cw8	Badanie własności szeregów.	6
Cw9	Kolokwium.	2
Suma godzin		45

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład – metoda tradycyjna
N2	Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna
N3	Konsultacje
N4	Praca własna studenta – przygotowanie do ćwiczeń

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01-PEU_U04 PEU_K01-PEU_K02	Odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia
P1		= F1
P2	PEU_W01-PEU_W03, PEU_K02	Egzamin

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

Literatura podstawowa	
1	F. Leja, Rachunek Różniczkowy i Całkowy, PWN, 2012
2	W. Krywicki, L. Włodarski, Analiza matematyczna w zadaniach, Cz. I, PWN, Warszawa 2006
3	G. M. Fichtenholz, Rachunek różniczkowy i całkowy, T. I-II, PWN, Warszawa 2007
Literatura uzupełniająca	
1	K. Kuratowski, Rachunek Różniczkowy i Całkowy. Funkcje jednej zmiennej rzeczywistej, PWN, 2012
2	M. Zakrzewski, Markowe Wykłady z Matematyki, analiza, wydanie I, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław, 2013

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	Małgorzata Kuchta
E-mail:	malgorzata.kuchta@pwr.edu.pl

## Chemia-1-A

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Chemia-1-A
Nazwa w języku angielskim	Chemistry-1-A
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50	25			
Forma zaliczenia	Zaliczenie	Zaliczenie			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	1			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.28	0.68			

## WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Wiedza i umiejętności z chemii na poziomie podstawowym dla szkoły średniej
----	--

## CELE PRZEDMIOTU

C1	Usystematyzowanie i poszerzenie wiedzy ogólnej z zakresu chemii fizycznej, nieorganicznej i organicznej. <i>Umiejętność</i> nazywania związków (nomenklatura) i opisu reakcji chemicznych (równania), wykonywanie elementarnych obliczeń chemicznych (stężenia, stechiometria). <i>Poznanie</i> budowy atomu i cząsteczki (wiązanie chemiczne w ujęciu teorii VB i MO), podstawowych klas związków chemicznych, typów reakcji, a także ich elementarnego opisu kinetycznego i termodynamicznego, <i>rozumienie</i> wpływu czynników zewnętrznych na kierunek przemian (fizyko)chemicznych oraz relacji struktury substancji do ich właściwości.
----	---

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Posługuje się terminologią i nomenklaturą chemiczną
PEU_W02	Posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie chemii ogólnej, podstaw chemii nieorganicznej, organicznej i fizycznej
PEU_W03	Rozumie relacje między strukturą związków chemicznych (budową materii) a ich właściwościami.
PEU_W04	Zna klasyfikację związków organicznych w oparciu o grupy funkcyjne
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Potrafi przewidzieć właściwości fizykochemiczne materiałów na podstawie ich składu chemicznego, rodzaju wiązań chemicznych i struktury.

PEU_U02	Rozróżnia i opisuje budowę i właściwości klas związków chemicznych, a także typy reakcji chemicznych. Rozumie prawa i pojęcia związane z chemią ogólną
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Rozumie cywilizacyjno-techniczne znaczenie poznanych zagadnień

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Materia i pomiar: podstawowe pojęcia chemii	2
Wy2	Budowa materii: atomy, cząsteczki i jony	2
Wy3	Stechiometria	2
Wy4	Reakcje chemiczne w roztworach wodnych	2
Wy5	Podstawy termochemii	2
Wy6	Struktura atomu	2
Wy7	Wiązanie chemiczne 1	2
Wy8	Wiązanie chemiczne 2	2
Wy9	Oddziaływania międzycząsteczkowe	2
Wy10	Gazy i ciecze	2
Wy11	Ciała stałe i nowoczesne materiały	2
Wy12	Kinetyka chemiczna	2
Wy13	Równowagi chemiczne	2
Wy14	Elektrochemia	2
Wy15	Kolokwium	2
Suma godzin		30

Forma zajęć – ćwiczenia		Liczba godzin
Cw1	Podstawowe pojęcia z chemii – przypomnienie	1
Cw2	Systematyka i nomenklatura związków nieorganicznych	2
Cw3	Systematyka i nomenklatura związków organicznych	2
Cw4	Stężenia roztworów, przeliczanie jednostek, mieszanie roztworów	2
Cw5	Orbitale atomowe, orbitale molekularne, konfiguracje elektronowe	2
Cw6	Stechiometria (bilans materiałowy i bilans ładunku)	2
Cw7	Równowagi chemiczne	2
Cw8	Kolokwium	2
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład
N2	Dyskusja problemowa
N3	Konsultacje

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W04 PEU_U1-U02, PEU_K1	Dyskusje, kartkówki
P1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W04	Kolokwium z ćwiczeń

	PEU_U1-U02, PEU_K1	
P2	PEU_W01-W04, PEU_U1-U02, PEU_K1	Kolokwium pisemne (wykład)

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

Literatura podstawowa	
1	L. Pauling, P. Pauling. Chemia Ogólna. PWN, Warszawa 1989 lub wydania nowsze (L. Pauling, P. Pauling, Chemia, PWN).
2	A. Bielański. Podstawy chemii nieorganicznej, t. 1. PWN, Warszawa 2011 (lub wydania nowsze)
3	Polskie opracowania terminologii chemicznej: Nomenklatura chemii nieorganicznej (zalecenia 1990) oraz Nomenklatura związków organicznych: rekomendacje IUPAC i nazwy preferowane (2017), Komisja terminologii chemicznej PTChem <a href="http://cryst.p.lodz.pl/KTCh/index.php?id=materiały">http://cryst.p.lodz.pl/KTCh/index.php?id=materiały</a>
4	Red. A. Śliwa. Obliczenia chemiczne – zbiór zadań z chemii ogólnej i analitycznej nieorganicznej, PWN, Warszawa 1982 (lub nowsze)
Literatura uzupełniająca	
1	A. Bielański. Podstawy chemii nieorganicznej t.2 PWN, Warszawa 2011 lub nowsze wyd.
2	K. Pigoń, Z. Ruziewicz. Chemia fizyczna t. 1 Podstawy Fenomenologiczne. PWN, Warszawa, 2021.
3	J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, P. Wothers. Chemia organiczna. WNT, Warszawa 2016
4	T.H. Brown, Chemistry: the central science; Upper Saddle River: Pearson Education International, 10 <sup>th</sup> ed, 2006 (lub wydanie nowsze)

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	dr inż. Artur Herman
E-mail:	artur.herman@pwr.edu.pl

**Fizyka-1-C**

Wydział	<b>Podstawowych Problemów Techniki</b>
Nazwa w języku polskim	<b>Fizyka-1-C</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Physics-1-C</b>
Kierunek studiów	<b>Fizyka Techniczna</b>
Specjalność	
Stopień	<b>I stopień</b>
Forma	<b>stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	45	45			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75	125			
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3	5			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		5			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2.04	1.88			

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Wiedza i umiejętności z matematyki i fizyki na poziomie matury rozszerzonej dla szkoły średniej.
----	--

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Nabywanie wiedzy, uwzględniającej jej aspekty aplikacyjne, z następujących działów fizyki klasycznej: kinematyka, dynamika, praca, energia mechaniczna, fale mechaniczne.
C2	Zdobycie umiejętności rozwiązywania typowych zadań rachunkowych z zakresu: kinematyki, dynamiki, pracy, energii mechanicznej, ruchu falowego

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	ma wiedzę w zakresie podstawowych koncepcji i zasad dotyczącą kinematyki, dynamiki, pracy, energii mechanicznej, ruchu falowego, pozwalającą na rozumienie zjawisk fizycznych
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	potrafi posługiwać się posiadanym aparatem matematycznym w rozwiązywaniu problemów fizycznych dotyczących kinematyki, dynamiki, pracy, energii mechanicznej, ruchu falowego oraz potrafi przeprowadzić analizę ilościową związaną z zagadnieniem fizycznym i sformułować wnioski jakościowe, ponadto potrafi uczyć się samodzielnie na podstawie dostępnych materiałów dydaktycznych
Z zakresu kompetencji społecznych:	

PEU_K01	rozumie potrzebę i konieczność ciągłego zdobywania wiedzy (zarówno samodzielnie i w grupie) m.in. w celu racjonalnego sposobu podejścia do rzeczywistości oraz potrafi przekazać informacje związane z kinematyką, dynamiką, pracą, energią mechaniczną oraz ruchem falowym.
---------	--

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Tematy wykładów: 1. Świat fizyki. 2. Kinematyka ruchu punktu materialnego. 3. Dynamika punktu materialnego. Oddziaływania fundamentalne - krótka charakterystyka. Zasady dynamiki Newtona. Zasada względności Galileusza. Determinizm mechaniki klasycznej. 4. Ruch pod wpływem stałej siły, ruch z uwzględnieniem sił oporu, ruch pod wpływem siły dośrodkowej. 5. Drgania harmoniczne, drgania harmoniczne tłumione, zjawisko rezonansu. 6. Układ punktów materialnych. Zasada zachowania pędu. 7. Bryła sztywna. Kinematyka ruchu obrotowego. Dynamika ruchu obrotowego. Toczenie. 8. Zasada zachowania momentu pędu. 9. Praca. Energia kinetyczna. 10. Siły zachowawcze. Energia potencjalna. Zasada zachowania energii mechanicznej. Zderzenia. 11. Ruch w polu sił centralnych. Prawa Keplera. 12. Ruch w nieinercjalnych układach odniesienia. 13. Fale mechaniczne. Fale stojące. Prędkość grupowa.	
Suma godzin		<b>45</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Cw1	1. Sprawy organizacyjne. Przypomnienie wiadomości dotyczących wektorów i działania na wektorach. 2. Rozwiązywanie zadań rachunkowych ilustrujących: (a) kinematykę ruchu prostoliniowego; (b) kinematykę ruchu krzywoliniowego; (c) dynamikę punktu materialnego - ruch pod wpływem stałej siły; (d) dynamikę punktu materialnego - ruch z uwzględnieniem siły oporu; (e) dynamikę punktu materialnego - ruch pod wpływem siły sprężystości.	19
Cw2	Kolokwium - weryfikacja umiejętności rozwiązywania problemów (punkt 2(a)-(e))	2
Cw3	3. Rozwiązywanie zadań rachunkowych ilustrujących: (a) ruch postępowy układu punktów materialnych, zasadę zachowania pędu; (b) ruch bryły sztywnej, zasadę zachowania momentu pędu; (c) pojęcia: pracy, energii kinetycznej, potencjalnej, zasady zachowania energii mechanicznej; (d) wykorzystanie pojęcia sił bezwładności.	19
Cw4	Kolokwium - weryfikacja umiejętności rozwiązywania problemów (punkt 3(a)-(d))	2
Cw5	Rozwiązywanie interesujących złożonych zadań problemowych.	3
Suma godzin		<b>45</b>

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład tradycyjny z wykorzystaniem demonstracji i pokazów praw/zjawisk fizycznych.
N2	Ćwiczenia – rozwiązywanie zadań rachunkowych
N3	Zasoby cyfrowe
N4	Konsultacje
N5	Praca własna



**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
ćwiczenia		
F1	PEU_W01, PEU_U01, PEU_K01	dyskusje, kartkówki, kolokwia z ćwiczeń
P=F1		
Wykład		
F2	PEU_W01, PEU_U01, PEU_K01	egzamin pisemny i ustny
P=F2		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

Literatura podstawowa	
1	A. Wróblewski, J. Zakrzewski: Wstęp do Fizyki, tom 1-2, Warszawa 1991
2	D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, Podstawy fizyki, T1,2, PWN, 2003
3	J. Orear, Fizyka t.1, WNT, 1993
4	R.P. Feynman, Feynmana wykłady z fizyki. T.1 część 1,2, PWN, 1971
5	K. Jezierski, B. Kołodka, K. Sierański, Zadania z rozwiązaniami, Oficyna Wydawnicza Scripta, 2000
Literatura uzupełniająca	
1	H.D. Young, R.A. Freedman, University Physics, Addison-Wesley, 2000
2	S.B. Cahn, G.D. Mahan, B.E. Nadgorny, A Guide to Physics Problems, Part 1, Kluwer, 2004
3	F.C. Crawford, Fale, PWN, 1972

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	dr hab. Krzysztof Ryczko, prof. uczelni
E-mail:	krzysztof.ryczko@pwr.wroc.pl

## Podstawy analizy danych

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Podstawy analizy danych
Nazwa w języku angielskim	Basics of numerical data analysis
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna, Optyka, Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	ogólnouczelniany
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			50		
Forma zaliczenia			Zaliczenie		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)			1.28		

## WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Podstawowe umiejętności posługiwania się komputerem
----	---

## CELE PRZEDMIOTU

C1	Zapoznanie studentów z podstawami analizy danych i ich wizualizacją z zastosowaniem komputera
C2	Nauczenie podstaw analizy danych w programie <i>Microsoft Excel</i>
C3	Nauczenie podstaw pakietu inżynierskiego <i>OriginLab</i> lub analogiczny
C4	Nauczenie podstaw analizy danych w programie <i>gnuplot</i>

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Posiada podstawową wiedzę o analizie danych numerycznych i ich wizualizacji z wykorzystaniem komputera
PEU_W02	Posiada wiedzę o zastosowaniach programów: <i>gnuplot</i> i <i>Microsoft Excel</i> oraz pakietu inżynierskiego <i>OriginLab</i> (lub analogicznego) do podstawowej obróbki danych numerycznych i ich wizualizacji
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Potrafi korzystać z arkusza kalkulacyjnego
PEU_U02	Umie korzystać z programów: <i>gnuplot</i> i <i>Microsoft Excel</i> oraz pakietu <i>OriginLab</i> (lub analogicznego) do analizy danych numerycznych i ich wizualizacji
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	jest gotów myśleć i działać w sposób kreatywny
PEU_K02	ma świadomość własnych ograniczeń i wie jak ważne jest dalsze samokształcenie

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1-5	Podstawy analizy danych i ich wizualizacja w programie <i>Microsoft Excel</i> – obsługa arkusza kalkulacyjnego, tworzenie wykresów i ich adaptacja, regresja liniowa, ćwiczenia, kolokwium podsumowujące	10
La6-10	Podstawy analizy danych i ich wizualizacja w programie <i>OriginLab</i> (lub analogicznym) – obsługa arkusza kalkulacyjnego, tworzenie wykresów i ich adaptacja, regresja liniowa, dopasowanie nieliniowe, ćwiczenia, kolokwium podsumowujące	10
La11-14	Podstawy analizy danych i ich wizualizacja w programie <i>gnuplot</i> – tworzenie wykresów i ich adaptacja, regresja liniowa, podstawy obsługi skryptów, ćwiczenia, kolokwium podsumowujące	8
La15	Kolokwium poprawkowe, podsumowanie zajęć	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład problemowy wspomagany przykładami
N2	Strona internetowa z udostępnionymi materiałami dydaktycznymi
N3	Zadania i testy sprawdzające stopień przyswajania informacji przez studentów
N4	Konsultacje

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 – W02 PEU_U01 – U02 PEU_K01 – K02	Sprawdzian z umiejętności postępowania się programem <i>Microsoft Excel</i> do analizy danych i ich wizualizacji
F2	PEU_W01 – W02 PEU_U01 – U02 PEU_K01 – K02	Sprawdzian z umiejętności postępowania się programem <i>OriginLab</i> (lub analogicznym) do analizy danych i ich wizualizacji
F3	PEU_W01 – W02 PEU_U01 – U02 PEU_K01 – K02	Sprawdzian z umiejętności postępowania się programem <i>gnuplot</i> do analizy danych i ich wizualizacji
F4	PEU_W01 – W02 PEU_U01 – U02 PEU_K01 – K02	Kolokwium poprawkowe
P		$= (F1 + F2 + F3)/3$ z uwzględnieniem F4 w przypadku niezaliczenia F1-3

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Dokumentacja pakietu <i>OriginLab</i> (lub analogicznego) – dostępna w pakiecie jak i na stronach internetowych
2	Dokumentacja programu <i>gnuplot</i> – dostępna w pakiecie jak i na stronach internetowych
3	Dokumentacja pakietu <i>Microsoft Excel</i> – dostępna w pakiecie jak i na stronach internetowych producenta

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Dr inż. Piotr Sitarek, profesor uczelni (FT, OPT) Dr hab. inż. Krzysztof Ryczko, profesor uczelni (FT, OPT) Dr inż. Janusz Andrzejewski (FT, OPT) Dr hab. inż. Magdalena Przybyło, prof. uczelni (IB)
E-mail:	Piotr.Sitarek@pwr.edu.pl Krzysztof.Ryczko@pwr.edu.pl Janusz.Andrzejewski@pwr.edu.pl Magdalena.Przybylo@pwr.edu.pl

**Wstęp do programowania**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Wstęp do programowania
Nazwa w języku angielskim	Introduction to programming
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	25		50		
Forma zaliczenia	Zaliczenie		Zaliczenie		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0.68		1.28		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Elementarna znajomość obsługi komputera.
2.	Chęć nauki programowania.
3.	Chęć rozwiązywania prostych problemów przy pomocy komputera.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Nabywanie umiejętności programowania w języku Python na poziomie podstawowym: a) czytanie danych z klawiatury oraz wypisywanie danych na ekranie b) zapis i odczyt danych z pliku c) użycie pętli d) znajomość podstawowych struktur danych: liczby, ciągi znaków, krotki, listy, zbiory oraz słowniki oraz ich wykorzystanie e) pisanie prostych funkcji oraz ich wykorzystanie f) wyszukania informacji i korzystania z bogatej biblioteki modułów
C2	Umiejętność pisania prostych programów rozwiązujących niezbyt skomplikowane zagadnienia.
C3	Umiejętność usuwania i naprawiania różnego typu błędów i usterek w programie.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Wie co to jest program, algorytm, dane.
PEU_W02	Wie co to jest obiekt oraz w jaki sposób się nim posługiwać w Pythonie.

PEU_W03	Wie co to są struktury danych takie jak: listy, krotki, słowniki oraz umie się posługiwać tymi typami danych.
PEU_W04	Wie co to są pętle, instrukcje warunkowe, operacje we/wy, funkcje.
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Umie posługiwać się językiem programowania Python do rozwiązania prostych problemów.
PEU_U02	Umie posługiwać się podstawowymi elementami języka programowania: instrukcje warunkowe, operacje we/wy, pętle, funkcje.
PEU_U03	Umie zastosować struktury danych przy rozwiązywaniu problemów.
PEU_U04	Umie zastosować niektóre z bardzo licznych standardowych modułów dostępnych w Pythonie.
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Umie posługiwać się fachowym językiem w celu: poprawnego sformułowania pytania, zrozumienia odpowiedzi czy też wyjaśnieniu problemu drugiej osobie.
PEU_K02	Rozumie potrzebę samodzielnego zdobywania wiedzy.
PEU_K03	Rozumie potrzebę znajomości podstaw programowania.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Informacje organizacyjne. Dlaczego Python. „Filozofia” Pythona.	1
Wy2	Czym jest język programowania. Pojęcie obiektu. Proste struktury danych: liczby (całkowite, rzeczywiste, zespolone), ciągi znaków.	2
Wy3	Operacje na sekwencjach: dodawanie, mnożenie, indeksowanie, wycinanie. Operacje we/wy. Wyrażenia logiczne oraz instrukcja warunkowa. Pętla while.	2
Wy4	Pętla for. Iteratory – własności i konstrukcja. Funkcje – podstawowa budowa i zasady użycia.	2
Wy5	Metody dla liczb. Metody dla sekwencji: krotki, listy, ciągi znaków.	2
Wy6	Pojęcie modułu. Moduły standardowe. Pojęcie pliku oraz katalogu. Operacje na plikach tekstowych.	2
Wy7	Zbiory oraz słowniki – własności, metody oraz zastosowania. Formatowanie ciągów znaków.	2
Wy8	Zaliczenie wykładu.	2
Suma godzin		15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Zasady zaliczeń. Instalowanie środowiska pracy — dystrybucja anaconda. Zintegrowane środowisko programistyczne Spyder.	2
La2	Proste skrypty. Operacje arytmetyczne na liczbach.	2
La3	Proste operacje na sekwencjach — tworzenie, modyfikowanie.	2
La4	Pętla while – zastosowania do obliczeń cyklicznych.	2
La5	Przetwarzanie sekwencji.	2
La6	Częstkowy sprawdzian — 1	2
La7	Pętla for a pętla while. Zastosowania iteratorów.	2
La8	Funkcje — najprostsze konstrukcje.	2
La9	Przepływ informacji. Struktura programu.	2
La10	Częstkowy sprawdzian — 2	2
La11	Użycie metod dla liczb oraz ciągów znaków	2
La12	Operacje na plikach — zapis i odczyt danych.	2
La13	Zastosowania zbioru oraz słownika.	2
La14	Rozwiązywanie zadań.	2
La15	Sprawdzian	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład w formie tradycyjnej z wykorzystaniem prezentacji komputerowej.
N2	Omawianie przykładowych programów.
N3	Listy zadań. Praca samodzielna. Indywidualne/grupowe rozwiązywanie zadań oraz rozmowy na zajęciach.
N4	Konsultacje pozwalające na uzupełnienie treści programowych.

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01, PEU_W02, PEU_W03, PEU_W04, PEU_U02, PEU_U03, PEU_U04, PEU_K01, PEU_K02, PEU_K03	Kolokwium zaliczeniowe
F2	PEU_U02, PEU_U03, PEU_U04, PEU_K01, PEU_K02, PEU_K03	Sprawdzian
P(Wykład)		= F1
P(Laboratorium)		= F2

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

Literatura podstawowa	
1	Bill Lubanovic, Python Nowoczesne programowanie w prostych krokach, Wyd II, Helion 2021
2	Naomi Ceder, PYTHON SZYBKO I PROSTO, Wyd III, Helion 2019
3	Mark Lutz, Python. Wprowadzenie, Wyd V Helion 2020
4	Notatki do wykładu w formie elektronicznej udostępnione na stronie internetowej wykładowcy/stronie kursu(e-portal)
Literatura uzupełniająca	
1	C. Gynvael, Zrozumieć programowanie, PWN 2016
2	M. James, Programmer's Python: Everything is an Object: Something Completely Different, I/O Press; 1st edition (2018)
3	<a href="http://www.python.org">www.python.org</a>
4	<a href="https://python-course.eu/python-tutorial/">https://python-course.eu/python-tutorial/</a>

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	Janusz Andrzejewski
E-mail:	Janusz.Andrzejewski@pwr.edu.pl

**Algebra-2**

Wydział	<b>Podstawowych Problemów Techniki</b>
Nazwa w języku polskim	<b>Algebra-2</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Algebra-2</b>
Kierunek studiów	<b>Fizyka Techniczna</b>
Specjalność	
Stopień	<b>I stopień</b>
Forma	<b>stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	25	75			
Forma zaliczenia	Zaliczenie	Zaliczenie			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.28	1.28			

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Znajomość rachunku macierzowego
2.	Umiejętność rozwiązywania układów równań liniowych
3.	Podstawowa wiedza o przestrzeniach $R^n$
4.	Podstawowa wiedza o liczbach zespolonych
5.	Podstawowe umiejętności z zakresu rachunku różniczkowego i całkowego.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Zapoznanie się z podstawowymi pojęciami z teorii przestrzeni liniowych
C2	Opanowanie podstawowej wiedzy o przekształceniach liniowych
C3	Poznanie podstawowych pojęć z przestrzeni euklidesowych i unitarnych
C4	Stosowanie nabytej wiedzy do tworzenia i analizy modeli matematycznych w celu. rozwiązywania zagadnień teoretycznych i praktycznych w różnych dziedzinach nauki i techniki

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	ma podstawową wiedzę o przestrzeniach liniowych
PEU_W02	ma podstawową wiedzę o przekształceniach liniowych
PEU_W03	zna podstawowe pojęcia i własności przestrzeni euklidesowych i unitarnych
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	umie znajdować bazę przestrzeni liniowej i badać liniową niezależność wektorów

PEU_U02	potrafi wyznaczać jądro, obraz, macierz oraz wartości i wektory własne przekształcenia liniowego
PEU_U03	potrafi ortogonalizować wektory i znajdować rzuty ortogonalne wektora na podprzestrzeń liniową
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	potrafi wyszukiwać i korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie zdobywać wiedzę
PEU_K02	rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Przestrzenie liniowe. Liniowa niezależność wektorów, baza i wymiar przestrzeni liniowej. Zmiana bazy. Współrzędne wektora w bazie	6
Wy2	Przekształcenia liniowe. Jądro, obraz i rząd przekształcenia liniowego	4
Wy3	Macierz przekształcenia liniowego. Wartości i wektory własne przekształceń liniowych i macierzy. Macierze diagonalizowalne	6
Wy4	Przestrzenie euklidesowe i unitarne – definicja iloczynu skalarnego. Bazy ortogonalne. Ortogonalizacja Grama-Schmidta. Rzut ortogonalny i jego zastosowania. Wybrane elementy geometrii analitycznej w $R^3$	8
Wy5	Operatory ortogonalne i unitarne. Macierze symetryczne i hermitowskie. Diagonalizacja ortogonalna macierzy symetrycznych	6
Suma godzin		30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Cw1	Przestrzenie i podprzestrzenie liniowe.	3
Cw2	Kombinacje liniowe wektorów. Liniowa niezależność wektorów.	2
Cw3	Baza i wymiar przestrzeni liniowej. Współrzędne wektora w zadanej bazie.	2
Cw4	Przekształcenia liniowe. Jądro i obraz przekształcenia liniowego.	3
Cw5	Macierz przejścia z bazy do bazy. Macierz przekształcenia liniowego w różnych bazach.	4
Cw6	Wartości i wektory własne macierzy i przekształceń liniowych.	3
Cw7	Diagonalizacja macierzy.	2
Cw8	Iloczyn skalarny, norma.	2
Cw9	Współrzędne wektora w zadanej bazie ortogonalnej i ortonormalnej.	1
Cw10	Ortogonalizacja Grama-Schmidta.	2
Cw11	Rzuty ortogonalne na podprzestrzenie liniowe.	2
Cw12	Macierze symetryczne i hermitowskie.	2
Cw13	Kolokwium	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład – metoda tradycyjna
N2	Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna i/lub e-learning
N3	Konsultacje
N4	Praca własna studenta – przygotowanie do ćwiczeń

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01-PEU_U03, PEU_K01, PEU_K02	Odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia
P1 (ćwiczenia)		= F1
P2 (wykład)	PEU_W01-PEU_W03, PEU_K02	Kolokwium zaliczeniowe



**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

Literatura podstawowa	
1	T. Jurlewicz, Z. Skoczylas, Algebra liniowa. Definicje, twierdzenia, wzory, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2021
2	T. Jurlewicz, Z. Skoczylas, Algebra liniowa. Przykłady i zadania, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2022
Literatura uzupełniająca	
1	A. I. Kostrykin, Wstęp do algebry, cz.1 Podstawy algebry, PWN, Warszawa 2012
2	A. I. Kostrykin, Wstęp do algebry, cz. 2 Algebra liniowa, PWN, Warszawa 2012
3	B. Gleichgewicht, Algebra, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2004

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	Prof. Michał Morayne
E-mail:	michal.morayne@pwr.edu.pl

**Analiza matematyczna-2-B**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Analiza matematyczna-2-B
Nazwa w języku angielskim	Calculus-2-B
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	45	45			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75	100			
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3	4			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		4			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2.04	1.88			

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Zna rachunek różniczkowy i całkowy funkcji jednej zmiennej i jego zastosowania.
2.	Zna podstawowe pojęcia algebry liniowej

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Poznanie podstawowych pojęć rachunku różniczkowego funkcji wielu zmiennych
C2	Poznanie podstawowych pojęć rachunku całkowego funkcji wielu zmiennych
C3	Poznanie podstawowych metod rozwiązywania równań różniczkowych

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	zna podstawy rachunku różniczkowego funkcji wielu zmiennych
PEU_W02	zna podstawy rachunku całkowego funkcji wielu zmiennych
PEU_W03	ma podstawową wiedzę o liniowych równaniach różniczkowych pierwszego rzędu i drugiego rzędu o stałych współczynnikach
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	potrafi obliczać pochodne cząstkowe, kierunkowe i gradient funkcji wielu zmiennych i interpretować otrzymane wielkości, potrafi sprawdzić, czy dane pole wektorowe jest potencjalne i obliczyć potencjał pola
PEU_U02	potrafi obliczać i interpretować całki wielokrotne, potrafi stosować różne układy współrzędnych do obliczeń całek podwójnych i potrójnych
PEU_U03	potrafi rozwiązywać proste równania różniczkowe

Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	potrafi wyszukiwać i korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie zdobywać wiedzę
PEU_K02	rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Geometria przestrzeni $R_n$ . Pojęcie ciągłości funkcji z $R_n$ w $R_m$ .	3
Wy2	Pojęcie pochodnej funkcji wielu zmiennych. Pochodne cząstkowe. Pochodna kierunkowa. Gradient funkcji. Macierz Jacobiego.	3
Wy3	Pochodna złożenia funkcji. Twierdzenie o funkcji odwrotnej.	3
Wy4	Funkcje uwikłane. Twierdzenie o odwzorowaniu otwartym. Metoda mnożników Lagrange'a.	6
Wy5	Ekstrema lokalne, ekstrema warunkowe, ekstremalne wartości funkcji na danym zbiorze.	3
Wy6	Całka funkcji wielu zmiennych. Twierdzenie Fubniego. Zastosowania.	3
Wy7	Twierdzenie o zamianie zmiennych. Współrzędne biegunowe, cylindryczne, sferyczne.	3
Wy8	Pojęcie całki krzywoliniowej.	3
Wy9	Pola wektorowe. Pola potencjalne. Pojęcie dywergencji i rotacji pola. Laplasjan pola.	3
Wy10	Twierdzenia Greena, Gaussa, Stokesa i ich zastosowania.	6
Wy11	Pojęcie równania różniczkowego. Twierdzenia o istnieniu rozwiązań.	3
Wy12	Podstawowe klasy równań różniczkowych i podstawowe metody ich rozwiązywania.	3
Wy13	Szeregi trygonometryczne i ich zastosowania do rozwiązywania równań różniczkowych.	3
Suma godzin		45

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Cw1	Badanie własności przestrzeni $R_n$ . Ciągłość odwzorowań przestrzeni metrycznych.	6
Cw2	Obliczanie pochodnych cząstkowych. Wyznaczanie płaszczyzny stycznej. Obliczanie pochodnych kierunkowych i gradientu.	6
Cw3	Obliczanie pochodnych wyższych rzędów. Badanie czy dane pole jest potencjalne. Wyznaczanie potencjałów pola.	6
Cw4	Wyznaczanie ekstremów funkcji wielu zmiennych. Wyznaczanie macierzy Jacobiego oraz jacobianu funkcji. Wyznaczanie hesjanu. Obliczanie ekstremów warunkowych.	6
Cw5	Obliczanie całek wielu zmiennych. Zamiana kolejności całek iterowanych. Obliczenia całek z zamianą zmiennych. Współrzędne biegunowe, walcowe, sferyczne.	6
Cw6	Zastosowania twierdzeń Greena, Gaussa i Stokesa.	6
Cw7	Rozwiązywanie podstawowych klas równań różniczkowych.	9
Suma godzin		45

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład – metoda tradycyjna z wykorzystaniem multimediów
N2	Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01-PEU_U03, PEU_K01-PEU_K02	Odpowiedzi ustne, kolokwia
P1 (ćwiczenia)		F1
P2 (wykład)	PEU_W01-PEU_W03, PEU_K02	Egzamin

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

Literatura podstawowa	
1	F. Leja, Rachunek różniczkowy i całkowy ze wstępem do równań różniczkowych, PWN, Warszawa 2008.
2	G. M. Fichtenholz, Rachunek różniczkowy i całkowy, T. I-II, PWN, Warszawa 2007

3	W. Żakowski, W. Kołodziej, Matematyka, Cz. II, WNT, Warszawa 2003
4	W. Żakowski, W. Leksiński, Matematyka, Cz. IV, WNT, Warszawa 2002
5	W. Krywicki, L. Włodarski, Analiza matematyczna w zadaniach, Cz. I-II, PWN, Warszawa 2006
Literatura uzupełniająca	
1	R. Leitner, Zarys matematyki wyższej dla studiów technicznych, Cz. 1-2, WNT, 2006
2	H. i J. Musielakowie, Analiza matematyczna, T. I, Cz. 1-2 oraz T. II, Cz. 1, Wydawnictwo Naukowe UAM, 1993 oraz 2000

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	Małgorzata Kuchta
E-mail:	malgorzata.kuchta@pwr.edu.pl

## Fizyka-2-C

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Fizyka-2-C
Nazwa w języku angielskim	Physics-2-C
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	45	45			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75	100			
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3	4			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		4			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2.04	1.88			

## WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Wiedza i umiejętności z zakresu przedmiotu Fizyka-1-C.
2.	Wiedza i umiejętności z zakresu przedmiotu Analiza matematyczna-1 i Algebra-1.

## CELE PRZEDMIOTU

C1	Nabywanie wiedzy, uwzględniającej jej aspekty aplikacyjne, z następujących działów fizyki klasycznej: elektrostatyka, prąd elektryczny, magnetyzm i fale elektromagnetyczne.
C2	Zdobycie umiejętności rozwiązywania typowych zadań rachunkowych z zakresu: elektrostatyka, prąd elektryczny, magnetyzm i fale elektromagnetyczne.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	ma wiedzę w zakresie podstawowych koncepcji i zasad dotyczącą elektrostatyki, prądu elektrycznego, magnetyzmu i fal elektromagnetycznych, pozwalającą na rozumienie zjawisk fizycznych
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	potrafi posługiwać się posiadanym aparatem matematycznym w rozwiązywaniu problemów fizycznych dotyczących elektrostatyki, prądu elektrycznego, magnetyzmu i fal elektromagnetycznych oraz potrafi przeprowadzić analizę ilościową związaną z zagadnieniem fizycznym i sformułować wnioski jakościowe, ponadto potrafi uczyć się samodzielnie na podstawie dostępnych materiałów dydaktycznych
Z zakresu kompetencji społecznych:	

PEU_K01	rozumie potrzebę i konieczność ciągłego zdobywania wiedzy (zarówno samodzielnie i w grupie) m.in. w celu racjonalnego sposobu podejścia do rzeczywistości oraz potrafi przekazać informacje związane z elektrostatyką, prądem elektrycznym, magnetyzmem i falami elektromagnetycznymi
---------	---

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Tematy wykładów: 1. Sprawy organizacyjne związane z przedmiotem Fizyka-2-C. 2. Elektrostatyka. Prawo Coulomba. Zasada superpozycji. Dipol w polu elektrycznym. Strumień pola elektrycznego. Prawo Gaussa. 3. Potencjał pola elektrycznego. 4. Przewodniki w polu elektrycznym. Pojemność elektryczna. Pojemność układu przewodników. Kondensatory. Energia układu przewodników. Energia pola elektrycznego. 5. Dielektryk w polu elektrycznym. Polaryzacja dielektryka. 6. Ruch w polu elektrostatycznym. 7. Prąd elektryczny stały. 8. Magnetostatyka. 9. Ruch ładunku w polu magnetostaticznym. 10. Siła magnetyczna działająca na przewodnik z prądem. Dipolowy moment magnetyczny. 11. Indukcja elektromagnetyczna. 12. Obwody prądu zmiennego. Układ RLC. 13. Magnetyzm materii. 14. Równania Maxwella. Fale elektromagnetyczne.	
Suma godzin		<b>45</b>

Forma zajęć – ćwiczenia		Liczba godzin
Cw1	1. Sprawy organizacyjne. Wiadomości dotyczące analizy wektorowej. 2. Rozwiązywanie zadań rachunkowych ilustrujących: (a) prawo Coulomba, zastosowania zasady superpozycji pola, zachowania się dipola umieszczonego w polu elektrycznym; (b) zastosowanie prawa Gaussa, wykorzystanie pojęcia potencjału pola elektrycznego; (c) wiadomości dotyczące kondensatorów oraz ruchu ładunku elektrycznego w polu elektrycznym; (d) wiadomości dotyczące stałego prądu elektrycznego, obwody elektryczne.	19
Cw2	Kolokwium - weryfikacja umiejętności rozwiązywania problemów (punkt 2(a)-(d))	2
Cw3	3. Rozwiązywanie zadań rachunkowych ilustrujących: (a) pojęcia i wiadomości związane z polem magnetycznym, ruch ładunku elektrycznego w polu magnetycznym; (b) zastosowania prawa Faradaya; (c) analizę obwodów prądu zmiennego; (d) wiadomości dotyczących fal elektromagnetycznych.	19
Cw4	Kolokwium - weryfikacja umiejętności rozwiązywania problemów (punkt 3(a)-(d))	2
Cw5	Rozwiązywanie interesujących złożonych zadań problemowych dotyczących: elektryczności i magnetyzmu.	3
Suma godzin		<b>45</b>

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład tradycyjny z wykorzystaniem demonstracji i pokazów praw/zjawisk fizycznych.
N2	Ćwiczenia – rozwiązywanie zadań rachunkowych
N3	Zasoby cyfrowe
N4	Konsultacje
N5	Praca własna

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
Ćwiczenia		
F1	PEU_W01, PEU_U01, PEU_K01	dyskusje, kartkówki, kolokwia z ćwiczeń
P=F1		
Wykład		
F2	PEU_W01, PEU_U01, PEU_K01	egzamin pisemny i ustny
P=F2		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

Literatura podstawowa	
1	A. Wróblewski, J. Zakrzewski: Wstęp do Fizyki, tom 1-2, Warszawa 1991
2	D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, <i>Podstawy fizyki</i> , T 2,3,4, PWN, 2003
3	R.P. Feynman, <i>Feynmana wykłady z fizyki</i> . T.1, 2, PWN, 1971
4	D.J. Griffiths, <i>Podstawy elektrodynamiki</i> , WN PWN, Warszawa 2001
5	K. Jeziński, B. Kołodka, K. Sierański, <i>Zadania z rozwiązaniami, część II</i> , Oficyna Wydawnicza Scripta, 1999
Literatura uzupełniająca	
1	H.D. Young, R.A. Freedman, <i>University Physics</i> , Addison-Wesley, 2000
2	E.M Purcell, <i>Elektryczność i magnetyzm</i> , PWN, 1975
3	J. Orear, <i>Fizyka t.1,2</i> , WNT, 1993

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	dr hab. Krzysztof Ryczko, prof. uczelni
E-mail:	krzysztof.ryczko@pwr.wroc.pl

**Laboratorium podstaw fizyki-1**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Laboratorium podstaw fizyki-1
Nazwa w języku angielskim	Laboratory of fundamentals of physics-1
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			45		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			100		
Forma zaliczenia			Zaliczenie		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			4		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			4		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)			1.88		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Zaliczony kurs Fizyka-1-C
2.	Zaliczony kurs Analiza Matematyczna-1-B lub analogiczny

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Opanowanie umiejętności korzystania z różnych urządzeń pomiarowych
C2	Opanowanie umiejętności przeprowadzenia prostego eksperymentu zgodnie z instrukcją
C3	Uzyskanie umiejętności opracowania wyników eksperymentu i prezentacji ich w postaci raportu
C4	Uzyskanie umiejętności szacowania niepewności uzyskanych rezultatów oraz wyznaczania niepewności pomiarowych

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	zna metody pomiarów podstawowych wielkości fizycznych
PEU_W02	zna metody opracowania wyników oraz liczenia niepewności pomiarowych wielkości prostych i złożonych
PEU_W03	zna zasady BHP obowiązujące w laboratoriach pomiarów wielkości fizycznych
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	umie posługiwać się prostymi przyrządami pomiarowymi
PEU_U02	potrafi wykonać pomiary podstawowych wielkości fizycznych z wykorzystaniem instrukcji stanowiska pomiarowego
PEU_U03	potrafi opracować wyniki pomiarów oraz przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych z wykorzystaniem narzędzi inżynierskich



PEU_U04	potrafi opracować raport podsumowujący wykonane ćwiczenie na podstawie uzyskanych wyników
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	utrwała umiejętności pracy zespołowej
PEU_K02	ma świadomość własnych ograniczeń i wie jak ważne jest dalsze samokształcenie
PEU_K03	utrwała umiejętności rzetelnego i odpowiedzialnego wykonywania zadań

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Sprawy organizacyjne. Krótkie szkolenie BHP. Omówienie zasad statystycznego opracowania wyników. Omówienie podstaw rachunku niepewności. Omówienie zasad opracowania raportu z przeprowadzonych pomiarów	3
La2	Przykładowe pomiary różnych wielkości fizycznych – ćwiczenie wyznaczania niepewności pomiarowych, opracowania numerycznego i graficznego otrzymanych wyników, opracowania raportu	3
La3-12	Wykonanie w grupach 2-3 osobowych dziesięciu ćwiczeń z różnych działów fizyki zgodnie z harmonogramem, statystyczne i graficzne opracowanie wyników pomiarów oraz przygotowanie raportów	30
La13	Weryfikacja umiejętności przygotowania raportu oraz znajomości zasad wyznaczania niepewności pomiarowych - kolokwium	3
La14-15	Zajęcia uzupełniające. Podsumowanie zajęć	6
Suma godzin		45

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Praca własna – przygotowanie do zajęć
N2	Przeprowadzenie eksperymentu samodzielnie lub w grupie
N3	Strona internetowa Laboratorium Podstaw Fizyki z informacjami dotyczącymi regulaminu laboratorium, regulaminu BHP, spisu ćwiczeń, opisu ćwiczeń, instrukcji roboczych, przykładowych sprawozdań, pomocy dydaktycznych
N4	Sprawdzenie przygotowania studenta do zajęć oraz kontrola uzyskanych wyników i opracowanego raportu
N5	Konsultacje

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 – W03 PEU_U01 – U04 PEU_K02 – K03	Oceny ze wszystkich wykonanych samodzielnie raportów
F2	PEU_W02 PEU_U03 PEU_K02	Ocena ze znajomości wyznaczania niepewności pomiarowych
F3	PEU_W01 – W03 PEU_U01 – U02 PEU_K01 – K02	Przygotowanie do zajęć i sprawność w przeprowadzanie eksperymentów
P		Ocena uwzględniająca oceny F1 i F2 (pod warunkiem, że wszystkie oceny są pozytywne, w przeciwnym wypadku stosuje się Regulamin LPF) z uwzględnieniem F3

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Opisy ćwiczeń, instrukcje, pomoce dydaktyczne dostępne na stronie domowej LPF: <a href="http://lpf.wppt.pwr.edu.pl">http://lpf.wppt.pwr.edu.pl</a>
2	Ćwiczenia Laboratoryjne z Fizyki, Tomy 1-4, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej
3	D. Halliday, R. Resnick, J. Walker: Podstawy Fizyki, tomy 1-2, 4, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa

Literatura uzupełniająca	
1	J. Massalski, M. Massalska, Fizyka dla inżynierów, cz. 1., WNT, Warszawa 2008
2	J.Orear , Fizyka, WNT, Warszawa 1990
3	I.W. Sawieliew, Wykłady z Fizyki tom1 i 2 , Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa, 2003

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	Dr inż. Piotr Sitarek, profesor uczelni
E-mail:	Piotr.Sitarek@pwr.edu.pl

**Podstawy mechaniki analitycznej**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Podstawy mechaniki analitycznej
Nazwa w języku angielskim	Fundamentals of analytical mechanics
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	25	50			
Forma zaliczenia	Zaliczenie	Zaliczenie			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0.68	0.68			

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Wiedza i umiejętności z fizyki ogólnej w zakresie kursów Fizyka 1 i 2.
2.	Znajomość analizy matematycznej i algebry w zakresie kursów Analiza matematyczna 1 i 2 oraz Algebra 1.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Nabywanie wiedzy i umiejętności w zakresie mechaniki Lagrange'a.
C2	Nabywanie wiedzy i umiejętności w zakresie mechaniki Hamiltona.
C3	Nabywanie wiedzy i umiejętności dotyczących symetrii i praw zachowania w mechanice analitycznej.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Poznanie formalizmu Lagrange'a i jego zastosowań w mechanice klasycznej.
PEU_W02	Poznanie formalizmu Hamiltona i jego zastosowań w mechanice klasycznej.
PEU_W03	Poznanie związku między symetriami i prawami zachowania w formalizmie Lagrange'a i Hamiltona.
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Opanowanie formalizmu Lagrange'a do rozwiązywania zagadnień z mechaniki klasycznej.
PEU_U02	Opanowanie formalizmu Hamiltona do rozwiązywania zagadnień z mechaniki klasycznej.
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Rozumienia konieczności samokształcenia.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Cele przedmiotu i zasady zaliczenia. Mechanika Newtona i prawa zachowania.	1
Wy2	Układy z więzami. Zasada d'Alemberta. Równania Lagrange'a I rodzaju.	2
Wy3	Zasady wariacyjne i równanie Eulera-Lagrange'a. Zasada najmniejszego działania Hamiltona. Równania Lagrange'a II rodzaju. Lagrangian.	2
Wy4	Symetrie i prawa zachowania w mechanice Lagrange'a. Zmienne cykliczne. Twierdzenie Noether.	2
Wy5	Małe drgania układu punktów materialnych. Równanie wiekowe, częstości i wektory własne.	2
Wy6	Hamiltonian. Równania Hamiltona. Przestrzeń fazowa i twierdzenie Liouville'a.	2
Wy7	Nawiasy Poissona. Symetrie i prawa zachowania w mechanice Hamiltona.	2
Wy8	Przekształcenia kanoniczne i równanie Hamiltona-Jacobiego. Rozdzielenie zmiennych.	1
Wy9	Podsumowanie wykładu i zaliczenie.	1
Suma godzin		15

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Cw1	Pochodne, całki, elementy analizy wektorowej. Energia potencjalna i siła. Symetrie i prawa zachowania w mechanice Newtona.	1
Cw2	Zasada Fermata. Siły reakcji. Równania Lagrange'a I rodzaju.	2
Cw3	Równania Lagrange'a (II rodzaju) dla prostych układów mechanicznych.	3
Cw4	Symetrie (niezmienniczość lagrangianu) i prawa zachowania.	2
Cw5	Małe drgania: diagonalizacja lagrangianu, drgania molekuly typu CO <sub>2</sub>	2
Cw6	Równania kanoniczne w mechanice klasycznej i relatywistycznej.	2
Cw7	Przepływy w przestrzeni fazowej. Nawiasy Poissona. Całki ruchu.	2
Cw8	Zaliczenie.	1
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład tradycyjny (tablica).
N2	Prezentacje multimedialne.
N3	Ćwiczenia rachunkowe.
N4	Konsultacje.

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 ćwiczenia	PEU_U01, PEU_U02, PEU_K01	ocena stopnia przygotowania studenta do ćwiczeń
F2 wykład	PEU_W01, PEU_W02, PEU_W03, PEU_K01	dyskusje w czasie wykładu i podczas konsultacji
P1 ćwiczenia	PEU_U01, PEU_U02, PEU_K01	kolokwium zaliczeniowe z uwzględnieniem F1
P2 wykład	PEU_W01, PEU_W02, PEU_W03, PEU_K01	kolokwium zaliczeniowe z uwzględnieniem F2

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	J. R. Taylor, <i>Mechanika klasyczna</i> , tom 1 i 2, PWN, 2012.
2	L.D. Landau, J.M. Lifszyc, <i>Mechanika</i> , PWN, 2022.
Literatura uzupełniająca	
1	W. Rubinowicz, W. Królikowski, <i>Mechanika teoretyczna</i> , PWN, 2022.
2	L. Susskind, G. Hrabovsky, <i>Teoretyczne minimum</i> , Prószyński i S-Ka, 2022.
3	P. Hamill, <i>A Student's Guide to Lagrangians and Hamiltonians</i> , Cambridge University Press, 2014.

4	B-G Englert, <i>Lectures on classical mechanics</i> , World Scientific 2015.
5	S. Banach, <i>Mechanika</i> , PWN, 1956.
6	G. Białkowski, <i>Mechanika klasyczna</i> , PWN, 1975.
7	R. Enns, G. McGuire, <i>Computer Algebra Recipes for Classical Mechanics</i> , Springer, 2003.

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	prof. dr hab. Antoni C. Mituś
E-mail:	antoni.mitus@pwr.edu.pl

## Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa
Nazwa w języku angielskim	Introduction to probability theory
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	25	25			
Forma zaliczenia	Zaliczenie	Zaliczenie			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1	1			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0.68	0.68			

### WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Zna podstawowe pojęcia logiki matematycznej i rachunku zbiorów
2.	Zna podstawowe pojęcia rachunku różniczkowego i całkowego funkcji jednej i wielu zmiennych

### CELE PRZEDMIOTU

C1	Poznanie aksjomatyki rachunku prawdopodobieństwa i podstawowych modeli: prawdopodobieństwo klasyczne i prawdopodobieństwo geometryczne
C2	Nabycie umiejętności obliczania prawdopodobieństw zdarzeń w różnych modelach
C3	Zapoznanie się z językiem zmiennych losowych i poznanie najważniejszych rozkładów prawdopodobieństwa
C4	Poznanie najważniejszych nierówności pomocnych przy szacowaniu prawdopodobieństw i zaznajomienie się z Prawem Wielkich Liczb
C5	Poznanie Centralnego Twierdzenia Granicznego. Poznanie aksjomatyki rachunku prawdopodobieństwa i podstawowych modeli: prawdopodobieństwo klasyczne i prawdopodobieństwo geometryczne

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	zna podstawowe modele probabilistyczne
PEU_W02	zna pojęcie zmiennych losowych
PEU_W03	zna najważniejsze rozkłady prawdopodobieństwa
PEU_W04	zna Prawa Wielkich Liczb i Centralne Twierdzenie Graniczne
Z zakresu umiejętności:	

PEU_U01	potrafi obliczać prawdopodobieństwa w modelu klasycznym i geometrycznym
PEU_U02	potrafi obliczać prawdopodobieństwa warunkowe
PEU_U03	umie korzystać z nierówności do szacowania prawdopodobieństw
PEU_U04	potrafi sprawdzić, czy dane zdarzenia lub zmienne losowe są niezależne
PEU_U05	potrafi obliczać rozkłady sum zmiennych losowych o danym rozkładzie łącznym i potrafi szacować prawdopodobieństwa zdarzeń dotyczących sum niezależnych zmiennych losowych za pomocą Centralnego Twierdzenia Granicznego
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Dyskretne przestrzenie probabilistyczne. Elementy kombinatoryki skończonej. Niezależność zdarzeń. Prawdopodobieństwo warunkowe.	
Wy2	Zmienne losowe i wartość oczekiwana. Niezależność zmiennych losowych. Wariancja zmiennej losowej.	
Wy3	Podstawowe rozkłady dyskretne (Bernoulliego, geometryczny, Poissona). Funkcje tworzące zmiennych losowych.	
Wy4	Pojęcie ogólnej przestrzeni probabilistycznej.	
Wy5	Zmienne o rozkładzie ciągłym. Gęstość zmiennej. Dystrybuanta.	
Wy6	Podstawowe rozkłady ciągłe (jednostajny, normalny, wykładniczy)	
Wy7	Nierówności Markowa i Czebyszewa	
Wy8	Prawa wielkich liczb i centralne twierdzenie graniczne.	
Suma godzin		15

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Cw1	Prawdopodobieństwo klasyczne: obliczanie prawdopodobieństw z użyciem metod kombinatorycznych, stosowanie wzoru włączeń i wyłączeń	4
Cw2	Obliczanie prawdopodobieństw warunkowych, badanie niezależności zdarzeń, schemat Bernoulliego, rozkład geometryczny, rozkład Poissona	2
Cw3	Wyznaczanie dystrybuant i momentów zmiennych losowych	4
Cw4	Zastosowanie podstawowych nierówności probabilistycznych	2
Cw5	Zastosowania Prawa Wielkich liczb	2
Cw6	Zastosowania Centralnego Twierdzenia Granicznego	1
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład problemowy – metoda tradycyjna z wykorzystaniem technik multimedialnych
N2	Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna
N3	Konsultacje
N4	Praca własna studenta – przygotowanie do ćwiczeń

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 (ćwiczenia)	PEU_U01 – PEU_U05, PEU_K01	odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia
F2 (wykład)	PEU_W01 – PEU_W04, PEU_U01 - PEU_U05, PEU_K01	kolokwium zaliczeniowe

P1 (ćwiczenia)		= F1
P2 (wykład)		= F2

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

Literatura podstawowa		
1	Kordecki W., Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna. Definicje, twierdzenia, wzory, Ofic. Wyd. GiS, Wrocław	
2	Jasiulewicz H., Kordecki W., Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna. Przykłady i zadania, Ofic. Wyd. GiS, Wrocław	
3	Greń J., Statystyka matematyczna. Modele i zadania, PWN, Warszawa	
4	Krysicki. W i inni, Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna w zadaniach cz. I i II, PWN, Warszawa	
5	Billingsley P., Prawdopodobieństwo i miara, PWN, Warszawa, 1987	
Literatura uzupełniająca		
1	A. A. Borowkow, Rachunek prawdopodobieństwa, PWN, Warszawa, 1975	
2	W. Feller, Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa, tomy I i II, PWN, Warszawa, 1971	
3	J. Lamperti, Probability, New York, 1966	
4	B. Fristedt, L. Gray, A Modern Approach to Probability Theory, Birkhäuser, 1997	

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	dr hab. Wojciech Mydlarczyk, profesor uczelni
E-mail:	wojciech.mydlarczyk@pwr.edu.pl



## Elementy fizyki współczesnej

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Elementy fizyki współczesnej
Nazwa w języku angielskim	Elements of modern physics
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50	50			
Forma zaliczenia	Zaliczenie	Zaliczenie			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.28	1.28			

## WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Opanowana wiedza z zakresu kursów Fizyka I i Fizyka II
2.	Praktyczne opanowanie podstaw Analizy Matematycznej I i II oraz Algebry I i II

## CELE PRZEDMIOTU

C1	Nabywanie podstawowej wiedzy, uwzględniającej jej aplikacyjne zastosowania technologiczne, z następujących działów fizyki współczesnej: podstawy szczególnej teorii względności, podstawy teorii kwantowej, fizyki jądra atomowego, fizyki cząstek elementarnych
C2	Zdobycie praktycznej umiejętności rozwiązywania typowych zadań rachunkowych z zakresu fizyki współczesnej: teorii względności, teorii kwantowej, fizyki jądra atomowego.
C3	Nabywanie i utrwalanie kompetencji społecznych: odpowiedzialność, uczciwość i rzetelność w postępowaniu; przestrzeganie obyczajów obowiązujących w środowisku akademickim i społeczeństwie; umiejętność prezentacji przed publicznością (rozwiązywanie zadań przy tablicy)

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	rozumie znaczenie fizyki dla postępu nauk przyrodniczych i technicznych, dla poznania świata oraz dla rozwoju cywilizacyjnego w zakresie osiągnięć technicznych
PEU_W02	ma ogólną wiedzę w zakresie podstawowych koncepcji i zasad dotyczących fizyki współczesnej: teorii kwantowej, fizyki jądra atomowego, fizyki cząstek elementarnych, pozwalającą na rozumienie podstawowych

	zjawisk; zna zasady budowy i działania aparatury używanej w pomiarach fizycznych oraz podstawy zastosowań w przemyśle i medycynie
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	potrafi posługiwać się posiadanym aparatem matematycznym z zakresu matematyki elementarnej i wyższej w rozwiązaniu problemów fizycznych dotyczących fizyki współczesnej: teorii kwantowej, fizyki jądra atomowego potrafi przeprowadzić analizę ilościową związaną z zagadnieniem fizycznym i sformułować wnioski jakościowe; potrafi uczyć się samodzielnie na podstawie dostępnych materiałów dydaktycznych
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	rozumie potrzebę i konieczność ciągłego dokształcania się, w tym samokształcenia, zarówno samodzielnie i w grupie; rozumie potrzebę przekazywania społeczeństwu informacji dotyczących osiągnięć fizyki; potrafi przekazać takie informacje; rozumie potrzebę popularyzacji fizyki
PEU_K02	rozumie wpływ rozwoju fizyki na środowisko naturalne i społeczeństwo; potrafi rozstrzygnąć dylematy związane z wykonywaniem zawodu, postępuje etycznie

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Teoria względności. Szczególna teoria względności: dylatacja czasu, skrócenie Lorentza, transformacje Lorentza, energia relatywistyczna, interwał czasoprzestrzenny, relatywistyczny efekt Dopplera. Idee ogólnej teorii względności	4
Wy2	Ciało doskonale czarne, rozkład Rayleigha-Jeansa, rozkład Wiena, rozkład Plancka, przegląd zastosowań	4
Wy3	Dualizm korpuskularno-falowy światła i materii: efekt fotoelektryczny, zjawisko Comptona, tworzenie par, interpretacja funkcji falowej: paczki falowe i zasada nieoznaczoności Heisenberga / Gabora,	4
Wy4	Atomy i cząsteczki: doświadczenie Rutheforda, model Bohra atomu wodoru, wprowadzenie do kwantowego opisu atomu wodoru: liczby kwantowe, zakaz Pauliego i reguła Hundta, atomy wieloelektronowe i układ okresowy, widmo promieniowania Roentgena, widmo atomu, cząsteczka i widmo cząsteczki	6
Wy5	Fizyka jądrowa: budowa jądra atomowego, energia wiązania jądra atomowego, podstawowe modele jądra atomowego, rozpad promieniotwórczy, procesy rozpadu promieniotwórczego. Rozszczepienie jądrowe i fuzja jądrowa, proces nukleosyntezy. Podstawy elektrowni jądrowych i zastosowań fizyki jądrowej w medycynie	6
Wy6	Cząstki elementarne i model standardowy	3
Wy7	Elementy kosmologii i modelu wszechświata	1
Wy8	Zaliczenie – kolokwium	2
Suma godzin		30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Cw1	Rozwiązywanie zadań praktycznych dotyczących szczególnej teorii względności	4
Cw2	Rozwiązywanie zadań praktycznych dotyczących promieniowania ciała doskonale czarnego	4
Cw3	Rozwiązywanie zadań dotyczących dualizmu korpuskularno-falowego światła i materii	4
Cw4	Sprawdzenie umiejętności praktycznych – kolokwium 1	2
Cw5	Rozwiązywanie zadań dotyczących fizyki atomowej i cząsteczkowej	7
Cw6	Rozwiązywanie zadań dotyczących fizyki jądrowej	7
Cw7	Sprawdzenie umiejętności praktycznych – kolokwium 2	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład w tradycyjnej formie
N2	Ćwiczenia rachunkowe – rozwiązywanie zadań przy tablicy
N3	Zasoby cyfrowe na stronie kursu
N4	Konsultacje indywidualne z prowadzącym
N5	Praca własna

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1 – ćwiczenia	PEU_W01, PEU_W02, PEU_U01, PEU_U02	Kolokwia cząstkowe, odpowiedzi ustne
P2 - wykład	PEU_W01, PEU_W02, PEU_U01, PEU_U02, PEU_K01, PEU_K02	Kolokwium pisemne

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

Literatura podstawowa	
1	S. J. Ling, J. Sanny, W. Moebs, <i>Fizyka dla Szkół Wyższych Tom 3</i> , OpenStax Polska, 2023
2	H. D. Young, R. A. Freedman, <i>University Physics with Modern Physics Technology Update</i> , Pearson Education UK, 2014
3	D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, <i>Podstawy fizyki. Tom 5</i> , Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2015
Literatura uzupełniająca	
1	R.P. Feynman, R.B. Leighton, M. Sands, <i>Feynmana wykłady z fizyki. Tom 3. Mechanika kwantowa</i> , Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2014
2	R.P. Feynman, R.B. Leighton, M. Sands, <i>Feynmana wykłady z fizyki. Tom 1.1. Mechanika, szczególna teoria względności</i> , Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2014
3	S.B. Cahn, G.D. Mahan, B.E. Nadgorny, <i>Guide to Physics Problems, Part 1, Part 2</i> , Boston: Springer, 2007

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	dr inż. Maciej Pieczarka
E-mail:	maciej.pieczarka@pwr.edu.pl

**Laboratorium podstaw fizyki-2**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Laboratorium podstaw fizyki-2
Nazwa w języku angielskim	Laboratory of fundamentals physics-2
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			75		
Forma zaliczenia			Zaliczenie		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)			1.28		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Zaliczony kurs Laboratorium Podstaw Fizyki - 1
----	--

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Planowanie i przeprowadzanie eksperymentów z zakresu optyki i fizyki współczesnej
C2	Doskonalenie umiejętności opracowania raportu z wykonanego eksperymentu
C3	Doskonalenie umiejętności zastosowania komputera do opracowania wyników eksperymentu

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	zna metody wyznaczania różnych wielkości fizycznych
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł
PEU_U02	potrafi zaplanować sposób realizacji eksperymentu
PEU_U03	potrafi w sposób zaawansowany opracować wyniki pomiarów oraz przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych z zastosowaniem odpowiednich narzędzi komputerowych
PEU_U04	potrafi dokonywać interpretacji i krytycznej oceny otrzymanych wyników, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	ma świadomość własnych ograniczeń i wie jak ważne jest dalsze samokształcenie
PEU_K02	umie i rozumie potrzebę pracy samodzielnej i w grupie

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Sprawy organizacyjne, szkolenie BHP, wprowadzenie do zajęć	2
La2 - 7	Wykonanie w grupach 2-3 osobowych sześciu ćwiczeń zgodnie z harmonogramem. Przykładowy spis ćwiczeń laboratoryjnych (możliwe uaktualnienie pracowni o ćwiczenia z fizyki współczesnej): 1. Doświadczenie Millikana 2. Pomiar energii wzbudzenia atomów neonu. Doświadczenie Franka-Hertza 3. Badanie drgań tłumionych i wymuszonych 4. Temperaturowa zależność przenikalności magnetycznej gadolinu przy przejściu fazowym ferro-paramagnetyk 5. Interferencyjny pomiar kształtu powierzchni 6. Pomiar dyspersji materiału za pomocą spektrometru 7. Spektroskopia Rentgenowska A. Badanie charakterystycznego promieniowania X dla Fe, Cu i Mo B. Prawo przesunięć Duane-Hunta. Wyznaczanie stałej Plancka 8. Pomiary grubości cienkich warstw metodą prążków interferencyjnych równej grubości	24
La8	Zajęcia uzupełniające, podsumowujące	4
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń
N2	Zaplanowanie i przeprowadzenie eksperymentu samodzielnie lub w grupie
N3	Strona internetowa laboratorium z informacjami dotyczącymi spisu ćwiczeń, opisu ćwiczeń, instrukcji roboczych, pomocy dydaktycznych
N4	Sprawdzenie przygotowania studentów do przeprowadzenia eksperymentu oraz uzyskanych wyników
N5	Konsultacje

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F	PEU_W01 PEU_U01 – U04 PEU_K01 – K02	Oceny z sześciu wykonanych samodzielnie raportów
P		Ocena uwzględniająca oceny F1, przygotowanie do ćwiczeń i sprawność w przeprowadzaniu eksperymentów

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Opisy ćwiczeń wraz z instrukcjami roboczymi dostępne na stronie domowej prowadzącego
2	D. Halliday, R. Resnick, J.Walker: Podstawy Fizyki, tomy 1-2, 4, Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa 2003
Literatura uzupełniająca	
1	Fizyka dla szkół wyższych. Podręcznik dostępny przez internet (OpenStax), 2017
2	J. Massalski, M. Massalska, Fizyka dla inżynierów, cz. 1., WNT, Warszawa 2008
3	J.Orear, Fizyka, WNT, Warszawa 1990
4	I.W. Sawieliew, Wykłady z Fizyki tom 1 i 2, Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa, 2003

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Dr inż. Piotr Sitarek, profesor uczelni
E-mail:	Piotr.Sitarek@pwr.edu.pl

**Mechanika kwantowa-1**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Mechanika kwantowa-1
Nazwa w języku angielskim	Quantum mechanics-1
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50	75			
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	3			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		3			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.44	1.28			

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Wiedza z zakresu fizyki ogólnej i mechaniki klasycznej
2.	Wiedza z zakresu analizy matematycznej i algebry
3.	Wiedza z zakresu elektrodynamiki

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Zapoznanie z kwantowym podejściem do opisu rzeczywistości
C2	Opanowanie podstawowych narzędzi i formalizmu mechaniki kwantowej

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	zna zasady mechaniki kwantowej, rozumie strukturę tej teorii, potrafi obliczać komutatory operatorów obserwabli, rozwiązywać zagadnienia własne dla wybranych obserwabli
PEU_W02	zna i potrafi formułować zagadnienia dynamiczne w mechanice kwantowej, potrafi rozwiązywać równanie Schrödingera dla stanów stacjonarnych dla wybranych prostych układów
PEU_W03	zna podstawowe założenia formalizmu mechaniki kwantowej dla 1D i 3D, rozumie nieklasyczne zachowanie momentu pędu, rozumie pojęcie pakietu falowego, potrafi odnieść opanowaną wiedzę do obrazu całej fizyki

	i rozumie ograniczenia kwantowego opisu rzeczywistości
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	posługuje się podstawowym aparatem analizy funkcjonalnej, potrafi rozwiązywać prostsze zagadnienia mechaniki kwantowej
PEU_U02	potrafi przygotować i zreferować inne zagadnienia z mechaniki kwantowej w oparciu o literaturę naukową
PEU_U03	umie poruszać się w obszarze fizyki kwantowej i rozumie założenia kwantowej teorii, potrafi samodzielnie rozwijać te umiejętności w oparciu o dostępną literaturę
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu
PEU_K02	ma znajomość aparatu mechaniki kwantowej w zakresie umożliwiającym studiowanie literatury naukowej oraz poznawanie, rozwijanie i zreferowanie innych zagadnień

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Eksperymentalne uwarunkowania mechaniki kwantowej; dualizm korpuskularno-falowy, fale materii	2
Wy2	Stan w mechanice klasycznej; postulaty mechaniki kwantowej, funkcja falowa, obserwabla i ich operatory, wartości średnie	4
Wy3	Pomiar, komutatory, zasady nieoznaczoności	4
Wy4	Baza przestrzeni liniowej, wektor stanu, przestrzeń Hilberta	2
Wy5	Notacja Diraca, macierzowa reprezentacja operatorów, diagonalizacja, pomiar projektorowy	2
Wy6	Równanie Schrödingera i jego własności; stany stacjonarne, proste przykłady, cząstka swobodna, studnie kwantowe i bariery potencjału	4
Wy7	Kwantowy oscylator harmoniczny; operatory kreacji i anihilacji.	2
Wy8	Zmiana reprezentacji, reprezentacja położeniowa i pędowa; paczka falowa	2
Wy9	Operator ewolucji, ewolucja paczki falowej	2
Wy10	Operator momentu pędu i jego stany własne, harmoniki sferyczne	2
Wy11	Potencjał centralny, rola symetrii, stany własne w atomie wodoru	4
Suma godzin		30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Cw1	Wprowadzenie matematyczne; fale de Broglie'a	2
Cw2	Elementy formalizmu mechaniki kwantowej, unormowanie funkcji falowej, prawdopodobieństwo zależenia cząstki w zadanym obszarze, wartości średnie operatorów	4
Cw3	Komutatory, hermitowskość, przestrzeń Hilberta, iloczyn skalarny	2
Cw4	Notacja Diraca, reprezentacja macierzowa operatorów, wektory własne	4
Cw5	Kolokwium 1	2
Cw6	Nieskończona studnia potencjału – stany stacjonarne; delta Diraca; potencjały schodkowe	2

Cw7	Oscylator harmoniczny – wielomiany Hermite’a, operatory kreacji i anihilacji	2
Cw8	Reprezentacja pędowa funkcji falowej, paczka falowa	2
Cw9	Zależność czasowa funkcji falowej	2
Cw10	Zagadnienia z symetrią osiową; moment pędu	4
Cw11	Kolokwium 2	2
Cw12	Poprawa kolokwiów	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład tradycyjny
N2	Rozbudowane komentarze i dodatkowe konsultacje dla zainteresowanych studentów
N3	Ćwiczenia tradycyjne

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P-ćw	PEK_W01-3, PEU_U01	Kolokwia na ćwiczeniach, aktywność na zajęciach
P-wykład	PEK_W01-3,U01-3,K2	Egzamin

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Introduction to Quantum Mechanics, D. J. Griffiths, Pearson Prentice Hall 2005
2	Introductory quantum mechanics, R. L. Liboff, Addison-Wesley 1998
3	Mechanika Kwantowa, S. Ramamurti, PWN 2006
Literatura uzupełniająca	
1	<i>Chemia kwantowa</i> , W. Kołos, PWN 1986
2	<i>Quantum Mechanics</i> , C. Cohen-Tannoudji, Wiley 2005

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Dr hab. inż. Krzysztof Gawarecki
E-mail:	Krzysztof.Gawarecki@pwr.edu.pl



**Podstawy elektrodynamiki**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Podstawy elektrodynamiki
Nazwa w języku angielskim	Fundamentals of electrodynamics
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	25	50			
Forma zaliczenia	Zaliczenie	Zaliczenie			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0.68	0.68			

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Wiedza i umiejętności z fizyki ogólnej w zakresie kursów Fizyka 1 i 2.
2.	Znajomość analizy matematycznej i algebry w zakresie kursów Analiza matematyczna 1 i 2 oraz Algebra 1.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Nabywanie wiedzy i umiejętności dotyczących stałych w czasie zjawisk elektrycznych i magnetycznych.
C2	Nabywanie wiedzy i umiejętności dotyczących zmiennych w czasie zjawisk elektrycznych i magnetycznych.
C3	Nabywanie wiedzy i umiejętności dotyczących fal elektromagnetycznych i promieniowania elektromagnetycznego.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Poznanie fundamentalnych praw elektrostatyki i magnetostatyki i związanych z nimi pojęć, oraz praw opisujących pola elektryczne i magnetyczne w materii.
PEU_W02	Poznanie fundamentalnych praw elektrodynamiki: równań Maxwella i praw zachowania. Poznanie elementów elektrodynamiki relatywistycznej.
PEU_W03	Poznanie podstaw fizycznych dotyczących powstawania fal elektromagnetycznych i promieniowania elektromagnetycznego.
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Praktyczne opanowanie metod rozwiązywania zagadnień elektrostatyki i magnetostatyki.
PEU_U02	Praktyczne opanowanie metod rozwiązywania zagadnień dotyczących zmiennych w czasie pól elektrycznych i magnetycznych.

Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Rozumienia konieczności samokształcenia.

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Cele przedmiotu i zasady zaliczenia. Elektrostatyka: prawo Gaussa, potencjał skalarny, równanie Poissona, jednoznaczność rozwiązań. Warunki brzegowe. Metoda rozdzielania zmiennych, metoda obrazów.	2
Wy2	Magnetostatyka: siła magnetyczna, równanie ciągłości, prawo Ampere'a, prawo Biota-Savarta. Potencjał wektorowy. Warunki brzegowe.	2
Wy3	Pola elektryczne w materii: ładunki związane, polaryzacja i prawo Gaussa.	2
Wy4	Pola magnetyczne w materii: prądy związane, polaryzacja magnetyczna, prawo Ampere'a.	2
Wy5	Elektrodynamika: prawa Maxwella. Potencjały zależne od czasu. Rozwiązania równań Maxwella w postaci kwadratur.	1
Wy6	Prawa zachowania w elektrodynamice.	1
Wy7	Fale elektromagnetyczne. Elektryczne i magnetyczne promieniowanie dipolowe.	2
Wy8	Elementy elektrodynamiki relatywistycznej. Czteropotencjały, tensor pola elektromagnetycznego, relatywistyczna postać równań Maxwella.	2
Wy9	Podsumowanie wykładu i zaliczenie.	1
Suma godzin		15

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Cw1	Elementy analizy wektorowej. Zastosowania prawa Gaussa. Zastosowania metody rozdzielania zmiennych.	3
Cw2	Siła magnetyczna. Zastosowania prawa Ampere'a i Biota-Savarta. Potencjał wektorowy.	2
Cw3	Zastosowania prawa indukcji Faradaya.	2
Cw4	Pola elektryczne w materii - rozwiązywanie zadań.	2
Cw5	Pola magnetyczne w materii - rozwiązywanie zadań.	2
Cw6	Fale elektromagnetyczne w próżni i w materii – rozwiązywanie prostych zadań.	2
Cw7	Elektryczne i magnetyczne promieniowanie dipolowe – przykłady.	1
Cw8	Zaliczenie.	1
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład tradycyjny (tablica).
N2	Prezentacje multimedialne.
N3	Ćwiczenia rachunkowe.
N4	Konsultacje.

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 ćwiczenia	PEU_U01, PEU_U02, PEU_K01	ocena stopnia przygotowania studenta do ćwiczeń
F2 wykład	PEU_W01, PEU_W02, PEU_W03, PEU_K01	dyskusje w czasie wykładu i podczas konsultacji
P1 ćwiczenia	PEU_U01, PEU_U02, PEU_K01	kolokwium zaliczeniowe z uwzględnieniem F1
P2 wykład	PEU_W01, PEU_W02, PEU_W03, PEU_K01	kolokwium zaliczeniowe z uwzględnieniem F2

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

Literatura podstawowa
-----------------------

1	D. J. Griffiths, <i>Podstawy elektrodynamiki</i> , PWN, 2011.
Literatura uzupełniająca	
1	J. D. Jackson <i>Elektrodynamika klasyczna</i> , PWN, 1982.
2	L.D. Landau, J.M. Lifszyc, <i>Teoria pola</i> , PWN, 2022.
3	A.Friedman, L. Susskind, <i>Szczególna teoria względności i klasyczna teoria pola</i> , Prószyński i S-Ka, 2019.
4	K. Jezierski, B. Kołodka, K. Sierański, <i>Zadania z rozwiązaniami, część II</i> , Oficyna Wydawnicza Scripta, Wrocław, 1999.

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	prof. dr hab. Antoni C. Mituś
E-mail:	antoni.mitus@pwr.edu.pl

**Podstawy optyki**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Podstawy optyki
Nazwa w języku angielskim	Fundamentals of optics
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	45	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75	75			
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3	3			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		3			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2.04	1.28			

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Podstawowa wiedza z zakresu elektromagnetyzmu (WIEDZA)
2.	Podstawowe umiejętności w zakresie rachunku różniczkowego, całkowego i liczb zespolonych (UMIEJĘTNOŚCI)
3.	Kompetencje w zakresie docierania do uzupełniających obszarów wiedzy i umiejętności (KOMPETENCJE)

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Zdobycie wiedzy dotyczącej podstawowych praw optyki geometrycznej i ich wykorzystania do opisu układów optycznych.
C2	Zdobycie wiedzy dotyczącej dyfrakcji światła i roli tego zjawiska w przyrządach optycznych i optoelektronicznych
C3	Zdobycie wiedzy dotyczącej zjawiska interferencji i jego zastosowań w metrologii
C4	Zdobycie wiedzy dotyczącej polaryzacji światła oraz zjawisk optycznych zachodzących w kryształach oraz ich praktycznego wykorzystania

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Uporządkowana, podbudowana teoretycznie wiedza z zakresu praw optyki geometrycznej i ich zastosowania do opisu układów optycznych
PEU_W02	Uporządkowana, podbudowaną teoretycznie wiedza z zakresu teorii dyfrakcji pozwalającą zrozumieć podstawowe zjawiska optyczne oraz działanie i ograniczenia przyrządów optycznych i optoelektronicznych.
PEU_W03	Uporządkowana, podbudowana teoretycznie wiedza dotycząca zjawiska interferencji i jego zastosowań w metrologii.

PEU_W04	Uporządkowana, podbudowana teoretycznie wiedza dotycząca polaryzacji światła, zjawisk optycznych zachodzących w kryształach oraz ich praktycznego wykorzystania.
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Umiejętność oceny wpływu fundamentalnych zjawisk optycznych na działanie przyrządów optycznych i optoelektronicznych.
PEU_U02	Umiejętność zaplanowania i wykonania eksperymentu przy użyciu przyrządów optycznych.
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Rozumienie potrzeby ciągłego dokształcania, w tym samokształcenia; rozumienie potrzeby uczenia się samodzielnego i w grupie
PEU_K02	Rozumienie potrzeby współdziałania w zespole mającego na celu kreatywne rozwiązywanie problemów

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Równania Maxwella, równanie falowe, natura fali EM, sposoby opisu propagacji fal EM, oddziaływanie światła z materią, fala a promień świetlny.	3
Wy2	Zasada Fermata, prawo odbicia i załamania, całkowite wewnętrzne odbicie. Współczynnik załamania, dyspersja, materiały optyczne, ich właściwości i metody pomiaru.	3
Wy3	Załamanie na pojedynczej sferycznej powierzchni, soczewka cienka, zwierciadło wklęsłe i wypukłe, tworzenie obrazu, wzór soczewkowy.	3
Wy4	Soczewka gruba, płaszczyzny główne, moc optyczna. Układy soczewek grubych. Aberracje układów soczewkowych.	3
Wy5	Elementy optyki gradientowej, równanie promienia, soczewki gradientowe. Podstawowe przyrządy optyczne ich konstrukcje i parametry. Mikroskop, luneta, teleskop.	3
Wy6	Całka i szereg Fouriera. Dyfrakcja światła, zasada Huygensa przybliżenie Fresnela i Fraunhofera.	3
Wy7	Dyfrakcja na przesłonach różnych typów 1.w. Elementy optyki fourierowskiej	3
Wy8	Siatki dyfrakcyjne amplitudowe i fazowe. Tworzenie obrazu w opisie falowym. Dyfrakcyjne ograniczenie zdolności rozdzielczej. Funkcja przenoszenia układów optycznych	3
Wy9	Interferencja fal koherentnych. Interferencja fal odbitych od płytki płasko-równoległej. Właściwości optyczne cienkich warstw.	3
Wy10	Najważniejsze typu interferometrów. Rezonator Fabry-Perota. Zasada działania lasera.	3
Wy11	Koherencja czasowa i przestrzenna, interferencja w świetle częściowo koherentnym. Interferometr gwiazdowy.	3
Wy12	Polaryzacja światła, sposoby opisu, polaryzacja częściowa, odbicie i załamania fali płaskiej na granicy ośrodków, współczynniki Fresnela	3
Wy13	Propagacja światła w ośrodkach anizotropowych. Elipsoida współczynników załamania, kryształy jedno- i dwuosiowe.	3
Wy14	Dwójtomność wymuszona, modulatory i elementy polaryzacyjne.	3
Wy15	Zaliczenie	3
Suma godzin		45

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Cw1	Wprowadzenie	2
Cw2	Pomiar grubości płytek dwójtomnych metodą interferencyjną	2
Cw3	Badanie charakterystyki filtrów i polaryzatorów	2
Cw4	Badanie jakości odwzorowania układów optycznych - pomiar funkcji przenoszenia kontrastu	2
Cw5	Prążki równej grubości - wyznaczenie kształtu powierzchni metodą interferencyjną i sferometrem	2
Cw6	Pomiar rozmiarów obiektów metodą dyfraktometryczną	2
Cw7	Pomiar dyspersji chromatycznej szkieł metodą interferencyjną cz. I	2
Cw8	Pomiar dyspersji chromatycznej szkieł metodą interferencyjną cz. II	2
Cw9	Zbudowanie kolimatora optycznego. Pomiar stopnia kolimacji wiązki przy użyciu płytki shearingowej.	2
Cw10	Pomiar współczynnika załamania refraktometrem Pulfricha	2
Cw11	Pomiar modułu Younga metodą cyfrowej interferometrii plamkowej, cz.I	2
Cw12	Pomiar modułu Younga metodą cyfrowej interferometrii plamkowej, cz.II	2
Cw13	Pomiar drogi koherencji wybranych źródeł światła w interferometrze Michelsona	2

Cw14	Wyrównanie zaległości w realizacji programu zajęć	2
Cw15	Wyrównanie zaległości w realizacji programu zajęć	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE		
N1	Prezentacja multimedialna (PowerPoint)	
N2	Udostępnianie materiałów do wykładu	
N3	Instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych	
N4	Konsultacje	
N5	Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do ćwiczeń i zaliczenia	

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01, PEU_U02, PEU_K01, PEU_K02.	Odpowiedź ustna i sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego
F2	PEU_W01, PEU_W02, PEU_W03, PEU_W04	Kolokwium zaliczeniowe z całości materiału: 4-5 pytań otwartych.
P1	P1 = średnia ze wszystkich ocen F1	Ocena końcowa z laboratorium
P2	P2=F2	Ocena końcowa z wykładu

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	M. Born, E. Wolf, <i>Principles of optics</i> , Cambridge University Press, 2019
2	J. W. Goodman, <i>Introduction to Fourier optics</i> , W. H. Freeman, 2017
3	B. E. A. Saleh, M. C. Teich, <i>Fundamentals of photonics</i> , Wiley Series 2007
4	F. Ratajczyk, <i>Dwójłomność i polaryzacja optyczna</i> , Oficyna Wydawnicza PWr, 2000
Literatura uzupełniająca	
1	F. Ratajczyk, <i>Instrumenty optyczne</i> , Oficyna Wydawnicza PWr 2005
2	M. Wichtowski, <i>Optyka liniowa - podstawy fizyczne</i> , PWN 2020
3	E. Hecht, <i>Optyka</i> , PWN 2022.

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	prof. Wacław Urbańczyk, dr hab. inż. Gabriela Statkiewicz-Barabach
E-mail:	waclaw.urbanczyk@pwr.edu.pl, gabriela.statkiewicz@pwr.wroc.pl

**Fizyka ciała stałego**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Fizyka ciała stałego
Nazwa w języku angielskim	Solid state physics
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	60	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75	100			
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3	4			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		4			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2.64	1.28			

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Podstawowa wiedza z zakresu mechaniki kwantowej
2.	Umiejętność posługiwania się aparatem algebry liniowej i analizy matematycznej
3.	Kompetencje w zakresie docierania do uzupełniających obszarów wiedzy i umiejętności

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Nabywanie wiedzy z zakresu budowy krystalicznej ciał stałych
C2	Nabywanie wiedzy z zakresu obliczeń struktury pasmowej ciał stałych
C3	Nabywanie wiedzy z zakresu podziału ciał stałych na metale, półprzewodniki, dielektryki i materiały magnetyczne
C4	Nabywanie wiedzy z zakresu opisu elektronów w metalach, półprzewodnikach i dielektrykach przy użyciu statystyk kwantowych
C5	Nabywanie wiedzy z zakresu kwazicząstek w ciałach stałych. Pojęcie dziury i ekscytynu
C6	Nabywanie wiedzy z zakresu opisu kwantowego drgań atomów w ciałach stałych. Pojęcie fononu
C7	Nabywanie wiedzy z zakresu transportu nośników prądu w ciałach stałych
C8	Nabywanie wiedzy z zakresu oddziaływania zewnętrznych pól na własności nośników prądu w ciałach stałych

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Zna podstawowe koncepcje, zasady, modele teoretyczne oraz metody pomiarowe fizyki ciała stałego
Z zakresu umiejętności:	

PEU_U01	Potrafi przeprowadzać podstawowe obliczenia dotyczące własności ciał stałych
PEU_U02	Potrafi opracować szczegółową dokumentację wyników prowadzonych badań, realizacji eksperymentu lub zadania projektowego
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Rozumie potrzebę samokształcenia

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Elementy krystalografii. Sieć odwrotna. Sieci krystalograficzne	2
Wy2	Podstawy fizyczne modelu jednoelektronowego	2
Wy3	Funkcje Blocha. Strefy Brillouina	2
Wy4	Metoda <b>kp</b> obliczania struktury pasmowej ciał stałych	2
Wy 5	Tensor Masy Efektywnej. Ogólne własności pasm. Strefa Brillouina	2
Wy 6	Model elektronów swobodnych i prawie swobodnych	2
Wy 7	Metody silnego wiązania obliczania struktury pasmowej ciał stałych.	2
Wy8	Warunki periodyczności Borna-Karmana. Gęstość stanów.	2
Wy 9	Klasyfikacja metal- nie metal. Własności pasm całkowicie zajętych. Pojęcie i własności fizyczne dziury	2
Wy 10	Metoda masy efektywnej. Płytkie domieszki. Donory i akceptory. Ekscytyny	2
Wy 11	Statystyki kwantowe. Własności gazu zdegenerowanego w metalach	2
Wy 12	Koncentracje elektronów i dziur w półprzewodnikach	2
Wy 13	Równanie neutralności. Wyznaczanie poziomu Fermiego	2
Wy 14	Drgania sieci. Fonony akustyczne i optyczne	2
Wy 15	Teoria Debye'a ciepła właściwego	2
Wy 16	Zjawiska transportu elektronów w ciałach stałych. Równanie Boltzmana	2
Wy 17	Pojęcie czasu relaksacji nośników prądu. Prawo Ohma w ujęciu mikroskopowym	2
Wy 18	Efekt Halla - klasyczny i kwantowy. Magnetoopór. Zjawiska optyczne związane ze swobodnymi nośnikami	2
Wy 19	Równanie Boltzmana zależne od czasu. Pojęcie zespolonych współczynników przewodnictwa i załamania	2
Wy 20	Wpływ zewnętrznego pola magnetycznego na własności fizyczne ciał stałych. Poziomy Landaua. Oscylacje Shubnikowa-de Haasa	2
Wy 21	Oddziaływanie fali elektromagnetycznej z ciałem stałym. Przejścia dipolowe.	2
Wy 22	Przejścia optyczne proste i skośne. Reguły wyboru.	2
Wy 23	Fotoluminescencja. Pobudzanie PL. Upkonwersja PL. Rozpraszanie Ramana.	2
Wy 24	Diamagnetyzm i paramagnetyzm	2
Wy 25	Ferromagnetyzm. Oddziaływanie wymiany	2
Wy 26	Antyferromagnetyzm. Fale spinowe	2
Wy 27	Nadprzewodnictwo. Podstawowe własności stanu nadprzewodzącego. Równanie Londonów	2
Wy 28	Nadprzewodnictwo. Pary Coopera. Teoria BCS	2
Wy 29	Właściwości dielektryczne ciał stałych	2
Wy 30	Ferroelektryki	2
<b>Suma godzin</b>		<b>60</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw	Ćwiczenia tematycznie związane z wykładami i będące ich uzupełnieniem. Studenci przeprowadzają podczas ćwiczeń obliczenia będące egzemplifikacją problemów poruszanych na wykładzie	
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład problemowy – zapis elektroniczny całościowo udostępniony studentom
N2	Ćwiczenia – metoda tradycyjna. Ćwiczenia tematycznie związane z wykładem. Uzupełnienie wykładu
N3	Konsultacje



N4	Praca własna – przygotowanie do wykładu, ćwiczeń rachunkowych i egzaminu
----	--

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 (wykład)	PEU_W01	Wykład - Egzamin
F2 (ćwiczenia)	PEU_U01, U02 PEU_K01	Ocena przygotowań do ćwiczeń, kolokwium zaliczeniowe
P1 (wykład)		= F1
P2 (ćwiczenia)		= F2

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

Literatura podstawowa	
1	H. Ibach, H. Luth, Fizyka Ciała Stałego, PWN, Warszawa, 1996
2	C. Kittel, Wstęp do Fizyki Ciała Stałego, PWN, Warszawa, 1976
3	N. W. Ashcroft , N. D. Mermin, Fizyka Ciała Stałego, PWN, Warszawa, 1986
4	L. Sosnowski, "Fizyka Ciała Stałego" t.1, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 1977, t.2 Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 1982
Literatura uzupełniająca	
1	W. A. Harrison, Fizyka Ciała Stałego, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1975
2	P. Yu, M. Cardona, Fundamentals of Semiconductors, Springer, Berlin 1996
3	L. Bryja, J. Jadcak, Theory of Solid State, Politechnika Wrocławska 2012
4	L. Bryja, J. Jadcak, K. Ryczko, Matter Radiation Interaction, Politechnika Wrocławska 2012

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	Leszek Bryja, Joanna Jadcak
E-mail:	Leszk.Bryja@pwr.edu.pl, Joanna.Jadcak@pwr.edu.pl,

**Mechanika kwantowa-2**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Mechanika kwantowa-2
Nazwa w języku angielskim	Quantum mechanics-2
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50	50			
Forma zaliczenia	Zaliczenie	Zaliczenie			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.28	1.28			

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Znajomość formalizmu falowego mechaniki kwantowej – ukończony kurs Mechanika Kwantowa 1
2.	Znajomość analizy matematycznej I i II oraz algebry
3.	Umiejętność studiowania literatury

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Zaznajomienie z szerokim obszarem fizyki kwantowej i jej zastosowań
C2	Zapoznanie z metodami obliczeniowymi mechaniki kwantowej

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	zna zasady mechaniki kwantowej i jej metod obliczeniowych, potrafi biegle posługiwać się formalizmem opisującym spin układu, potrafi posługiwać się iloczynem tensorowym, zna pojęcie splątania kwantowego
PEU_W02	zna i potrafi formułować zaawansowane zagadnienia dynamiczne w mechanice kwantowej, potrafi rozwiązywać równanie Schrödingera dla stanów stacjonarnych i niestacjonarnych metodami rachunku zaburzeń; zna formalizm macierzy gęstości
PEU_W03	zna statystyki kwantowe i ich uwarunkowania, zna zasady II kwantowania i potrafi odnieść opanowaną wiedzę do obrazu fizyki fazy skondensowanej

Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	posługuje się aparatem rachunku zaburzeń i potrafi stosować go do złożonych sytuacji, potrafi formułować i rozwiązywać problemy kwantowe metodami wariacyjnymi i algebraicznymi oraz numerycznymi, potrafi posługiwać się formalizmem macierzy gęstości
PEU_U02	potrafi przygotować i zreferować inne zagadnienia z mechaniki kwantowej (np. metody numeryczne rozwiązywania równania Schrödingera) w oparciu o literaturę naukową,
PEU_U03	posiada szerokie rozeznanie w fizyce kwantowej, umie poruszać się w obszarze fizyki kwantowej i rozumie założenia kwantowej teorii, potrafi samodzielnie rozwijać te umiejętności w oparciu o dostępną literaturę
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu
PEU_K02	posiada znajomość aparatu mechaniki kwantowej w zakresie umożliwiającym studiowanie literatury naukowej z zakresu fizyki fazy skondensowanej oraz poznawanie, rozwijanie i referowanie innych zagadnień (m.in. spintroniki)

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Spin cząstki, generatory obrotów.	4
Wy2	Sfera Blocha, precesja spinu	2
Wy3	Iloczyn tensorowy, stany splątane	2
Wy4	Całkowity moment pędu	2
Wy5	Oddziaływanie spin-orbita	2
Wy6	Równanie Diraca; cząstka w polu magnetycznym	2
Wy7	Rachunek zaburzeń niezależny od czasu	2
Wy8	Bozony i fermiony, stany wielocząstkowe, statystyki kwantowe	4
Wy9	II kwantowanie dla bozonów i fermionów	2
Wy10	Formalizm macierzy gęstości	2
Wy11	Rachunek zaburzeń zależny od czasu, złota reguła Fermiego	2
Wy12	Ewolucja obserwabli — obrazy Schrödingera, Heisenberga i oddziaływania	2
Wy13	Zaliczenie końcowe	2
Suma godzin		30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Cw1	Spin cząstki, obroty, macierze Pauliego, grupa SU(2), precesja	6
Cw2	Iloczyn tensorowy stanów i operatorów, splątanie kwantowe	4
Cw3	Całkowity moment pędu, oddziaływanie spin-orbita	2
Cw4	Kolokwium 1	2
Cw5	Cząstka w polu magnetycznym, efekt Zeemana, hamiltonian Pauliego	3
Cw6	Formalizm macierzy gęstości	2
Cw7	Rachunek zaburzeń niezależny od czasu	2
Cw8	Stany wielocząstkowe dla fermionów i bozonów, obliczenia w formalizmie II kwantowania	3
Cw9	Ewolucja obserwabli w różnych obrazach	2

Cw10	Kolokwium 2	2
Cw11	Poprawa kolokwiów	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE		
N1	Wykład tradycyjny	
N2	Rozbudowane komentarze i dodatkowe konsultacje dla zainteresowanych studentów	
N3	Ćwiczenia tradycyjne	

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1	PEK_W01-3, PEU_U01	Kolokwia na ćwiczeniach, aktywność na zajęciach
P1	PEK_W01-3,U01-3.K01	Zaliczenie na wykładzie

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Introduction to Quantum Mechanics, D. J. Griffiths, Pearson Prentice Hall 2005
2	Introductory quantum mechanics, R. L. Liboff, Addison-Wesley 1998
3	Mechanika Kwantowa, S. Ramamurti, PWN 2006
Literatura uzupełniająca	
1	<i>Quantum Mechanics</i> , C. Cohen-Tannoudji, Wiley 2005

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Dr hab. inż. Krzysztof Gawarecki
E-mail:	Krzysztof.Gawarecki@pwr.edu.pl

**Termodynamika i fizyka statystyczna**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Termodynamika i fizyka statystyczna
Nazwa w języku angielskim	Thermodynamics and statistical physics
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50	75			
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	3			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		3			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.44	1.28			

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Analiza matematyczna
2.	Algebra
3.	Wiedza z zakresu fizyki ogólnej
4.	Podstawowa wiedza z zakresu fizyki kwantowej

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Nabycie wiedzy z zakresu metod mechaniki statystycznej oraz ich związków z termodynamiką
C2	Nabycie wiedzy na temat możliwych stosowanych opisów układów klasycznych i kwantowych
C3	Nabycie wiedzy w zakresie tworzenia i rozwiązywania statystycznych modeli gazów klasycznych i kwantowych
C4	Nabycie wiedzy na temat podstawowych własności termodynamicznych układów klasycznych i kwantowych
C5	Opanowanie umiejętności studiowania literatury i prezentacji wiedzy w zakresie różnych modeli fizyki statystycznej opisujących zjawiska termodynamiczne

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Zna zasady termodynamiki, rozumie metody wyznaczania wielkości termodynamicznych dla układów równowagowych oraz potrafi uzasadnić ograniczenia i równoważność stosowanych metod

PEU_W02	Zna i rozumie pojęcia zespołów statystycznych, równoważności stosowanych opisów oraz umie je odnieść do badanych układów klasycznych i kwantowych
PEU_W03	Zna modele podstawowych układów – wybranych gazów klasycznych i kwantowych oraz ich własności termodynamiczne, relacjonuje zachodzące zjawiska i własności opisujących je wielkości
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Potrafi wykonywać obliczenia dotyczące termodynamiki gazów, cieczy i stałych
PEU_U02	Potrafi wykonywać obliczenia związane z klasyczną fizyką statystyczną
PEU_U03	Potrafi wykonywać proste obliczenia związane z podstawami kwantowej fizyki statystycznej
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu
PEU_K02	ma znajomość aparatu fizyki statystycznej w zakresie umożliwiającym studiowanie literatury naukowej oraz poznawanie, rozwijanie i zreferowanie innych zagadnień

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Podstawowe pojęcia: parametry termodynamiczne, równanie stanu, wielkości ekstensywne i intensywne, funkcje stanu, procesy kwazistatyczne, „Zerowe prawo termodynamiki” i temperatura empiryczna. I zasada termodynamiki. Energia wewnętrzna i entalpia.	2
Wy2	III zasada termodynamiki. Twierdzenie Carnota o sprawności silników cieplnych. Definicja skali temperatur Kelvina. Twierdzenie Clausiusa. Definicja entropii. Entropia jako funkcji stanu. Warunki równowagi termodynamicznej	4
Wy3	Potencjały termodynamiczne dla układów o zmiennej liczbie cząstek i definicja potencjału chemicznego. Wielkości parcjalne (cząstkowe). Potencjał chemiczny jako parcjalny cząstkowy potencjał Gibbsa	2
Wy4	Warunki równowagi termodynamicznej w układach wielofazowych i wieloskładnikowych. Reguła faz Gibbsa. Klasyfikacje Ehrenfesta przejść fazowych. Cechy charakterystyczne przejść fazowych pierwszego i drugiego rodzaju.	2
Wy5	Przestrzeń fazowa, ergodyczność, funkcja rozkładu, entropia, równanie Liouville'a	3
Wy6	Rozkłady mikrokanoniczny: funkcja rozkładu, entropia, temperatura.	2
Wy7	Rozkład kanoniczny: wyprowadzenie z rozkładu mikrokanonicznego, suma statystyczna, fluktuacje energii, rozkład kanoniczny dla gazu klasycznych cząstek nieoddziałujących (równanie stanu gazu doskonałego i jego energia wewnętrzna), zasada ekwipartycji energii.	3
Wy8	Wielki rozkład kanoniczny: wyprowadzenie z rozkładu mikrokanonicznego, suma statystyczna, fluktuacje liczby cząstek, rozkład kanoniczny dla gazu klasycznych czątek nieoddziałujących: potencjał chemiczny.	3
Wy9	Operator statystyczny, stany czyste i mieszane, entropia	3
Wy10	Rozkład kanoniczny: operator statystyczny i maksimum entropii	1
Wy11	Wielki rozkład kanoniczny: operator statystyczny i maksimum entropii	1
Wy12	Cząstki nierozróżnialne: fermiony i bozony, Rozkłady Fermiego-Diraca i Bosego-Einsteina	2
Wy13	Kondensacja Bosego-Einsteina	3
Suma godzin		30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Cw1	Wybrane relacje i tożsamości termodynamiczne dla procesów kwazistatycznych	6
Cw2	Wzór Stirlinga, rozkład mikrokanoniczny w układzie zamkniętym dwustanowym, równowaga termodynamiczna w układzie otwartym dwustanowym, rozkład mikrokanoniczny dla nieoddziałujących cząstek klasycznych.	6
Cw3	Rozkład Maxwella-Boltzmanna: wyprowadzenie z rozkładu kanonicznego i zastosowania.	6
Cw4	Operator statystyczny: dowody wybranych własności i tożsamości, rozkłady Fermiego-Diraca i Bosego-Einsteina, własności kondensatu Bosego-Einsteina.	6

Cw5	Model Isinga: rozwiązania dla łańcucha, przybliżenie średniego pola, algorytm Metropolis.	6
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykłady problemowe – metoda tradycyjna
N2	Wykład – udostępniony w sieci zapis elektroniczny
N3	Ćwiczenia problemowe z przeliczeniami – metoda tradycyjna
N4	Ćwiczenia problemowe, uzupełnienia – prezentacje multimedialne
N5	Konsultacje
N6	Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01, PEU_W02, PEU_W03	Kolokwium zaliczeniowe
F2	PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03	Kolokwium zaliczeniowe
F3	PFK_01, PFK_02	Kolokwium zaliczeniowe
P1	PEU_W01, PEU_W02, PEU_W03	Egzamin pisemny
P2	PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03	Egzamin pisemny
P3	PFK_01, PFK_02	Egzamin pisemny

#### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	K. Huang, Podstawy fizyki statystycznej
2	A.I. Anselm, Podstawy fizyki statystycznej i termodynamiki
3	K. Gumiński, Termodynamika
4	K. Sznajd-Weron, Wstęp do fizyki statystycznej – skrypt
Literatura uzupełniająca	
1	L.D. Landau, E.M. Lifszyc, Fizyka Statystyczna tom 5, PWN 2012

#### OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Prof. Marcin Mierzejewski
E-mail:	marcin.mierzejewski@pwr.edu.pl

**Wstęp do komputerowego wspomaganie eksperymentu**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Wstęp do komputerowego wspomaganie eksperymentu
Nazwa w języku angielskim	Introduction to computer-aided experiment
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	25		75		
Forma zaliczenia	Zaliczenie		Zaliczenie		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0.68		1.28		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Podstawowe umiejętności posługiwania się komputerem
2.	Podstawowe umiejętności programowania

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Zapoznanie studentów ze środowiskiem LabView i z podstawami programowania w języku graficznym LabView
C2	Przykłady i zastosowanie pakietu LabView w symulacjach i eksperymentach fizycznych
C3	Nauka projektowania i obsługi poprzez LabView prostych i zaawansowane układów elektrycznych i elektronicznych

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Posiada podstawową wiedzę o zastosowaniach pakietu LabView do obsługi demonstracji i eksperymentów fizycznych z wykorzystaniem komputera.
PEU_W02	Posiada podstawową wiedzę dotyczącą programowania urządzeń sterowanych za pośrednictwem środowiska LabView (np. National Instruments MyDAQ).
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Umie projektować i programować, z wykorzystaniem pakietu LabView, proste programy, symulacje czy demonstracje fizyczne.
PEU_U02	Umie oprogramować, z wykorzystaniem pakietu LabView, proste urządzenia i sterować nimi poprzez komputer.



PEU_U03	Umie wykorzystywać środowisko LabView oraz urządzenia zewnętrzne (np. National Instruments MyDAQ) do przeprowadzania prostych eksperymentów fizycznych.
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Rozumie ogólnopoznawcze i cywilizacyjno-techniczne znaczenie poznanych zagadnień
PEU_K02	Ma świadomość własnych ograniczeń i wie jak ważne jest dalsze samokształcenie

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie	1
Wy2 - 14	Wprowadzenie do zagadnień związanych z programowaniem w języku graficznym pakietu LabView. Szczegółowe omówienie: - struktur i typów danych, - funkcji matematycznych, - macierzy, tablic, klastrów, - tworzenia wykresów, - obsługi dźwięku, - funkcji graficznych 2D i 3D, - podstaw komunikacji pomiędzy komputerem a urządzeniami zewnętrznymi.	13
Wy15	Zaliczenie	1
Suma godzin		15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie. Wstęp do programowania w języku graficznym pakietu LabView – interfejs, pierwszy program	2
La2	Struktury i typy danych - ćwiczenia	2
La3	Macierze, tablice, klastry. Funkcje matematyczne	2
La4	Przetwarzanie danych, wykresy	2
La5	Dźwięk. Funkcje graficzne 2D i 3D	2
La6	Obsługa klawiatury i myszki. Struktura „event”	2
La7	Obsługa pada	2
La8	Podstawy komunikacji pomiędzy komputerem a urządzeniami zewnętrznymi. Zapoznanie się z urządzeniem National Instruments MyDAQ	2
La9-13	Projektowanie, budowa i sterowanie prostych układów sterowanych z LabView poprzez interfejs MyDAQ	10
La14-15	Programowanie: demonstracji fizycznych, interfejsów komunikacji z urządzeniami zewnętrznymi – projekt	4
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład problemowy wspomagany przykładami - prezentacja
N2	Strona internetowa z udostępnionymi materiałami dydaktycznymi
N3	Zadania sprawdzające stopień przyswajania informacji przez studentów
N4	Konsultacje
N5	Praca własna studentów

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 (laboratorium)	PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_K01, PEU_K02	Ocena pracy studenta na zajęciach

F2 (laboratorium)	PEU_W01, PEU_W02, PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_K01	Ocena projektu
F3 (wykład)	PEU_W01, PEU_W02, PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03	Kolokwium zaliczeniowe
P1 (laboratorium)		$0,3 * F1 + 0,7 * F2$
P2 (wykład)		F3

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

Literatura podstawowa	
1	Materiały przygotowane przez prowadzącego
2	Dokumentacja pakietu LabView – dostępna w pakiecie jak i na stronach internetowych producenta
Literatura uzupełniająca	
1	„LabVIEW w praktyce” - Marcin Chruściel, Wydawnictwo BTC 2008

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	Dr inż. Piotr Sitarek, profesor uczelni
E-mail:	Piotr.Sitarek@pwr.edu.pl

**Laboratorium fizyki ciała stałego**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Laboratorium fizyki ciała stałego
Nazwa w języku angielskim	Solid state physics laboratory
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			45		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			100		
Forma zaliczenia			Zaliczenie		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			4		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			4		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)			1.88		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Podstawowa wiedza z zakresu mechaniki kwantowej
2.	Umiejętność posługiwania się aparatem algebry liniowej i analizy matematycznej
3.	Kompetencje w zakresie docierania do uzupełniających obszarów wiedzy i umiejętności

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Nabyć wiedzy z zakresu wykonywania pomiarów własności ciał stałych przy wykorzystywaniu nowoczesnych technik pomiarowych. Ćwiczenia tematycznie związane z wykładem. Uzupełnienie wykładu.
C2	Nabyć umiejętności osobistego wykonania pomiarów własności ciał stałych przy wykorzystywaniu nowoczesnych technik pomiarowych, dyskusji sposobów wykonania pomiarów, opracowania i interpretacji wyników pomiarów

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Zna podstawowe metody wykonywania pomiarów własności ciał stałych przy wykorzystywaniu nowoczesnych technik pomiarowych.
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Potrafi przeprowadzić pomiary własności ciał stałych przy wykorzystywaniu nowoczesnych technik pomiarowych.
PEU_U02	Potrafi opracować szczegółową dokumentację wyników prowadzonych badań, realizacji eksperymentu lub zadania projektowego
Z zakresu kompetencji społecznych:	

PEU_K01	Rozumie potrzebę samokształcenia
---------	----------------------------------

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Zajęcia wprowadzające. Przedstawienie tematyki zajęć laboratoryjnych. Zapoznanie z zasadami BHP. Omówienie sposobu wykonywania ćwiczeń i sprawozdań	2
La2	Badanie absorpcji światła w ciałach stałych. Wyznaczanie krawędzi absorpcji podstawowej	5
La3	Pomiar współczynnika odbicia światła w ciałach stałych. Wyznaczenie podstawowych parametrów materiałowych	5
La4	Badania temperaturowej zależności fotoluminescencji ze półprzewodnikowych struktur kwantowych o obniżonej wymiarowości	5
La5	Badanie widm absorpcji ciał stałych w zakresie średniej podczerwieni od 900 do 1600 nm	5
La6	Wyznaczanie czasów życia nośników w ciałach stałych	5
La7	Pomiar magnetooporu w temperaturze pokojowej i temperaturach kriogenicznych	5
La8	Pomiar fotoprzewodnictwa ciał stałych w temperaturze pokojowej i temperaturach kriogenicznych	5
La9	Badanie widm Ramana ciał stałych	5
La10	Podsumowanie zajęć. Dyskusja i ocena sprawozdań	3
<b>Suma godzin</b>		<b>45</b>

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

N1	Laboratorium – osobiste wykonanie ćwiczeń przez studenta, dyskusja sposobów wykonania pomiarów, opracowania i interpretacji wyników pomiarów
----	--

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 (ćwiczenia laboratoryjne)	PEU_U01, U02 PEU_K01	Ocena przygotowań do ćwiczeń, wykonania sprawozdań, dyskusja wyników
P		= F1

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

Literatura podstawowa	
1	H. Ibach, H. Luth, Fizyka Ciała Stałego, PWN, Warszawa, 1996
2	C. Kittel, Wstęp do Fizyki Ciała Stałego, PWN, Warszawa, 1976
3	N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, Fizyka Ciała Stałego, PWN, Warszawa, 1986
4	L. Sosnowski, "Fizyka Ciała Stałego" t.1, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 1977, t.2 Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 1982
5	Skrypty do ćwiczeń laboratoryjnych
Literatura uzupełniająca	
1	W. A. Harrison, Fizyka Ciała Stałego, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1975
2	P. Yu, M. Cardona, Fundamentals of Semiconductors, Springer, Berlin 1996
3	L. Bryja, J. Jadcak, Theory of Solid State, Politechnika Wrocławska 2012
4	L. Bryja, J. Jadcak, K. Ryczko, Matter Radiation Interaction, Politechnika Wrocławska 2012

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	Leszek Bryja, Joanna Jadcak
E-mail:	Leszk.Bryja@pwr.edu.pl, Joanna.Jadcak@pwr.edu.pl,

**Podstawy elektroniki**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Podstawy elektroniki
Nazwa w języku angielskim	Fundamentals of electronics
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50		50		
Forma zaliczenia	Zaliczenie		Zaliczenie		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.28		1.28		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Podstawowa wiedza z zakresu fizyki ogólnej
2.	Podstawowe umiejętności z zakresu analizy danych w tym analizy niepewności pomiarowych

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Zdobycie wiedzy związanej z budową, działaniem i zastosowaniami podstawowych układów elektronicznych
C2	Zdobycie umiejętności obsługi podstawowych elektronicznych urządzeń laboratoryjnych

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Student(ka) zna i rozumie pojęcia związane z elementami i układami elektronicznymi
PEU_W02	Student(ka) posiada wiedzę w zakresie budowy, parametrów i zastosowań podstawowych elementów i układów elektronicznych
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Student(ka) potrafi zbudować oraz scharakteryzować podstawowe elementy i układy elektroniczne
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Student(ka) rozumie rolę elementów i układów elektronicznych w otaczających nas urządzeniach
PEU_K02	Student(ka) rozumie potrzebę ciągłego samokształcenia oraz poszerzania swojej wiedzy i umiejętności

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Zajęcia wprowadzające. Elementy RLC: rozpoznawanie elementów, parametry i tolerancja wartości.	2
Wy2	Prawo Ohma, prawa Kirchhoffa, zastosowanie do rozwiązywania i projektowania prostych obwodów elektrycznych.	2
Wy3	Pomiary wielkości elektrycznych, przyrządy pomiarowe.	2
Wy4	Złącza p-n, Schottky'ego oraz MIS. Elementy półprzewodnikowe: diody.	2
Wy5	Tranzystory bipolarne/polowe.	2
Wy6	Układy zasilania tranzystora. Wzmacniacz tranzystorowy w różnych konfiguracjach	2
Wy7	Układy zasilające: rodzaje prostowników, stabilizatory napięcia	2
Wy8	Test 'połówkowy'	2
Wy9	Sprzężenie zwrotne w układach elektronicznych.	2
Wy10	Wzmacniacze operacyjne – budowa, charakterystyki, układy pracy.	2
Wy11	Przerzutniki. Układ serii 555.	2
Wy12	Układy cyfrowe. Podstawowe układy logiczne.	2
Wy13	Podstawy przetwarzania sygnałów. Modulacje sygnałów.	2
Wy14	Mieszacze częstotliwości, lock-in amplifier, pętla PLL.	2
Wy15	Test końcowy	2
Suma godzin		30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie do laboratorium. Prezentacja elementów elektronicznych, przyrządów pomiarowych. Nauka lutowania i montażu na płytkach stykowych	2
La2	Pomiar charakterystyk diod LED. Badanie fotodiody. Pomiar charakterystyk I-U diod półprzewodnikowych (prostowniczej i diod Zenera)	4
La3	Układ serii 555 – montaż i uruchomienie w trybie generatora astabilnego i monostabilnego	4
La4	Układ licznika (74xx193) – montaż i uruchomienie	4
La5	Montaż na płytce stykowej kluczy tranzystorowych	4
La6	Fotokomórka – montaż i uruchomienie	4
La7	Wzmacniacz operacyjny – montaż i badanie charakterystyki amplitudowej	4
La8	Odróbka zajęć	4
Suma godzin		30

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1	Wykład tradycyjny z prezentacjami multimedialnymi uzupełniony demonstracjami zjawisk fizycznych
N2	Konsultacje i kontakt pocztą elektroniczną.
N3	Praca własna – przygotowanie do laboratorium i do testu zaliczeniowego
N4	Instrukcje robocze do ćwiczeń laboratoryjnych

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01, PEU_W02, PEU_U01, PEU_K01, PEU_K02	Odpowiedź ustna oraz realizacja ćwiczenia laboratoryjnego, w tym wykonanie ewentualnego raportu z ćwiczenia.
F2	PEU_W01, PEU_W02, PEU_K01, PEU_K02	Test połówkowy na wykładzie
F3	PEU_W01, PEU_W02, PEU_K01, PEU_K02	Test zaliczeniowy
P1 (ćwiczenia)		średnia ze wszystkich ocen F1
P2 (wykład)		= F2/2 + F3/2

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

Literatura podstawowa	
1	S.Kuta „Elementy i układy elektroniczne” Wyd. AGH, wyd. I 2000
2	M. Rusek, J.Pasierbiński “Elementy i układy elektroniczne w pytaniach i odpowiedziach” WNT Warszawa 1990
Literatura uzupełniająca	
1	W.Marciniak “Przyrządy półprzewodnikowe i układy scalone” WNT Warszawa 1987

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	dr hab. inż. Michał Nikodem,
E-mail:	michal.nikodem@pwr.edu.pl

**Podstawy spektroskopii**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Podstawy spektroskopii
Nazwa w języku angielskim	Fundamentals of spectroscopy
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75				
Forma zaliczenia	Egzamin				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.44				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Zaliczone kursy: Podstawy elektrodynamiki i Podstawy optyki
----	---

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Poznanie podstawowych zagadnień dotyczących spektroskopii optycznej
C2	Zapoznanie z istotnymi technikami pomiarowymi i działaniem przyrządów używanych w eksperymentach spektroskopowych

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	potrafi posługiwać się pojęciami właściwymi dla spektroskopii ciała stałego
PEU_W02	potrafi omówić metody spektroskopowe i scharakteryzować aktualne kierunki ich rozwoju
PEU_W03	potrafi omówić techniki spektroskopowe
PEU_W04	potrafi omówić działanie przyrządów używanych w spektroskopii ciała stałego
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	potrafi dobrać odpowiednią technikę pomiaru do badanego obiektu
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	rozumie ogólnopoznawcze i cywilizacyjno-techniczne znaczenie poznanych zagadnień
PEU_K02	rozumie konieczność samokształcenia



**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Promieniowanie elektromagnetyczne.	2
Wy2	Zespolony współczynnik załamania i funkcja dielektryczna. Oddziaływanie światło-materia.	2
Wy3	Metale, półprzewodniki, izolatory.	2
Wy4-5	Źródła promieniowania elektromagnetycznego.	4
Wy6-7	Analiza widmowa promieniowania elektromagnetycznego.	4
Wy8	Elementy polaryzacyjne i filtrujące w pomiarach spektroskopowych.	2
Wy9-10	Metody detekcji promieniowania elektromagnetycznego.	4
Wy11	Spektroskopia fotoluminescencji.	2
Wy12	Spektroskopia zaniku fotoluminescencji.	2
Wy13	Wyznaczanie widm transmisji, odbicia, absorpcji.	2
Wy14	Podstawy spektroskopii Fouriera i rozpraszania Ramana.	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe.	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Prezentacja multimedialna
N2	Wykład problemowy
N3	Konsultacje

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEU_W01 – W04 PEU_U01, PEU_K01 – K02	Egzamin

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

Literatura podstawowa	
1	H. Kuzmany, Solid State Spectroscopy An Introduction, Springer Verlag, Berlin 1998
2	J. Godlewski, Generacja i detekcja promieniowania optycznego, PWN Warszawa 1997
3	M. Drozdowski, Spektroskopia ciała stałego, WPP 2001
4	W. Demtroder, Spektroskopia laserowa, 1993
5	J. Garcia Sole, L. E. Bausa and D. Jaque, An Introduction to the Optical Spectroscopy of Inorganic Solids, John Wiley & Sons, Ltd 2005
Literatura uzupełniająca	
1	P.Y. Yu, Manuel Cardona, Fundamentals of Semiconductors, Springer, 2001
2	Pankove, Jacques I., Zjawiska optyczne w półprzewodnikach, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 1974

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	Dr inż. Grzegorz Zatryb
E-mail:	grzegorz.zatryb@pwr.edu.pl

**Teoria struktur niskowymiarowych**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Teoria struktur niskowymiarowych
Nazwa w języku angielskim	Theory of low-dimensional structures
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50	50			
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.44	1.28			

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Zaliczone kursy: Mechanika kwantowa – 1; Fizyka ciała stałego – 1; Podstawy fizyki półprzewodników.
----	---

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Nabywanie podstawowej wiedzy, uwzględniającej jej aspekty aplikacyjne, w dziedzinie teorii struktur niskowymiarowych.
C2	Nabywanie umiejętności samodzielnego rozwiązywania zagadnień dotyczących teorii struktur niskowymiarowych.
C3	Zdobycie umiejętności samodzielnego pozyskiwania wiedzy z literatury naukowej.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Student posiada wiedzę w zakresie podstaw teorii struktur niskowymiarowych
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Student potrafi rozwiązywać wybrane zagadnienia w zakresie podstaw teorii struktur niskowymiarowych
PEU_U02	Student umie stosować zdobytą wiedzę w praktyce naukowej i technicznej
PEU_U03	Student umie poszerzać wiedzę w oparciu o literaturę naukową
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Student rozumie konieczność samokształcenia

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1-4	Podstawowe układy dwuwymiarowe: tranzystory MOSFET, studnie kwantowe i układy studni oraz selektywnie domieszkowane heterozłącza. Metody obliczania energii podpasz (model funkcji obwiedni) w obrębie zarówno pasma przewodnictwa jak i walencyjnego.	8
Wy5	Dwuwymiarowe układy pseudomorficzne. Modyfikacja struktury pasmowej wywołana przez naprężenia.	2
Wy6	Własności supersieci półprzewodnikowych.	2
Wy7-9	Układy jedno- i zerowymiarowe (kwantowe druty i kropki). Metody obliczania struktury pasmowej. Omówienie potencjalnych zastosowań.	6
Wy10	Rozkład gęstości stanów w układach niskowymiarowych i statystyka nośników.	2
Wy11-12	Absorpcja światła w układach niskowymiarowych. Reguły wyboru dla przejść optycznych między- i wewnątrzpasemowych.	4
Wy13-14	Fizyka ekscytonów w układach niskowymiarowych. Pochłanianie światła przez ekscytyny.	3
Wy14-15	Teoria fotoluminescencji w układach niskowymiarowych.	3
Suma godzin		30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Cw1-6	Obliczanie energii i funkcji falowych podpasz (model funkcji obwiedni) w obrębie pasma przewodnictwa	12
Cw7-8	Supersieci półprzewodnikowe.	4
Cw9-10	Obliczanie gęstości stanów w przypadku struktur niskowymiarowych.	4
Cw11-13	Reguły wyboru dla przejść optycznych między- i wewnątrzpasemowych w układach niskowymiarowych.	6
Cw14-15	Ekscytyny w układach niskowymiarowych.	4
Suma godzin		30

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

N1	Wykład problemowy.
N2	Ćwiczenia tradycyjne.

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 (wykład)	PEU_W01- PEU_U01	Egzamin pisemny.
F2 (ćwiczenia)	PEU_U01- PEU_U03, PEU_K01	Kolokwium. Dyskusje.
P1 = F1		
P2 = F2		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

Literatura podstawowa	
1	K. Sierański, M. Kubisa, J. Szatkowski, J. Misiewicz, Półprzewodniki i struktury półprzewodnikowe. Oficyna Wydawnicza PWR, Wrocław 2002
Literatura uzupełniająca	
1	G. Bastard, Wave Mechanics Applied to Semiconductor Heterostructures. Les Editions de Physique, Les Ulis (France) 1988
2	E. L. Ivchenko, G. Pikus, Superlattices and Other Heterostructures, Springer, Berlin 1995
3	L. Jacak, P. Hawrylak, A. Wójs, Kropki kwantowe. Oficyna Wydawnicza PWR, Wrocław 1996
4	M. J. Kelly, Low-Dimensional Semiconductors. Materials, Physics, Technology, Devices. Clarendon Press, Oxford 1995

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	Dr inż. Maciej Kubisa
E-mail:	maciej.kubisa@pwr.edu.pl

**Nanomateriały**

Wydział	<b>Podstawowych Problemów Techniki</b>
Nazwa w języku polskim	<b>Nanomateriały</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Nanomaterials</b>
Kierunek studiów	<b>Fizyka Techniczna</b>
Specjalność	<b>Nanoinżynieria</b>
Stopień	<b>I stopień</b>
Forma	<b>stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	45			45	30
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50			100	25
Forma zaliczenia	Egzamin			Zaliczenie	Zaliczenie
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3			2	2
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2.04			1.88	1.28

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Podstawowa wiedza z zakresu mechaniki kwantowej i fizyki półprzewodników.
2.	Podstawowa wiedza nt. zasady działania przyrządów półprzewodnikowych.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Poznanie i zrozumienie zjawisk fizycznych i fizykochemicznych zachodzących w nanostrukturach.
C2	Poznanie wybranych metod badania nanomateriałów.
C3	Zapoznanie się z współczesnymi zastosowaniami nanomateriałów półprzewodnikowych.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Posiada znajomość pojęć właściwych dla fizyki struktur zerowymiarowych.
PEU_W02	Posiada wiedzę nt. najważniejszych właściwości półprzewodnikowych kropek kwantowych, a także metod ich otrzymywania.
PEU_W03	Posiada wiedzę z zakresu optycznych metod badania nanomateriałów.
PEU_W04	Posiada wiedzę nt. współczesnych zastosowań kropek kwantowych.
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Potrafi dokonać identyfikacji i opisu najważniejszych procesów fizycznych zachodzących w nanostrukturach w danych warunkach eksperymentalnych.
PEU_U02	Potrafi opisać i przeprowadzić prosty eksperyment potrzebny do zbadania wybranych właściwości fizycznych nanomateriałów półprzewodnikowych, oraz przeanalizować otrzymane rezultaty.

PEU_U03	Potrafi przygotować i przedstawić prezentację ustną i multimedialną w języku polskim w tematyce kursu badań oraz poprowadzić dyskusję dotyczącą przedstawionej prezentacji.
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Rozumie potrzebę ciągłego dokształcania, w tym autodokształcania; umie i rozumie potrzebę uczenia się samodzielnie i w grupie.
PEU_K02	Potrafi pracować samodzielnie i w grupie.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie. Rys historyczny i znaczenie kropek kwantowych w dzisiejszym świecie. Kwantowy efekt rozmiarowy.	1
Wy2	Rodzaje półprzewodnikowych struktur quasi-zerowymiarowych, metody ich otrzymywania i podstawowe własności. Przegląd metod obliczania struktury pasmowej półprzewodnikowych kropek kwantowych. Znaczenie naprężeń.	2
Wy3-4	Przejścia optyczne i reguły wyboru. Metody doświadczalne detekcji przejść optycznych i różne skale czasowe procesów optycznych. Badanie licznego, niejednorodnego zbioru nanostruktur oraz kropek pojedynczych.	4
Wy5-6	Ekscytony i kompleksy ekscytonowe w kropkach kwantowych. Znaczenie ograniczenia przestrzennego i kontrastu dielektrycznego. Znaczenie oddziaływań kulombowskiego i spinowego oddziaływania wymiany. Rekombinacja promienista i jej dynamika, model równań kinetycznych, kinetyka obsadzeń, wpływ temperatury.	4
Wy7	Oddziaływanie światło-materia w nanostrukturach. Mikrownęki rezonansowe i ograniczenie przestrzenne dla fotonów. Sprzężenie ekscyton-foton.	2
Wy8	Wybrane zastosowania półprzewodnikowych nanostruktur epitaksjalnych w optoelektronice i nanofotonice (lasery, źródła pojedynczych fotonów, etc.).	2
Wy9	Wstęp do nanomateriałów koloidalnych: klasyfikacja nanomateriałów nieorganicznych, metody otrzymywania, obszary zastosowań, wyzwania, komercjalizacja nanomateriałów, porównanie z nanostrukturami epitaksjalnymi	2
Wy10-11	Elementy fizyki ciała stałego oraz fizyki nanostruktur niezbędne do opisu zjawisk obserwowanych w nanostrukturach koloidalnych lub będących podstawą ich wykorzystania w aplikacjach: rezonans plazmonowy, perkolacja, transport w układach wielofazowych, migotanie emisji, dyfuzja spektralna, foto-wybielanie, tunelowanie, procesy Augera, powielanie nośników, podwajanie częstości emisji,	4
Wy12	Podstawowe wielkości fizyczne wykorzystywane do charakteryzacji nanomateriałów oraz urządzeń w jakich są wykorzystywane: np. promień hydrodynamiczny, wydajność kwantowa emisji (PL QY), zewnętrzna wydajność kwantowa (EQE), współczynnik konwersji energii (PCE), ...	2
Wy13	Synteza nanomateriałów koloidalnych metodami mokrej chemii	2
Wy14	Synteza nanomateriałów koloidalnych metodami mokrej chemii	2
Wy15	Nanomateriały domieszkowane jonami ziem rzadkich	2
Wy16	Modyfikacje powierzchni nanomateriałów koloidalnych	2
Wy17	Metody nanoszenia cienkich warstw oraz układania nanostruktur koloidalnych	2
Wy18	Podstawowe zjawiska fizyko-chemiczne występujące w nanostrukturach koloidalnych	2
Wy19-20	Zastosowanie nanomateriałów koloidalnych w biologii oraz medycynie	4
Wy21	Zastosowanie nanomateriałów koloidalnych w wyświetlaczach	2
Wy22	Zastosowanie nanomateriałów koloidalnych w diodach LED	2
Wy23	Zastosowanie nanomateriałów koloidalnych w fotowoltaice	2
Suma godzin		45

Forma zajęć – projekt		Liczba godzin
Pr1	Zajęcia organizacyjne.	1
Pr2	Pomiary widm luminescencji ze struktur z kropkami kwantowymi.	4
Pr3	Przejścia optyczne w strukturach z kropkami kwantowymi - spektroskopia modulacyjna.	4
Pr4	Badanie struktury pasmowej i procesów transferu energii/nośników w złożonych strukturach z kropkami kwantowymi.	4
Pr5	Dynamiki zaniku fotoluminescencji oraz dynamika nośników.	4
Pr6	Emisja pojedynczych fotonów z kropek kwantowych.	4

Pr7	Zajęcia organizacyjne: zapoznanie z urządzeniami w laboratorium Spektroskopii Materiałów Nanokrystalicznych, przepisy BHP obowiązujące w laboratorium, itp.	2
Pr8	Pomiar emisji nanokryształów w funkcji mocy. Zapoznanie się z efektami rozmiarowymi, pojęciem gęstości strumienia promieniowania, modelowaniem emisji z układów 3-poziomowych.	4
Pr9-10	Pomiar widm wzbudzenia emisji i absorbancji nanokryształów. Zapoznanie się z efektami rozmiarowymi, sposobami wyznaczania stężenia nanomateriałów w roztworach, eksperymentalnym wyznaczaniem siły oscylatora przejścia oraz różnicami pomiędzy pomiarem absorbancji oraz wzbudzenia emisji	8
Pr11-12	Pomiar widm zaniku emisji nanokryształów. Zapoznanie się z metodologią modelowania krzywych zaniku oraz problemami występującymi podczas tego rodzaju pomiarach.	8
Pr13	Zajęcia podsumowujące.	2
Suma godzin		45

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Zajęcia organizacyjne	2
Se2-15	Prezentacje seminaryjne przygotowywane przez studentów w oparciu o materiały elektroniczne (głównie w języku angielskim) z zakresu tematyki kursu (2-3 prezentacje przypadające na każdego studenta).	28
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład z użyciem narzędzi multimedialnych
N2	Doświadczenia w laboratorium
N3	Opracowanie i analiza wyników eksperymentalnych
N4	Przygotowanie samodzielnej prezentacji multimedialnej

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 (projekt)	PEU_U01 – PEU_U03 PEU_K02	Raporty z projektów
F2 (seminarium)	PEU_W01 – PEU_W04 PEU_U03 PEU_K01	Prezentacja ustna
P1 (wykład)	PEU_W01 – PEU_W04 PEU_K01 – PEU_K02	Egzamin
P2 (projekt)		= F1
P3 (seminarium)		= F2

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	K. Sierański, M. Kubisa, J. Szatkowski, J. Misiewicz – Półprzewodniki i struktury półprzewodnikowe
2	D. Bimberg, M. Grundmann, N. N. Ledentsov – Quantum dot heterostructures
3	P. Michler (Ed.) – Single quantum dots. Fundamentals, applications and new concepts.
4	Y. Yamamoto, F. Tassone, H. Cao – Semiconductor cavity quantum electrodynamics
5	Nanoscale Materials in Chemistry, Second Edition, Edited by Kenneth J. Klabunde and Ryan M. Richards, 2009 by John Wiley & Sons, Inc.
6	Nanocrystals-Synthesis, Properties and Applications - Series: Springer Series in Materials Science, Vol. 95, Rao, C.N.R., Thomas, P. John, Kulkarni, G.U. 2007
7	Semiconductor Nanocrystal Quantum Dots: Synthesis, Assembly, Spectroscopy and Applications, Andrey L. Rogach, Springer 2008

Literatura uzupełniająca	
1	Artykuły w czasopismach naukowych z zakresu tematyki wykładu
2	Colloids and Colloid Assemblies: Synthesis, Modification, Organization and Utilization of Colloid Particles, Frank Caruso, John Wiley & Sons 2006
3	Highlights in Colloid Science, Dimo Platikanov, Dotchi Exerowa, John Wiley & Sons 2009
4	Colloid Science: Principles, Methods and Applications, Terence Cosgrove, John Wiley & Sons 2010.
5	Functional Coatings: By Polymer Microencapsulation, Swapan Kumar Ghosh, John Wiley & Sons 2006
6	Nano-Surface Chemistry, Morton Rosoff, Taylor & Francis, 2001.
7	Colloid Chemistry II, Markus Antonietti, Springer 2003.
8	Applied Colloid and Surface Chemistry, Richard Pashley, Marilyn Karaman, John Wiley & Sons 2005
9	Surface Chemistry, A. Goel, Discovery Publishing House 2006

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	Prof. dr hab. Artur Podhorodecki, Prof. dr hab. Grzegorz Sęk
E-mail:	artur.p.podhorodecki@pwr.edu.pl ; grzegorz.sek@pwr.edu.pl



**Praca dyplomowa inżynierska-1**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Praca dyplomowa inżynierska-1
Nazwa w języku angielskim	Engineering thesis-1
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				75	
Forma zaliczenia				Zaliczenie	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS				3	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				3	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)				0.16	

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Deficyt punktów ECTS nie większy niż to wynika z uchwały Rady Wydziału PPT
----	--

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Przygotowanie się studenta do realizacji pracy dyplomowej – inżynierskiej
C2	Określenie celu pracy. Sporządzenie harmonogramu zadań do wykonania

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Poznanie zagadnień z zakresu tematu planowanej pracy dyplomowej
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Potrafi rozwiązywać zadania i problemy w oparciu o zdobytą wiedzę oraz informacje pozyskane z literatury naukowo-technicznej w języku polskim i angielskim
PEU_U02	Potrafi pracować indywidualnie i w zespole oraz współpracować kolektywnie w ramach projektów zespołowych
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Jest gotów myśleć i działać w sposób kreatywny

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć - projekt	Liczba godzin
-----------------------	---------------

Pr1	Wstępne przygotowanie literatury związanej z przedmiotem badań i zapoznanie się z nią	
Pr2	Wstępne prace badawcze	
Pr3	Określenie celu pracy. Sporządzenie harmonogramu zadań do wykonania	
Suma godzin		75

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE		
N1	Studia literaturowe z zakresu tematyki pracy dyplomowej	
N2	Wprowadzenie do badań	
N3	Konsultacje	

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_U01 – U02 PEU_K01	Praca pod kierunkiem promotora
P1		= F1

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Literatura uzgodniona z promotorem pracy dyplomowej

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Promotor zaakceptowany przez komisję programową kierunku Fizyka Techniczna na WPPT
E-mail:	

**Praktyka**

Wydział	<b>Podstawowych Problemów Techniki</b>
Nazwa w języku polskim	<b>Praktyka</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Practice</b>
Kierunek studiów	<b>Fizyka Techniczna</b>
Specjalność	<b>Nanoinżynieria</b>
Stopień	<b>I stopień</b>
Forma	<b>stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				150	
Forma zaliczenia				Zaliczenie	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS				6	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				6	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)				6	

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Wiedza z zakresu fizyki ciała stałego, fotoniki, spektroskopii, programowania
----	---

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Zapoznanie się ze strukturą organizacyjną przedsiębiorstwa
C2	Opanowanie umiejętności stosowanych w przedsiębiorstwie w którym odbywana jest praktyka
C3	Doskonalenie nabytych umiejętności
C4	Doskonalenie umiejętności pracy w zespole

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Pozna istotę i cele funkcjonowania przedsiębiorstwa
PEU_W02	Pozna podstawowe problemy w poszczególnych obszarach funkcjonalnych przedsiębiorstwa
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Potrafi rozwiązywać zadania i problemy w oparciu o zdobytą wiedzę oraz pozyskane informacje
PEU_U02	Potrafi pracować indywidualnie i w zespole oraz współpracować kolektywnie w ramach projektów zespołowych
PEU_U03	Potrafi zaprojektować i wykonać złożony układ pomiarowy, przeanalizować jego jakość oraz dokonać wstępnej analizy ekonomicznej podejmowanych działań inżynierskich
Z zakresu kompetencji społecznych:	

PEU_K01	jest gotów do formułowania i przekazywania społeczeństwu informacji i opinii dotyczących osiągnięć nanoinżynierii
PEU_K02	jest gotów myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć – praktyka kierunkowa	Liczba godzin
Suma godzin	150

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

N1	Sprawdzenie poprawności formalnej sprawozdania z odbytej praktyki
----	---

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1	PEU_W01 – W02 PEU_U01 – U03 PEU_K01 – K02	ocena sprawozdania z praktyki

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

Literatura podstawowa	
1	Określona przez firmę w której odbywa się praktyka
Literatura uzupełniająca	
1	Określona przez firmę w której odbywa się praktyka

**OPIEKUN PRZEDMIOTU** – koordynator Wydziału PPT ds. praktyk studenckich

**Seminarium dyplomowe-1**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Seminarium dyplomowe-1
Nazwa w języku angielskim	Diploma Seminar-1
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
<b>Nanoinżynieria</b>	<b>Nanoinżynieria</b>
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					25
Forma zaliczenia					Zaliczenie
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS					1
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					1
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)					0.68

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Ma określony temat pracy inżynierskiej
2.	Student posiada zaawansowaną wiedzę i umiejętności z fizyki

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Pogłębianie umiejętności przygotowania i przedstawienia prezentacji ustnej i multimedialnej
C2	Możliwość zaprezentowania celu pracy dyplomowej w kontekście prowadzonych badań naukowych

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Poznanie literatury związanej tematycznie z pracą dyplomową
PEU_W02	Poznanie aktualnych zagadnień badawczych prowadzonych w środowisku wydziału
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Potrafi przygotować i przedstawić prezentację ustną i multimedialną z użyciem odpowiednich narzędzi
PEU_U02	Potrafi korzystać z baz danych do wyszukiwania żądanych informacji
PEU_U03	Potrafi prowadzić dyskusję z zakresu nanoinżynierii, umie określać i uzasadniać swoje stanowisko w dyskusji
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Jest gotów do krytycznej oceny odbieranej wiedzy
PEU_K05	

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Indywidualne prezentacje wybranych tematów prac inżynierskich w kontekście prowadzonych badań naukowych – przedstawienie aktualnego stanu wiedzy związanego z problematyką realizowanej pracy dyplomowej.	
Se2	Dyskusja w grupie seminaryjnej na poruszane przez studentów tematy	
Suma godzin		15

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

N1	Praca z literaturą tak w języku polskim jak i angielskim
N2	Otwarta dyskusja nad prezentowanymi zagadnieniami

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1		Ocena aktywności studenta w dyskusjach
F2		Ocena przedstawionej prezentacji
P1	PEU_W01 – W02 PEU_U01 – U03 PEU_K01	F2 z uwzględnieniem F1

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

Literatura podstawowa	
1	Literatura związana z pracą dyplomową

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	Prof. dr hab. inż. Grzegorz Sęk
E-mail:	Grzegorz.Sek@pwr.edu.pl

**Praca dyplomowa inżynierska-2**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Praca dyplomowa inżynierska-2
Nazwa w języku angielskim	Engineering thesis-2
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				300	
Forma zaliczenia					
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS				12	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				12	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)				1.12	

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Deficyt punktów ECTS nie większy niż to wynika z uchwały Rady Wydziału PPT
----	--

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Zrealizowanie przez studenta badań niezbędnych do zredagowania pracy dyplomowej
C2	Napisanie przez studenta „Pracy dyplomowej” (jako dzieła)
C3	Przedstawienie prezentacji ustnej na podstawie informacji literaturowych i wyników prac własnych dotyczącej zagadnień z zakresu studiowanego kierunku studiów Fizyka Techniczna

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Zgłębienie zagadnień z zakresu tematu pracy dyplomowej
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Potrafi rozwiązywać zadania i problemy badawcze w oparciu o zdobytą dotychczas wiedzę z zakresu zagadnień studiowanego kierunku Fizyka Techniczna
PEU_U02	Potrafi stworzyć dzieło „Praca dyplomowa” korzystając ze zdobytych umiejętności z zakresu zagadnień studiowanego kierunku Fizyka Techniczna
PEU_U03	Potrafi pracować indywidualnie i w zespole oraz współpracować kolektywnie w ramach projektów zespołowych
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Jest gotów myśleć i działać w sposób kreatywny

PEU_K02	Jest gotów do formułowania i przekazywania społeczeństwu informacji i opinii dotyczących osiągnięć nanoinżynierii; potrafi przekazać takie informacje w sposób powszechnie zrozumiały
---------	---

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Praca z literaturą związaną z przedmiotem badań	
Pr2	Prace badawcze	
Pr3	Opracowanie wyników badań	
Pr4	Redakcja dzieła „Praca dyplomowa”	
Pr5	Przygotowanie prezentacji związanej z przeprowadzonymi badaniami	
Suma godzin		300

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Studia literaturowe z zakresu tematyki pracy dyplomowej
N2	Badania naukowe i opracowanie wyników badań
N3	Konsultacje z promotorem

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_U01 – U02 PEU_K01	Ocena pracy dyplomowej
P1		= F1

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

Literatura podstawowa	
1	Literatura uzgodniona z promotorem pracy dyplomowej

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	Promotor zaakceptowany przez komisję programową kierunku Fizyka Techniczna na WPPT
E-mail:	



**Seminarium dyplomowe-2**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Seminarium dyplomowe-2
Nazwa w języku angielskim	Diploma Seminar-2
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
<b>Nanoinżynieria</b>	<b>Nanoinżynieria</b>
Stopień	<b>I stopień</b>
Forma	<b>stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					30
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					125
Forma zaliczenia					Zaliczenie
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS					5
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					5
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)					1.28

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Student posiada zaawansowaną wiedzę i umiejętności z fizyki
2.	Ma określony temat pracy inżynierskiej

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Pogłębianie umiejętności przygotowania i przedstawienia prezentacji ustnej i multimedialnej
C2	Możliwość zaprezentowania tematyki prowadzonych w ramach pracy dyplomowej badań

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Poznanie aktualnych zagadnień badawczych prowadzonych w środowisku wydziału
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Potrafi przygotować i przedstawić prezentację ustną i multimedialną z użyciem odpowiedniej terminologii
PEU_U02	Potrafi prowadzić dyskusje z zakresu nanoinżynierii, umie określać i uzasadniać swoje stanowisko w dyskusji
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Jest gotów do krytycznej oceny odbieranej wiedzy

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Prezentacje aktualnych wyników badań prowadzonych przez uczestników seminarium	

Se2	Prezentacje indywidualne dotyczące aktualnego stanu wiedzy związanego z problematyką realizowanej pracy dyplomowej oraz odniesienia przewidywanego, oryginalnego własnego wkładu do osiągnięć literaturowych	
Se3	Dyskusja w grupie seminaryjnej na poruszone w prezentacjach tematy	
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Prezentacja wyników badań
N2	Otwarta dyskusja nad prezentowanymi wynikami badań

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1		Ocena aktywności studenta w dyskusjach
F2		Ocena przedstawionej prezentacji
P1	PEU_W01 – W02 PEU_U01 – U03 PEU_K01	F2 z uwzględnieniem F1

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Literatura związana z pracą dyplomową prelegentów

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Prof. dr hab. inż. Grzegorz Sęk
E-mail:	Grzegorz.Sek@pwr.edu.pl

**Analiza funkcjonalna (GK)**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Analiza funkcjonalna (GK)
Nazwa w języku angielskim	Functional analysis
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50	50			
Forma zaliczenia	Zaliczenie				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	4				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2.48				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Znajomość podstawowych pojęć i twierdzeń z analizy matematycznej dotyczących rachunku różniczkowego i całkowitego funkcji jednej i wielu zmiennych, oraz algebry liniowej przestrzeni skończone wymiarowych.
----	--

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Przedstawienie aksjomatyki przestrzeni unormowanej i Banacha oraz unitarnej i Hilberta
C2	Zaprezentowanie pojęcia ortogonalności
C3	Przedstawienie pojęcia bazy i idei rozwijania funkcji w szereg Fouriera
C4	Zapoznanie z pojęciem operatora liniowego

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	zna aksjomatykę przestrzeni unormowanych i Banacha, zna podstawowe przykłady ciągłych i funkcyjnych przestrzeni Banacha,
PEU_W02	zna aksjomatykę przestrzeni unitarnych oraz Hilberta, rozumie pojęcia iloczynu skalarnego i ortogonalności,
PEU_W03	rozumie ideę rozwinięcia elementu przestrzeni Hilberta w szereg Fouriera,
PEU_W04	wie, jaką postać mają funkcjonały na poznanych przestrzeniach Banacha,
PEU_W05	zna pojęcie operatora liniowego, rozumie ważność ograniczoności operatora,
PEU_W06	rozpoznaje kluczowe typy operatorów liniowych na przestrzeniach Hilberta.

Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	umie weryfikować kluczowe własności przykładowych przestrzeni liniowo-metrycznych,
PEU_U02	znajduje dopełnienia ortogonalne podprzestrzeni przestrzeni Hilberta,
PEU_U03	potrafi rozwijać elementy funkcyjnych przestrzeni Hilberta w szeregi Fouriera, znajdować rzut ortogonalny na zadaną podprzestrzeń,
PEU_U04	swobodnie posługuje się pojęciami funkcjonału i operatora liniowego, oblicza normy funkcjonałów i operatorów,
PEU_U05	rozwiązuje zadania z zastosowaniem funkcjonałów i operatorów na poznanych przestrzeniach Banacha i Hilberta.
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	potrafi korzystać z dostępnej literatury naukowej,
PEU_K02	rozumie potrzebę systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału,
PEU_K03	hartuje się w dążeniu do osiągnięcia celu (np. rozwiązania zadania) i nie zraża się początkowymi trudnościami,
PEU_K04	potrafi prezentować swoje rozumowania i dyskutować na temat wystąpień kolegów.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1 - 2	<b>Przestrzenie metryczne:</b> metryka; zupełność, domkniętość, gęstość zbiorów	4
Wy3 - 4	<b>Przestrzenie liniowe:</b> baza Hamela, norma, przestrzenie Banacha, przykłady, nierówność Höldera, iloczyn skalarny, nierówność Cauchy'ego-Schwarza, tożsamość równoległoboku i polaryzacyjna	4
Wy5 - 7	<b>Operatory liniowe:</b> norma operatora, przykłady operatorów ograniczonych i nieograniczonych, spektrum, funkcjonały liniowe, przestrzenie dualne	6
Wy8 - 10	<b>Przestrzenie Hilberta:</b> twierdzenie Pitagorasa, przykłady przestrzeni unitarnych i Hilberta, tożsamość Parsewala, twierdzenia o najlepszej aproksymacji i rozkładzie ortogonalnym, rzut ortogonalny	6
Wy11-12	<b>Układy ortogonalne:</b> ortogonalizacja Gramma-Schmidta, przykłady układów ortogonalnych, baza ortonormalna w ośrodkowej przestrzeni Hilberta, uogólniony szereg Fouriera	4
Wy13-15	<b>Operatory liniowe na przestrzeni Hilberta:</b> operatory hermitowskie, normalne, unitarne, dodatnie, operatory sprzężone, twierdzenie spektralne	6
Suma godzin		30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Cw1	Elementy topologii: przykłady przestrzeni metrycznych, w tym zupełnych, zbiory otwarte, domknięte, gęste	2
Cw2 - 3	Przykłady przestrzeni unormowanych, przestrzenie ciągowe $c$ , $c_0$ , $\ell^p$ , funkcje $L^p$ , $C(X)$ , itp.; ugruntowanie pojęcia zupełności	4
Cw4 - 6	Przykłady operatorów liniowych, norma operatorowa, operatory całkowe i różniczkowe, praktyczne sposoby badania ograniczoności operatorów, znajdowanie spektrum operatora, wyznaczanie przestrzeni dualnych	6
Cw7	Kolokwium nr 1	2
Cw8 - 9	Różne przykłady iloczynów skalarnych, przeprowadzanie ortogonalizacji, ugruntowanie pojęć związanych z przestrzeniami Hilberta	4
Cw10-11	Przykłady baz ortogonalnych, rozwijanie funkcji w uogólniony szereg Fouriera względem konkretnych baz	4
Cw12-14	Badanie własności operatorów na przestrzeni Hilberta, wyznaczanie operatorów sprzężonych, wyznaczanie pierwiastka kwadratowego z operatora, wyznaczanie reprezentacji spektralnej operatorów	6
Cw15	Kolokwium nr 2	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład problemowy – metoda tradycyjna.
N2	Ćwiczenia problemowe – metoda tradycyjna.
N3	Konsultacje.

N4	Praca własna studenta.
----	------------------------

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01-PEU_U05 PEU_W01-PEU_W06 PEU_K01-PEU_K04	odpowiedzi ustne, kartkówki
F2	PEU_U01-PEU_U05 PEU_W01-PEU_W06 PEU_K01-PEU_K03	kolokwia
P1		$P = 0,5 * F1 + 0,5 * F2$

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

Literatura podstawowa	
1	Jacek Chmieliński, Analiza funkcjonalna (notatki do wykładu), Wydawnictwo Naukowe Akademii Pedagogicznej, Kraków 1999.
2	Janusz Górniak i Tadeusz Pytlik, Analiza funkcjonalna w zadaniach, PWr, Wrocław 1992
3	Jan Rusinek, Zadania z analizy funkcjonalnej z rozwiązaniami, Wyd. UKSW, Warszawa 2004
4	Stanisław Prus i Adam Stachura, Analiza funkcjonalna w zadaniach, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007
Literatura uzupełniająca	
1	Walter Rudin, Analiza funkcjonalna, PWN, Warszawa 2001
2	M. Reed and B. Simon, Methods of modern mathematical physics, vols. 1,2, Academic Press, New York, 1972

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	Dr inż. Grzegorz Serafin, Dr inż. Karol Szczypkowski
E-mail:	grzegorz.serafin@pwr.edu.pl; karol.szczypkowski@pwr.edu.pl

**Bionanostruktury**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Bionanostruktury
Nazwa w języku angielskim	Bionanostructures
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	100				
Forma zaliczenia	Zaliczenie				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	4				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.28				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Umiejętność postrzegania świata w kategoriach modeli fizycznych
----	---

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Zapoznanie studenta ze współczesnym postrzeganiem nauk biologicznych.
C2	Prezentacja właściwości złożonych układów molekularnych
C3	Przedstawienie koncepcji maszyny molekularnej oraz omówienie wybranych przykładów maszyn molekularnych

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Znajomość fundamentalnych dla współczesnych nauk biologicznych pojęć.
PEU_W02	Znajomość molekularnych podstaw budowy materii żywej.
PEU_W03	Wiedza dotycząca zasad funkcjonowania biologicznych maszyn molekularnych.
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Rozumienie współczesnego języka nauk biologicznych oraz umiejętność posługiwania się nim.
PEU_U02	Umiejętność wyszukiwania, gromadzenia i przetwarzania informacji technicznej i naukowej o charakterze interdyscyplinarnym.
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Umiejętność interpretowania i wyjaśniania zagadnień dotyczących współczesnych nauk biologicznych.

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie – przedstawienie współczesnych nauk biologicznych	3
Wy2	Centralny dogmat biologii jako fundament współczesnych nauk biologicznych	3
Wy3	Budowa układów biologicznych oraz znaczenie efektów entropowych	3
Wy4	Rola środowiska wodnego w układach biologicznych – efekt hydrofobowy.	3
Wy5	Molekularne mechanizmy odpowiedzialne za tworzenie struktury przestrzennej układów biologicznych.	3
Wy6	Emergencja jako wynik koordynacji dużych zespołów molekularnych	3
Wy7	Sprzężenie mechano-chemiczne oraz jego znaczenie dla funkcjonowania maszyn molekularnych	3
Wy8	Generacja ruchu w wyniku polimeryzacji	3
Wy9	Transport masy w układach biologicznych znaczenie i przejawy transportu aktywnego	3
Wy10	Transformacja energii w układach biologicznych na przykładzie F0F1ATPazy	3
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład w formie multimedialnej
N2	Materiały pomocnicze w postaci artykułów naukowych
N3	Udostępnienie wykładu w formie elektronicznej

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01	Na podstawie dyskusji w trakcie wykładu
F2	PEU_W02	Na podstawie dyskusji w trakcie wykładu
F3	PEU_W03	Na podstawie dyskusji w trakcie wykładu
P1	PEU_U01	Pisemne opracowanie na zadany temat
P2	PEU_U02	Pisemne opracowanie na zadany temat
P3	PEU_K01	Pisemne opracowanie na zadany temat

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

Literatura podstawowa	
1	Publikacje naukowe wskazane przez prowadzącego zajęcia.
2	Materiały dotyczące treści prezentowanych na wykładzie
Literatura uzupełniająca	
1	Publikacje naukowe i popularnonaukowe dostępne w domenie publicznej

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	Marek Langner
E-mail:	marek.langner@pwr.edu.pl

**Charakteryzacja materiałów i struktur półprzewodnikowych (GK)**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Charakteryzacja materiałów i struktur półprzewodnikowych (GK)
Nazwa w języku angielskim	Characterization of semiconductor materials and structures
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50			50	
Forma zaliczenia	Zaliczenie				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	4				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.88				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Zaliczone kursy z analizy matematycznej
2.	Zaliczone kursy z algebry
3.	Zaliczona fizyka ogólna
4.	Zaliczony wstęp do fizyki ciała stałego lub podobny/równoważny kurs

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Dostarczenie wiedzy na temat podstawowych metod eksperymentalnych służących do badania materiałów i struktur półprzewodnikowych
C2	Udoskonalenie umiejętności posługiwania się aparaturą pomiarową, umiejętności analizy wyników eksperymentalnych oraz pisania raportów z badań

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Zna podstawowe metody eksperymentalne badania materiałów i struktur półprzewodnikowych
PEU_W02	Ma pogłębioną wiedzę z zakresu zjawisk fizycznych wykorzystanych w wybranych metodach pomiarowych
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Umie posłużyć się aparaturą pomiarową, dobrać właściwą metodę eksperymentalną do zbadania/wyznaczenia danej wielkości (lub danego parametru) w materiale półprzewodnikowym
PEU_U02	Umie przeprowadzić pomiary, opracować wyniki pomiarów i sporządzić z tego raport
Z zakresu kompetencji społecznych:	



PEU_K01	Potrafi pracować w grupie i dzielić się obowiązkami
PEU_K02	Rozpoznaje role materiałów półprzewodnikowych w codziennym życiu oraz potrzebę badania nowych materiałów półprzewodnikowych

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Podział metod eksperymentalnych służących badaniu materiałów i struktur półprzewodnikowych oraz ich ogólna charakterystyka: - metody strukturalne - metody elektryczne - metody optyczne	2
Wy2	Dyfrakcja rentgenowska (XRD): - równie Bragów oraz zjawisko dyfrakcji na kryształach - dyfraktometr rentgenowski - wielkości wyznaczone metodą XRD w materiałach i strukturach półprzewodnikowych	2
Wy3	Spektroskopia fotoelektronów: - zjawisko fotoemisji elektronów w półprzewodnikach - źródła promieniowania ultrafioletowego oraz miękkiego promieniowania X - spektroskopia XPS, UPS, ARPES - przykłady zastosowań technik XPS, UPS, ARPES do badań materiałów półprzewodnikowych	2
Wy4	Mikroskopia elektronowa: - transmisja elektronów przez ciało stałe oraz zjawiska temu towarzyszące - mikroskop elektronowy - wielkości wyznaczone metodą mikroskopii elektronowej dla struktur półprzewodnikowych	2
Wy5	Metody SIMS i RBS: - zjawisko wtórnej emisji jonów z ciała stałego, zjawisko rozpraszania Rutherforda - aparatura do pomiarów SIMS i RBS - wielkości wyznaczone metodą SIMS oraz RBS dla struktur półprzewodnikowych	2
Wy6	Pomiar efektu Halla oraz termosiły: - zjawisko Halla, metoda Van der Pauwa - zastosowanie efektu Halla do wyznaczania koncentracji nośników w materiałach półprzewodnikowych - efekt Seebecka, Peltiera i powstawanie termosiły w ciele stałym - wyznaczanie koncentracji nośników w materiałach półprzewodnikowych na podstawie pomiarów termosiły	2
Wy7	Spektroskopia impedancyjna oraz spektroskopia DLTS - kontakt omowy i kontakt Schottkiego - głębokie domieszki w półprzewodnikach - aparatura do spektroskopii impedancyjnej oraz spektroskopii DLTS - przykłady zastosowań spektroskopii impedancyjnej oraz spektroskopii DLTS w wybranych materiałach półprzewodnikowych	2
Wy8	Pomiar fotoprądu: - absorpcja międzypasmowa, optyczna jonizacja domieszek w materiałach półprzewodnikowych, wbudowane pole elektryczne i efekt fotowoltaiczny - układy do pomiarów foto-prądu - przykłady zastosowań pomiarów fotoprądu do badań materiałów półprzewodnikowych	2
Wy9	Elipsometria i podstawowe metody absorpcyjne: - funkcja dielektryczna i stałe optyczne - odbicie i transmisja światła w układzie powietrze/półprzewodnik - budowa elipsometru i spektrometru absorpcyjnego - przykłady pomiarów elipso-metrycznych oraz absorpcji dla wybranych materiałów i struktur półprzewodnikowych	2
Wy10	Podstawowe metody emisyjne: - zjawisko fotoluminescencji i katodoluminescencji - dynamika nośników w strukturach półprzewodnikowych - układy do pomiarów widm fotoluminescencji i katodoluminescencji	2

	- przykłady zastosowań techniki fotoluminescencji i katodoluminescencji do badania struktur półprzewodnikowych - układy do pomiarów widm czasowo-rozdzielczej fotoluminescencji i katodoluminescencji - przykłady pomiarów czasowo-rozdzielczej fotoluminescencji i katodoluminescencji w strukturach półprzewodnikowych	
Wy11	Spektroskopia Ramana oraz spektroskopia absorpcyjna w dalekiej podczerwieni: - zjawisko rozpraszania światła Ramana - układy do pomiarów widm Ramana - przykłady pomiarów widm Ramana dla wybranych materiałów i struktur półprzewodnikowych - interferometr Michelsona i zasada działania układu FTIR - absorpcja światła na drganiach sieci - absorpcja na swobodnych nośnikach - przykłady pomiarów widm absorpcji dla wybranych materiałów i struktur półprzewodnikowych	2
Wy12	Spektroskopia foto-akustyczna: - zjawisko generacji fali termicznej na skutek absorpcji światła w ciele stałym - układy do pomiarów widm foto-akustycznych - przykłady pomiarów widm foto-akustycznych dla materiałów i struktur półprzewodnikowych	2
Wy13	Foto-indukowane odbicie mikrofal: - zjawisko foto-indukowanego odbicia fali elektromagnetycznej od ciała stałego w zakresie mikrofalowym - układy do pomiarów foto-indukowanego odbicia mikrofal - przykłady zastosowania foto-indukowanego odbicia mikrofal do wyznaczania czasów życia nośników w półprzewodnikach ze skośną przerwą energetyczną	2
Wy14	Wykorzystanie wysokich ciśnień hydrostatycznych w badaniach półprzewodników - metody uzyskiwania wysokich ciśnień hydrostatycznych - komory do pomiarów w właściwości strukturalnych, elektrycznych i optycznych ciała stałego w wysokich ciśnieniach hydrostatycznych - przykłady zastosowania wysokich ciśnień do badania wybranych zjawisk w materiałach i strukturach półprzewodnikowych	2
Wy15	Powtórzenie materiału i wyrównanie zaległości	2
Suma godzin		30

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr	<p>Studenci podzieleni na grupy wybierają jeden z projektów z poniższej listy i realizują go przez cały semestr. Do wyboru jest 14 projektów:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wyznaczanie temperaturowej zależności przerwy energetycznej dla półprzewodnikowych związków mieszanych.</li> <li>2. Badanie lokalizacji nośników w niskich temperaturach dla półprzewodnikowych związków mieszanych.</li> <li>3. Pomiary widm piezoodbicia dla wybranych materiałów półprzewodnikowych.</li> <li>4. Pomiary przejść optycznych w półprzewodnikowych studniach kwantowych metodą fotoodbicia.</li> <li>5. Pomiary skośnej przerwy energetycznej metodą spektroskopii fotoakustycznej dla wybranych materiałów półprzewodnikowych.</li> <li>6. Pomiary czasów życia nośników w w półprzewodnikach ze skośną przerwą energetyczną metodą fotoindukowanego odbicia mikrofal.</li> <li>7. Wyznaczanie koncentracji nośników w próbkach półprzewodnikowych na podstawie pomiarów w termosyfie.</li> <li>8. Pomiary fotoprądu dla wybranych materiałów półprzewodnikowych.</li> <li>9. Pomiary koncentracji nośników w próbkach półprzewodnikowych metodą Hala.</li> <li>10. Pomiary widm modulowanej transmisji dla cienkich warstw półprzewodnikowych.</li> <li>11. Pomiary wbudowanych pól elektrycznych w strukturach półprzewodnikowych metodą bezkontaktowego elektroodbicia.</li> <li>12. Pomiar głębokich poziomów domieszkowych metodą DLTS dla mieszanych związków półprzewodnikowych.</li> <li>13. Pomiary charakterystyk I-V i C-V dla wybranych materiałów półprzewodnikowych.</li> <li>14. Pomiary widm optycznych w wysokich ciśnieniach hydrostatycznych.</li> </ol>	
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład powadzony z wykorzystaniem slajdów
N2	Wyprowadzanie i omawianie zagadnień na tablicy
N3	Dodatkowe konsultacje dla zainteresowanych studentów
N4	Internet: wyszukiwanie potrzebnych materiałów poprzez wyszukiwarki
N5	Praca w grupie

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1	PEU_W01 – PEU_W03	Zaliczenie w formie pisemno-ustnej
F1	PEU_U01 – PEU_U04	Ocena za raport ze realizowanego projektu

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Characterization of Semiconductor Materials, Principles and Methods, Gary F. McGuire, William Andrew (1989).
2	Characterization of Semiconductor Heterostructures and Nanostructures, Editors: Giovanni Agostini Carlo Lamberti Carlo Lamberti, Elsevier Science, (2008).
3	Optical Characterization of Semiconductors, Infrared, Raman, and Photoluminescence Spectroscopy, Sidney Perkowitz, Academic Press (1993).
4	Semiconductor Research: Experimental Techniques, Editors: A. Patane and N. Balkan, Springer (2012).
Literatura uzupełniająca	
1	Artykuły w Applied Physics Letters, Journal of Applied Physics i innych czasopismach naukowych.

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Prof. Robert Kudrawiec
E-mail:	robert.kudrawiec@pwr.edu.pl

**Elektronika kwantowa (GK)**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Elektronika kwantowa (GK)
Nazwa w języku angielskim	Quantum electronics
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50				50
Forma zaliczenia	Zaliczenie				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	4				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.88				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Podstawowa wiedza z zakresu fizyki ogólnej
2.	Podstawowa wiedza z zakresu elektroniki i fizyki półprzewodników

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Zdobycie wiedzy związanej z techniką laserową, laserowymi źródłami światła, ich budową, działaniem i podstawowymi zastosowaniami
----	--

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Student(ka) zna i rozumie pojęcia związane z laserowymi źródłami światła
PEU_W02	Student(ka) posiada zaawansowaną wiedzę w zakresie budowy, parametrów i zastosowań podstawowych laserowych źródeł światła
PEU_W03	Student(ka) posiada wiedzę w zakresie bezpieczeństwa pracy z laserowymi źródłami światła
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Student(ka) potrafi określić główne zalety oraz ograniczenia podstawowych laserowych źródeł światła
PEU_U02	Student(ka) potrafi wybrać właściwe źródło laserowe do spełnienia określonej funkcji w różnych zastosowaniach (np. w metrologii, telekomunikacji czy w obróbce materiałów)
PEU_U03	Student(ka) potrafi przygotować i przedstawić prezentację ustną i multimedialną w języku polskim na temat realizacji badań oraz poprowadzić dyskusję dotyczącą przedstawionej prezentacji
Z zakresu kompetencji społecznych:	

PEU_K01	Student(ka) rozumie rolę technik laserowych w rozwoju nowoczesnego społeczeństwa
PEU_K02	Student(ka) rozumie potrzebę ciągłego samokształcenia oraz poszerzania swojej wiedzy i umiejętności

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Podstawy fizyki laserów (m.in. emisja spontaniczna/wymuszona/absorpcja; inwersja obsadzeń; szerokość linii spektralnych, rezonatory laserowe)	2
Wy2	Podstawy fizyki laserów (m.in. struktura modowa rezonatora, wiązka gaussowska).	2
Wy3	Lasery gazowe – rodzaje, parametry, zastosowania	2
Wy4	Lasery półprzewodnikowe – podstawy fizyki laserów półprzewodnikowych, typy rezonatorów, przestrajanie długości fali	2
Wy5	Lasery półprzewodnikowe – diody laserowe, parametry i zastosowania	2
Wy6	Lasery półprzewodnikowe – lasery ICL, QCL, parametry i zastosowania	2
Wy7	Lasery na ciele stałym – typy, zasada działania, podstawowe parametry	2
Wy8	Praca impulsowa laserów – Q-switching, mode-locking	2
Wy9	Lasery na ciele stałym – zastosowania	2
Wy10	Lasery światłowodowe – zasada działania, typy, parametry, zastosowania	2
Wy11	Wzmacniacze optyczne – półprzewodnikowe, światłowodowe, Ramana	2
Wy12	Źródła światła w oparciu o procesy nieliniowe	2
Wy13	Inne typy źródeł laserowych (m.in. barwnikowe, excimerowe)	2
Wy14	Bezpieczeństwo w pracy ze źródłami laserowymi	2
Wy15	Test końcowy	2
Suma godzin		30

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Zajęcia organizacyjne. Przedstawienie informacji o możliwych sposobach prezentacji oraz formie zaliczenia seminarium	1
Se2-8	Prezentacja tematów przewidzianych w ramach seminarium, których tematyka pokrywa się z treścią prezentowaną na wykładzie. Zaprezentowanie wybranego problemu na podstawie publikacji naukowych dotyczących tematyki wykładów.	14
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład problemowy – metoda tradycyjna
N2	Demonstracje w czasie laboratorium
N3	Konsultacje
N4	Praca własna – przygotowanie seminarium, do wykładu i egzaminu

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 (wykład)	PEU_W01, PEU_W02, PEU_U01, PEU_U02, PEU_K01,	Test pisemny
F2 (seminarium)	PEU_W01, PEU_W02, PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_K01, PEU_K02	Ocena wygłoszonych prezentacji
P1 = F1	(wykład)	
P2 = średnia ocen F2	(seminarium)	
P		$P = 0.9 * P1 + 0.1 * P2$ (P1 - wykład, P2 - sem.)

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

Literatura podstawowa
-----------------------

1	“Lasers. Basics, Advances and Applications,” by H. Eichler, J. Eichler, O. Lux. Springer Series in Optical Sciences, Springer Nature Switzerland AG 2018.
2	“Lasers. Fundamentals and Applications” 2 <sup>nd</sup> edition by K. Thyagarajan, A. Ghatak. Springer Science+Business Media 2010.
3	“The physics of semiconductors” by M. Grundmann, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010
Literatura uzupełniająca	
1	“Gas Lasers” edited by M. Endo, R. Walter. CRC Press 2007.
2	“Principles of Lasers” by Orazio Svelto. Springer Science+Business Media 2010.
3	“Fundamentals of Fiber Lasers and Fiber Amplifiers” 2 <sup>nd</sup> edition by V. Ter-Mikirtychev. Springer Nature Switzerland AG 2019
4	R. Curl et al., “Quantum cascade lasers in chemical physics,” Chemical Physics Letters 484, 1-18 (2010).
5	I. Vurgaftman et al. “Interband cascade lasers,” Journal of Physics D: Applied Physics 48 (2015).

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	Dr hab. Michał Nikodem, profesor uczelni
E-mail:	Michal.nikodem@pwr.edu.pl

**Metody obliczeniowe fizyki (GK)**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Elementy Modelowania Numerycznego (GK)
Nazwa w języku angielskim	Elements of Numerical Modeling
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	25		50		
Forma zaliczenia	Zaliczenie				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.88				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Wiedza z zakresu fizyki ogólnej
2.	Podstawowa wiedza z zakresu fizyki kwantowej
3.	Umiejętność posługiwania się aparatem analizy matematycznej i algebry liniowej
4.	Podstawowa umiejętność posługiwania się komputerem osobistym
5.	Kompetencje w zakresie pozyskiwania darmowych narzędzi komputerowych w Internecie
6.	Kompetencje w zakresie docierania do uzupełniających źródeł wiedzy i umiejętności

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Nabywanie wiedzy teoretycznej i praktycznej w zakresie najważniejszych metod numerycznych (podstaw matematycznych i algorytmów) rozwiązywania zagadnień typowych dla fizyki i inżynierii.
C2	Rozwijanie umiejętności programowania zagadnień numerycznych w języku średniego poziomu.
C3	Poszerzenie wiedzy z zakresu fizyki ogólnej
C4	Rozwijanie umiejętności zwięzłego i klarownego ustnego sprawozdania z wykonanego projektu
C5	Rozwijanie umiejętności pracy samodzielnej i współpracy w niewielkiej grupie

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:
-------------------

PEU_W01	zna podstawowe metody numerycznego rozwiązywania zagadnień matematycznych występujących w zagadnieniach z fizyki i inżynierii: miejsca zerowe funkcji, ekstrema funkcji, pochodne i kwadratury, równania różniczkowe zwyczajne i cząstkowe (zagadnienie wartości początkowej, wartości brzegowych oraz zagadnienie własne). Metody rekurencyjne, metoda Elementów Skończonych i Różnic skończonych
PEU_W02	zna podstawowe elementy programowania w języku średniego poziomu, zna podstawowe elementy oraz składnię wybranego języka (Fortran lub C++ lub Python)
PEU_W03	zna zaawansowane modele wybranych układów (np. studnia kwantowa, światłowód, dyfuzja stacjonarna, mechanika układu wielu ciał, złożone układy elektrostatyczne)
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	umie tworzyć algorytmy i programować zagadnienia numeryczne
PEU_U02	umie wykorzystywać modele numeryczne do analizy własności układów (testowanie programu, analiza zbieżności ze względu na parametry kontrolne, pozyskiwanie wyników)
PEU_U03	umie reprezentować wyniki w postaci graficznej, interpretować je i prezentować w formie wypowiedzi ustnej
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	umie współpracować w niewielkim zespole nad rozwiązaniem problemu
PEU_K02	potrafi określić priorytety w realizacji zadania, określić kolejność i czas realizacji odpowiednich jego etapów
PEU_K03	rozumie potrzebę ciągłego dokształcania się, w tym samokształcenia; rozumie potrzebę uczenia się samodzielnie i w grupie

## TRZĘCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Znaczenie metod obliczeniowych w nauce i technice. Historia, przykłady, narzędzia, metody.	1
Wy2	Podstawowe operacje matematyczne (miejsca zerowe, minimum funkcji). Wyznaczanie energii i funkcji własnych prostokątnej studni kwantowej.	1
Wy3	Numeryczne różniczkowanie i kwadratura metodami różnic skończonych. Zagadnienie dyfrakcji światła na szczelinie i siatce dyfrakcyjnej.	2
Wy4	Równania różniczkowe zwyczajne – algorytmy numeryczne dla zagadnienia wartości początkowej. Analiza przydatności wahadła fizycznego jako wzorca jednostki czasu.	2
Wy5	Zagadnienie wartości początkowej – dynamika molekularna; algorytm Verleta. Układ planetarny	1
Wy6	Równania różniczkowe zwyczajne – algorytmy numeryczne dla zagadnienia wartości brzegowych; równanie Poissona; algorytm Numerowa-Cowellsa; Grawitacja wewnątrz gwiazdy.	2
Wy7	Równania różniczkowe zwyczajne – zagadnienie własne; metoda „strzałów”. Mody własne fali elektromagnetycznej w cylindrycznym światłowodzie. Prostokątna nieskończona studnia kwantowa	2
Wy8	Równania różniczkowe cząstkowe – zagadnienie wartości brzegowych; Metoda różnic skończonych (FD). Metoda eliminacji Gaussa dla trójdziagonalnego układu równań. Dyfuzja stacjonarna, własności izolacyjne ściany.	2
Wy9	Równania różniczkowe cząstkowe – zagadnienie wartości brzegowych; Metoda elementów skończonych (FE); iteracja Gaussa-Seidla. Elektrostatyka, kondensator cylindryczny.	2
Suma godzin		15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Tablicowanie funkcji 1D i 2D (FORTRAN). Reprezentacja graficzna funkcji i dopasowanie funkcji analitycznej do zbioru danych (GNUPLOT). Opracowanie programu i wyznaczanie stanów i energii własnych prostokątnej studni kwantowej.	4
La2	Badanie zbieżności algorytmów numerycznego różniczkowania i całkowania. Opracowanie programu i badanie dyfrakcji światła na szczelinie i siatce dyfrakcyjne.	6
La3	Badanie jakości oraz zbieżności algorytmów całkowania równań różniczkowych. Opracowanie programu i badanie wahadła fizycznego jako potencjalnego wzorca jednostki czasu.	6
La4	Opracowanie programu i badanie dynamiki układu planetarnego. Zastosowanie kryterium zachowanie energii i momentu pędu do badania zbieżności algorytmu Verleta.	6
La5	Wybrany projekt dodatkowy	4
La6	Wybrany projekt dodatkowy	4
Suma godzin		30



STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład tradycyjny
N2	Praca z komputerem pod nadzorem prowadzącego laboratorium, w tym praca w małym 2-3 osobowym zespole
N3	Sprawozdania z ćwiczeń w formie prezentacji ustnych
N4	Konsultacje indywidualne z prowadzącym kurs
N5	Praca własna, w tym praca własna z komputerem

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	<b>PEK_U01</b> <b>PEK_U02</b> <b>PEK_U03</b>	Sprawozdania ustne z realizowanych projektów
F2	<b>PEK_K01</b> <b>PEK_K02</b> <b>PEK_K03</b>	Ocena pracy studenta w czasie zajęć w laboratorium
P1 = 0.8 F1 + 0.2 F2		
F4	<b>PEK_W01</b>	Kolokwium zaliczeniowe z wykładu
P2 = F4		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	P.Scharoch, M.Polak, R.Szymon, „Elementy Modelowania Numerycznego”, PWN, 2023
Literatura uzupełniająca	
1	P.K.MacKeown and D.J.Newman, <i>Computational Techniques in Physics</i> , Adam Hilger, 1987.
2	D.W. Heermann, <i>Podstawy symulacji komputerowych w fizyce</i> , WNT, Warszawa 1997.
3	P.L.De Vries, <i>A first course in Computational Physics</i> , John Wiley, 1994.
4	A.L. Garcia, <i>Numerical Methods for Physics</i> , Prentice Hall Inc., 1994.
5	W.H.Press, B.P.Flannery, S.A.Teukolsky, W.T.Vettering, <i>Numerical Recipes</i> , Cambridge University Press, 1987.
6	Tao Pang, <i>Metody obliczeniowe w fizyce</i> , PWN SA, Warszawa 2001.

Imię i nazwisko:	dr hab. Paweł Scharoch
E-mail:	pawel.scharoch@pwr.edu.pl

**Fizyka cienkich warstw (GK)**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Fizyka cienkich warstw (GK)
Nazwa w języku angielskim	Physics of thin films
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	25		50		
Forma zaliczenia	Zaliczenie				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.28				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Wiedza z zakresu fizyki ogólnej. Zalecana jest znajomość optyki przynajmniej na poziomie podstawowym, w szczególności podstaw interferometrii.
2.	Kompetencje w zakresie docierania do uzupełniających obszarów wiedzy i umiejętności.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Nabywanie podstawowej wiedzy z zakresu fizyki cienkich warstw oraz ich zastosowań.
C2	Poznanie podstawowych metod otrzymywania cienkich warstw oraz ich eksperymentalna realizacja.
C3	Nabywanie wiedzy na temat zastosowań cienkich warstw i układów wielowarstwowych, w szczególności w optyce i fotonice.
C4	Poznanie podstawowych technik i metod pomiarowych z zakresu optyki cienkich warstw oraz opracowywania wyników pomiarowych.
C5	Nabywanie i utrwalanie kompetencji społecznych dotyczących umiejętności współpracy w zespole, przestrzegania obyczajów obowiązujących w społeczeństwie, kreatywności myślenia, rozumienia konieczności samouczenia się oraz krytycznej analizy uzyskanych informacji.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Ma podstawową wiedzę dotyczącą technik wytwarzania pokryw cienkowarstwowych, oraz układów wielowarstwowych. Posiada uporządkowaną wiedzę na temat fizycznych metod osadzania cienkich warstw metodą naparowania próżniowego, rozwirowania oraz poprzez zanurzenie.

PEU_W02	Ma podstawową wiedzę w zakresie opisu właściwości optycznych cienkich warstw oraz układów wielowarstwowych, takich jak: pokrycia antyrefleksyjne, filtry interferencyjne, zwierciadła metalowe i dielektryczne, dzielniki światła. Ma elementarną wiedzę potrzebną do zaprojektowania podstawowych elementów optycznych na bazie cienkich warstw.
PEU_W03	Posiada podstawową wiedzę dotyczącą optycznych metod eksperymentalnych z zakresu fizyki cienkich warstw. Zna zasady działania przyrządów optycznych służących do charakteryzacji cienkich warstw i układów wielowarstwowych (spektrofotometri, mikroskopy, elipsometri). Posiada podstawową wiedzę dotyczącą opracowania wyników pomiarów, sposobu ich analizy i oszacowania niepewności wyznaczanych wielkości. Zna zasady opracowania raportów (sprawozdań) z przeprowadzonych pomiarów.
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Potrąfi zastosować nabytą wiedzę do wytwarzania pokryw warstwowych. Wykazuje umiejętność podstawowej inżynierskiej charakteryzacji i projektowania układów cienkowarstwowych. Posiada kompetencje w zakresie możliwości zastosowania układów cienkowarstwowych w optyce i fotonice.
PEU_U02	Potrąfi wykonać pomiary wybranych właściwości fizycznych cienkich warstw i optycznych układów wielowarstwowych oraz przeprowadzić ich analizę.
PEU_U03	Potrąfi opracować prezentację wyników badań w postaci raportu-sprawozdania.
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Potrąfi pracować i realizować zadania zarówno indywidualnie, jak i zespołowo.
PEU_K02	Potrąfi korzystać z literatury naukowej. Potrafi wyszukiwać informacje oraz krytycznie je analizować.
PEU_K03	Rozumie potrzebę ciągłego dokształcania się w aspekcie rozwoju technologicznego społeczeństwa – w tym w zakresie fizyki cienkich warstw.
PEU_K04	Rozumie potrzebę przekazywania społeczeństwu informacji o istotnym znaczeniu cienkich warstw w wielu dziedzinach życia.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wstęp. Program wykładu. Literatura. Wstęp do technologii cienkich warstw. Podstawowe definicje.	1
Wy2	Podstawy optyki cienkich warstw: wzory Fresnela, stałe optyczne cienkich warstw dielektrycznych i absorbujących. Spektrofotometryczne oraz elipsometryczne metody badań cienkich warstw.	2
Wy3	Zwierciadła metalowe. Wielowarstwowe zwierciadła dielektryczne, zwierciadła laserowe.	2
Wy4	Zimne lustra. Filtry interferencyjne. Dzielniki światła. Zastosowania.	2
Wy5	Metody fizyczne nakładania cienkich warstw – naparowanie termiczne, elektronowe, magnetronowe, laserowe, MBE, platerowanie, metody aerozolowe	2
Wy6	Metody chemiczne nakładania cienkich warstw – nakładanie atomowe warstw (ALD), plazmowe nakładanie chemiczne, nakładanie z roztworu, MOCVD	2
Wy7	Metody nakładania cienkich warstw – nakładanie metodą rozwirowania, zanurzeniowe. Warstwy dla fotonicznych układów zintegrowanych.	2
Wy8	Techniki pomiarowe cienkich warstw: metody spektroskopowe transmisyjne i odbiciowe, mikroskopowe, profilometria optyczna i stykowa, elipsometria.	2
Suma godzin		15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Otrzymywanie cienkich warstw metali i dielektryków metodą rozpylania próżniowego.	3
La2	Otrzymywanie cienkich warstw metodą zanurzania.	3
La3	Pomiary właściwości cienkich warstw metodą spektrofotometryczną	3
La4	Badanie właściwości pokryw cienkowarstwowych na szklach optycznych i filtrach	3
La5	Pomiary grubości cienkich warstw metodą prążków interferencyjnych.	3
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnych.
N2	Udostępnione słuchaczom materiały dydaktyczne.
N3	Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do zaliczenia wykładu.

N4	Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń. Opracowanie raportów (sprawozdań) z wykonanych ćwiczeń.
N5	Konsultacje

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 (wykład)	PEU_W01; PEU_W02	kolokwium
F2 (laboratorium)	PEU_W01; PEU_W02; PEU_W03; PEU_U03; PEU_K02	opracowanie sprawozdań z wykonywanych ćwiczeń, aktywność na zajęciach, odpowiedzi ustne
P		0.5*F1 + 0.5*F2

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

Literatura podstawowa	
1	Opisy do ćwiczeń laboratoryjnych z Fizyki Cienkich Warstw
2	H.A. Macleod, Thin Film Optical Filters, Series in Optics and Optoelectronics, Taylor and Francis 2010 (lub starsze wydania).
3	Marc J. Madou, Fundamentals of Microfabrication and Nanotechnology
4	Feldman, Leonard C.   Mayer, James W. 1986, FUNDAMENTALS OF SURFACE AND THIN FILM ANALYSIS
Literatura uzupełniająca	
1	H. Fujiwara, Spectroscopic Ellipsometry. Principles and Applications, John Wiley & Sons, Ltd, 2007.
2	M. Boss, Handbook of Optics, vol.4: Optical Properties of Materials, Chpt.7 (J.A. Dobrowolski, Optical Properties of Thin Films) Mc-Graw Hill Co., 2010.

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	Dr inż. Katarzyna Komorowska, Dr inż. Kinga Żołnacz
E-mail:	katarzyna.komorowska@pwr.edu.pl, kinga.zolnacz@pwr.edu.pl

## Fizyka magnetyków (GK)

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Fizyka magnetyków (GK)
Nazwa w języku angielskim	Physics of magnetics
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50				50
Forma zaliczenia	Zaliczenie				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	4				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.84				

## WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Znajomość podstaw klasycznej elektrodynamiki, mechaniki kwantowej i kwantowej fizyki statystycznej
----	--

## CELE PRZEDMIOTU

C1	Zapoznanie się z mechanizmami porządku magnetycznego i wzbudzeniami w ośrodkach magnetycznych
C2	Zapoznanie się z uporządkowaniem i dynamiką magnetyzacji w warstwach, drutach, kropkach i wielowarstwach magnetycznych
C3	Zebranie wiedzy na temat przepływu spinu i ładunku przez układy magnetyczne
C4	Zebranie wiedzy na temat technik zapisu/odczytu magnetycznego i magneto-sensoryki

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Zdobycie wiedzy o najważniejszych oddziaływaniach spinowych i związanych z nimi uporządkowaniach magnetycznych (dot. K1FTE_W05)
PEU_W02	Zaznajomienie się z najważniejszymi topologicznymi strukturami magnetycznymi (ściany domenowe, wiry, skyrmiony) i ich dynamiką (dot. K1FTE_W05)
PEU_W03	Zdobycie wiedzy o zastosowaniach różnego typu magnetyków w różnorodnych technologiach (dot. K1FTE_W08, K1FTE_W10)
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Rozwinięcie umiejętności w zakresie efektywnego modelowania makroskopowych układów fazy stałej w oparciu o symetrię i złożoność oddziaływań mikroskopowych (dot. K1FTE_U11)

Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Zdobycie świadomości przekrywania się różnych technologii opartych na magnetykach i ich wzajemnego oddziaływania na swój rozwój oraz na postęp fizyki (dot. K1FTE_K01, K1FTE_K06)

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład	Liczba godzin	
Wy1	<u>Organizacja zajęć i repetytorium</u> : magnetyczny moment dipolowy, precesja Larmora, oddziaływanie dipoli magnetycznych.	2
Wy2	<u>Model Heisenberga izolatorów magnetycznych</u> : wymiana bezpośrednia, stany podstawowe ferromagnetyka i antyferromagnetyka Heisenberga (oszacowanie Andersona energii antyferromagnetyka), Zależność temperaturowa magnetyzacji i podatności magnetycznej - metoda średniego pola, siła oddziaływania dipol-dipol a oddziaływania wymiennego, problemy zastosowania izolatorów magnetycznych: miękkie i twarde magnetyki, straty w konwersji mocy wynikające z histerezy ferromagnetycznej oraz generacji prądów kołowych (ferryty jako materiały elektrotechniczne), fale spinowe w ferromagnetyku i antyferromagnetyku Heisenberga, termodynamika fal spinowych (prawo „3/2” Blocha), oddziaływania magnon-magnon.	3
Wy3	<u>Magnetyzm atomów i jonów sieci krystalicznej</u> : wewnątrzwęzłowe oddziaływania wymienne i wewnątrzwęzłowe oddziaływanie spin-orbita elektronów, sprzężenie Russella-Saundersa, reguły Hunda, moment magnetyczny jonu i czynnik Landego, pochodzenie magnetycznej anizotropii jednojonowej (pole krystaliczne i efekty spinowo-orbitalne w jonach młodych ziem rzadkich i metali przejściowych), anizotropowy paramagnetyzm van Vleck’a lantanowców.	2
Wy4	<u>Modele słabego wiązania metali magnetycznych</u> : paramagnetyzm Pauliego, model Blocha, model Stonera i kryteria Stonera ferromagnetyzmu. Zależność temperaturowa magnetyzacji i podatności magnetycznej - metoda średniego pola. Fale spinowe i wzbudzenia Stonera w ferromagnetyku wędrownym, uporządkowanie typu fali gęstości spinowej (np. w Cr, CrFe, CrSi).	2
Wy5	<u>Modele ciasnego wiązania (Hubbarda) metali magnetycznych</u> : hamiltonian Hubbarda, równoważność ferromagnetyzmu w modelach Hubbarda i Stonera, granica silnego sprzężenia w modelu Hubbarda i wymiana kinetyczna (przybliżenie dimera spinowego), przejście Motta metal-izolator, nadwymiana (np. w izolatorach Motta VO <sub>2</sub> , MoO <sub>2</sub> itp.) i reguły Goodenough-Kanamori, nadwymiana z degeneracją orbitali: anizotropowa wymiana i łańcuchy spinowe Isinga (np. w CuF <sub>2</sub> , KCuF <sub>3</sub> ).	3
Wy6	<u>Magnetyki rozrzedzone i samo-domieszkowane</u> : sprzężenie nadsubtelne, sprzężenie s-d i oddziaływanie RKKY, szkła spinowe i fazy częściowo uporządkowane z oddziaływaniami RKKY w metalicznych roztworach stałych (np. krystaliczne Au-Fe, Cu-Mn, EuSrS i amorficzne Fe-Mn, Ni-Mn, Fe-Zr), ferromagnetyzm w rozrzedzonych półprzewodnikach magnetycznych (III-Mn-V, Zn-MnO), frustracja spinowa w rozrzedzonych półprzewodnikach magnetycznych z nadwymianą (II-Mn-VI), oddziaływanie Zenera (podwójna wymiana) w półmetalach rozrzedzonych (np. (La-Sr)MnO <sub>3</sub> , (La-Ca)MnO <sub>3</sub> ) i samodomieszkowanych (np. CrO <sub>2</sub> , Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> ), Oddziaływanie Dzyaloshinskii-Moriya w magnetykach domieszkowanych ciężkimi jonami.	3
Wy7	Podstawy mikromagnetyzmu i magnoniki: opis ciągły ferromagnetyków i antyferromagnetyków (energia wymiany, anergie anizotropii jednoosiowej i kubicznej, energia oddziaływań dipol-dipol i czynniki demagnetyzacji), histereza cząstki ferromagnetycznej w ramach modelu Stoner-Wohlfarth, domeny ferromagnetyczne.	2
Wy8	<u>Makroskopowe struktury topologiczne</u> : struktura i wymuszona polem magnetycznym dynamika ferromagnetycznych ścian domenowych w jednym wymiarze, poprzeczna anizotropia magnetyczna w warstwach magnetycznych, bańki i skyrmiony ferromagnetyczne, wiry w kropkach miękkomagnetycznych, wiry modelu XY w dwóch wymiarach i przejście fazowe Berezinskii-Kosterlitz-Thouless, wewnątrzkrystaliczne i powierzchniowe oddziaływania Dzyaloshinskii-Moriya i struktury chiralne (np. sieci skyrmionowe w MnSi, MnGe, FeGe, chiralne ściany domenowe)	3
Wy9	<u>Kręt transferu spinu</u> : przepływ prądu spinowego przez zawór spinowy (pięć-warstwę) i kręt Slonczewskiego, kręt transferu spinu w ścianie domenowej i wymuszony prądem ruch ściany domenowej, wymuszony prądem ruch wiru magnetycznego, spintroniczne nanooscyłatory i nanooscyłatory na wirach magnetycznych (geometrie zaworu spinowego, magnetycznego złącza tunelowego, kontaktu punktowego) dla generacji mikrofal, spintroniczne nanooscyłatory z warstwą antyferromagnetyczną dla generacji fal THz.	2
Wy10	<u>Podstawy magnetycznego zapisu informacji</u> : początki zapisu magnetycznego, zapis podłużny i poprzeczny, magnetyki permanentne i efekt sprężyny wymiennej w magnetykach i strukturach	1

	magnetycznych, rozwój głowic odczytujących, nowe koncepcje zapisu: dachówkowa struktura domen, zapisywanie wspomagane energetycznie, „wzorzyste” struktury bitów, magnetyczne pamięci RAM: STT-MRAM, pamięć typu ścieżki ścian domenowych, ścieżka ścian domenowych z efektem spin-Hall, pamięć typu ścieżki skyrmionów.	
Wy11	<u>Magnetosensoryka</u> : anizotropowa magnetorezystancja (AMR) i sensor typu „barber pole”, sprzężenie RKKY warstwowych makrospinów i gigantyczna magnetorezystancja (GMR), tunelowa magnetorezystancja (TMR) – model Juliere, rola półmetali, sensory oparte na ruchu ściany domenowej, magnetostrykcja i sensory magnetostrykcyjne: materiały wyskomagnetostrykcyjne (np. Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> , Fe-Al) oraz z gigantyczną magnetostrykcją (np. Fe <sub>2</sub> RE, Fe-Ga, Fe <sub>3</sub> Pt), multiferroiki (BiFeO <sub>3</sub> ) i materiały magnetoelektryczne (np. REMnO <sub>3</sub> ), multiferroiczne kompozyty i laminaty.	3
Wy12	<u>Spin-orbitronika</u> : efekt spin-Hall, magnetorezystancja struktur z efektem spin-Hall, kręty spinowo-orbitalne (kręt spin-Hall, kręt Rashby) w ścianach domenowych i skyrmionach.	2
Wy13	<u>Test zaliczeniowy</u>	2
Suma godzin		<b>30</b>

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Przybliżenie Heitlera-Londona: stany własne i spektrum dwuspinowego hamiltonianu wymiennego	1
Se2	Reprezentacje wielocząstkowe operatora spinu: Holsteina-Primakoffa, Dysona-Maleeva, Schwingera-Wignera	1
Se3	Przybliżenie Hartree-Focka dla niedoskonałego gazu Fermiego (gazu z oddziaływaniami kontaktowymi)	1
Se4	Podatność dynamiczna paramagnetyka Pauliego.	1
Se5	Fale gęstości spinowej – metoda średniego pola	1
Se6	Fale spinowe w ferromagnetyku – opis klasyczny.	1
Se7	Fale spinowe w antyferromagnetyku – opis klasyczny.	1
Se8	Rezonans ferromagnetyczny w warstwie – mody Kittela, tłumienie Gilberta.	1
Se9	Rezonans ferromagnetyczny a podatność dynamiczna	1
Se10	Histeresa dynamiczna – straty mocy na histerezie	1
Se11	Prąd indukcyjny przy ruchu ściany domenowej – straty mocy na prądach kołowych	1
Se12	Formalizm Thiele – zastosowanie do ruchu ściany domenowej.	1
Se13	Formalizm Thiele – zastosowanie do ruchu wiru magnetycznego	1
Se14	Równanie dyfuzji magnetycznej, efekt naskórkowy i gigantyczna magnetoimpedancja (GMI)	1
Se15	Pompowanie spinu w dwuwarstwie N-F	1
Suma godzin		<b>15</b>

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład z użyciem prezentacji komputerowej i tablicy
N3	Dyskusje seminaryjne
N4	Konsultacje

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01	Prezentacja seminaryjna
P1	PEU_W01-W03, PEU_K01	Test końcowy
P		= 0.5 F1 + 0.5 P1

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	W. Nolting, A. Ramakanth, „Quantum theory of magnetism”, Springer 2009
2	A. P. Guimeares, „Principles of Nanomagnetism”, Springer 2009
Literatura uzupełniająca	

1	J. Solyom, „Fundamentals of the Physics of Solids. Volume 1 – Structure and Dynamics”, Springer 2007
2	K. Huang, “Mechanika statystyczna”, PWN 1987
3	A. Hirohata, et al., „Review on spintronics: Principles and device applications”, Journal of Magnetism and Magnetic Materials 509 (2020) 166711

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	dr hab. inż. Andrzej Janutka
E-mail:	andrzej.janutka@pwr.edu.pl



**Fizykochemia nowoczesnych materiałów (GK)**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Fizykochemia nowoczesnych materiałów (GK)
Nazwa w języku angielskim	Physicochemistry of modern materials
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50	50			
Forma zaliczenia	Zaliczenie				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.88				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Podstawy chemii z zakresu szkoły średniej.
2.	Podstawy fizyki z zakresu szkoły średniej.
3.	Podstawy biologii z zakresu szkoły średniej.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Przedstawienie potrzeb projektowania i wytwarzania nowych materiałów.
C2	Zapewnienie studentom ogólnej wiedzy na temat nowoczesnych materiałów.
C3	Zapoznanie studenta z głównymi trendami w tworzeniu materiałów inspirowanych biologicznie.
C4	Rozbudzenie zainteresowania studentów nowoczesnymi badaniami i rozwojem materiałów.
C5	Zapewnienie studentowi umiejętności przedstawienia swojej wiedzy i opinii na temat nowych materiałów.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	student zna zasady fotochemii, fotobiologii i fotofizyki.
PEU_W02	student zna nowoczesne technologie materiałowe.
PEU_W03	student zna i rozumie zasady interakcji światło-materia.
PEU_W04	Student zna i rozumie kinetykę reakcji chemicznych.
PEU_W05	Student zna i rozumie elektrochemię.
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	student potrafi zastosować zasady interakcji światło-materia

PEU_U02	Student potrafi wykorzystać wiedzę nt. elektrochemii w projektowaniu akumulatorów
PEU_U03	Student potrafi zastosować wiedzę nt. materiałów pochodzenia biologicznego do projektowania nowych materiałów
PEU_U04	Student potrafi
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	student potrafi pracować w grupie, pełniąc różne role, w tym lidera grupy
PEU_K02	student rozumie potrzebę informowania społeczeństwa o potrzebie osiągnięcia celów zrównoważonego rozwoju w technologiach produkcji chemikaliów, paliw, energii i ochrony środowiska.
PEU_K03	student ma świadomość społecznej roli inżyniera
PEU_K04	student jest gotowy krytycznie ocenić swoją wiedzę i otrzymane treści

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do kursu, podstawy fotochemii i fotofizyki	1
Wy2	Oddziaływanie światła z materią	2
Wy3	Podstawy współczesnej kinetyki chemicznej i projektowania cząsteczek	2
Wy4	Podstawy elektrochemii i magazynowania energii	2
Wy5	Podstawy nowoczesnej fotofarmakologii	2
Wy6	Bioobrazowanie	2
Wy7	Współczesne wykorzystanie technik spektroskopowych	2
Wy8	Ciekłe kryształy i ich zastosowanie	2
Suma godzin		15

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Cw1	Podstawy fotochemii	2
Cw2	Prawo Lamberta-Beera i pochodne	2
Cw3	Kinetyka chemiczna	2
Cw4	Kinetyka złożonych reakcji chemicznych	2
Cw5	Elektrochemia	2
Cw6	Sposoby magazynowania energii	2
Cw7	Ciepło spalania	2
Cw8	Produkcja reaktywnych form tlenu	2
Cw9	Podstawy spektroskopii	2
Cw10	Spektroskopia UV-Vis	2
Cw11	Spektroskopia IR	2
Cw12	Spektroskopia NMR	2
Cw13	Termotropowe ciekłe kryształy	2
Cw14	Liotropowe ciekłe kryształy	2
Cw15	Kolokwium	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Prezentacja multimedialna.
N2	Rozwiązywanie zadań w grupie.

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 – W05	Wykład
F2	PEU_U01 – U04	Udział w ćwiczeniach
F3	PEU_W01 – W05	Prezentacja w trakcie ćwiczeń

	PEU_U01 – U04	
F4	PEU_W01 – W05 PEU_U01 – U04 PEU_K01 – K04	Kolokwium
P		Na podstawie F1 – F4

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

Literatura podstawowa	
1	P. Atkins Chemia fizyczna , Wydawnictwo Naukowe PWN, 2001
2	K.Pigoń, K.Ruziewicz Chemia fizyczna, Wydawnictwo Naukowe PWN 2005
3	P. Suppan, Chemia i światło, PWN, W-wa 1997
Literatura uzupełniająca	
1	Paras N. Prasad, Nanophotonics, Wiley-Interscience, 2004
2	Paras N. Prasad, Introduction to Biophotonics, 2004
3	Challa Kumar, Nanomaterials for Medical Diagnosis and Therapy, Wiley, 2007
4	Yoon Yeo, Nanoparticulate drug delivery systems : strategies, technologies, and applications, Wiley, 2013

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	Dr hab. inż. Katarzyna Matczyszyn
E-mail:	Katarzyna.matczyszyn@pwr.edu.pl

**Grafika inżynierska (GK)**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Grafika inżynierska (GK)
Nazwa w języku angielskim	Engineering graphics
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50		50		
Forma zaliczenia	Zaliczenie				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	4				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.88				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Wiedza ogólnotechniczna na poziomie maturalnym.
2.	Podstawowe umiejętności rysowania i obsługi sprzętu komputerowego.
3.	Kurs jest przeznaczony dla studentów I roku.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Osiągnięcie przedmiotowych efektów uczenia się.
----	---

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	poznanie i rozumienie podstawowych pojęć z zakresu grafiki inżynierskiej, w tym norm europejskich rysunku technicznego wykonawczego i złożeniowego,
PEU_W02	poznanie zasad zapisu konstrukcji, wymiarowania i tolerowania wymiarów, oznaczania chropowatości powierzchni i rysowania połączeń,
PEU_W03	poznanie procesu tworzenia dokumentacji technicznej projektu inżynierskiego według norm europejskich dla rysunków wykonawczych i złożeniowych,
PEU_W04	poznanie narzędzia do dwuwymiarowego rysunku inżynierskiego – programu AutoCAD, będącego standardem w dziedzinie projektowania wspomaganego komputerowo (CAD),
PEU_W05	rozumienie konieczności podjęcia dalszego kształcenia w projektowaniu komputerowym i konieczności kształcenia ustawicznego.
Z zakresu umiejętności:	

PEU_U01	umiejętność wykonania rysunku technicznego w rzutach prostokątnych,
PEU_U02	umiejętność opisanego, czytania i interpretacji rysunku technicznego,
PEU_U03	umiejętność wykonania całościowej dokumentacji technicznej w formie elektronicznej,
PEU_U04	umiejętność efektywnego korzystania z narzędzia do rysunku technicznego – programu AutoCAD w zakresie projektowania dwuwymiarowego,
PEU_U05	umiejętność samodzielnego zdobywania wiedzy, jej krytycznej analizy, umiejętność skutecznego radzenia sobie z popełnionymi błędami, umiejętność budowania relacji opartych na odpowiedzialności i rzetelności w działaniu.
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	udoskonalenie kreatywnego myślenia, skupienia się na rzeczach istotnych i poszerzenie horyzontu myślowego,
PEU_K02	rozwinięcie zdolności samooceny przy testowaniu własnej pracy, udoskonalenie umiejętności samodzielnego zdobywania wiedzy,
PEU_K03	zwiększenie poczucia konieczności dokształcania się, dostrzeganie wpływu osiągnięć technologicznych na postęp techniczny, rozwój nauki i ochronę środowiska,
PEU_K04	utrwalanie odpowiedzialnego postępowania i należytej sumienności w procesie zdobywania wiedzy, a także rozwijanie umiejętności czerpania zadowolenia z wykonanych obowiązków, zadań lub przedsięwzięć,
PEU_K05	rozwinięcie zdolności samodzielnego stosowania posiadanych umiejętności, rozwinięcie skutecznej efektywności radzenia sobie z popełnionymi błędami,
PEU_K06	podniesienie konkurencyjności absolwentów Politechniki Wrocławskiej na rynku pracy.

## TRZĘCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Informacje wstępne: organizacja i program wykładu, ustalenie wymagań do zaliczenia, podanie wykazu literatury. Przykłady i rodzaje współczesnych i historycznych rysunków technicznych.	1
Wy2	Wprowadzenie do rysunku technicznego (odręczny i komputerowy). Sposoby graficznego przedstawiania przedmiotów. Rodzaje dokumentacji rysunkowej i obszary zastosowań. Normalizacja w rysunku technicznym. Wykaz norm europejskich. Wprowadzenie do AutoCAD cz.1: profil użytkownika, paski narzędzi (wstążki), obszar roboczy (interfejs). Omówienie paneli: <i>Rysuj, Zmień</i> .	2
Wy3	Znormalizowane elementy rysunku technicznego. Zasady zapisu konstrukcji i sposoby odwzorowywania. Rzutowanie prostokątne: metody rzutowania, zasady tworzenia rzutni, przykłady. Organizacja treści rysunku (rzuty, widoki, przekroje, kłady, ...). Wprowadzenie do AutoCAD cz. 2: narzędzia rysowania precyzyjnego, układy współrzędnych (kartezjański, biegunowy), siatka i skok, lokalizacja względem obiektu, lokalizacja współrzędnych (śledzenie kartezjańskie i biegunowe).	2
Wy4	Wymiarowanie rysunku technicznego: elementy zapisu układu wymiarów, sposoby wymiarowania i rozmieszczania wymiarów. Reguły i zasady poprawnego wymiarowania, przykłady. Wprowadzenie do AutoCAD cz. 3: menedżer warstw jako narzędzie podziału treści, przestrzeń modelu i obszar papieru (układ), projekt i przygotowanie wydruku, tworzenie i korzystanie ze stylów wymiarowania. Omówienie paneli: <i>Warstwy, Opis</i> .	2
Wy5	Widoki, przekroje i kłady: zasady rysowania i oznaczania, rodzaje (proste, złożone, cząstkowe, przesunięte, ...). Widoki i przekroje przedmiotów symetrycznych, długich, o powtarzających się elementach, przykłady. Wprowadzenie do AutoCAD cz. 4: kreskowanie przekrojów, wzory i typy kreskowania, definiowanie nowych wzorów kreskowania. Omówienie narzędzia: <i>Kreskowanie</i> .	2
Wy6	Tolerowanie wymiarów (liniowych, kątowych), wymiar nominalny i odchyłka. Omówienie koncepcji i oznaczanie pasowania (luźne, ciasne, mieszane). Tolerowanie kształtu i położenia. Oznaczanie i symbole chropowatości powierzchni. Wprowadzenie do AutoCAD cz. 5: dodawanie tolerancji i pasowań do wymiaru nominalnego, tworzenie i umieszczanie symboli chropowatości. Omówienie paneli: <i>Właściwości, Blok</i> .	2
Wy7	Połączenia rozłączne i trwałe: zasady, symbole i uproszczenia rysowania połączeń. Sposoby rysowania i oznaczania gwintów. Rysunek wykonawczy, a złożeniowy: zasady tworzenia i opisu rysunku złożeniowego, przykłady.	2
Wy8	Rzutowanie aksonometryczne: rodzaje aksonometrii, zasady odwzorowywania i zastosowanie. Zaawansowane projektowanie inżynierskie – modelowanie trójwymiarowe. Konieczność	2

	samokształcenia i rozwijania umiejętności. Końcowy semestralny sprawdzian (test) wiedzy (ok. 45 min).	
Suma godzin		15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Praktyczne wprowadzenie do AutoCAD cz.1: profil użytkownika, menu główne i podręczne, podstawowe palety narzędziowe, przestrzeń modelu, stosowane układy współrzędnych, rysowanie precyzyjne.	2
La2	Praktyczne wprowadzenie do rysunku technicznego: szkicowanie techniczne, rzutowanie prostokątne, rodzaje i zastosowania linii, kompozycja rysunku. Przykłady rysunków, wspólne rysowanie i omówienie.	2
La3	Praktyczne wprowadzenie do AutoCAD cz.2: warstwy, narzędzia do rysowania precyzyjnego i lokalizacji obiektów, granice rysunku, podstawy wymiarowania i opisu rysunku. Projekt i wykonanie formatki arkusza z tabliczką rysunkową – szablon projektu.	2
La4	Zadanie do samodzielnego wykonania, bazujące na umiejętnościach z poprzednich laboratoriów. Model prosty z krawędziami i otworami.	2
La5	Rysowanie w AutoCAD krawędzi zaokrąglonych. Definiowanie linii nieciągłych do oznaczenia krawędzi niewidocznych, linii środkowych i osi symetrii otworów. Tworzenie i edycja warstw rysunkowych. Przykłady rysunków, wspólne rysowanie i omówienie.	2
La6	Zadanie do samodzielnego wykonania, bazujące na umiejętnościach z poprzednich laboratoriów. Model z łukami i otworami.	2
La7	Rysowanie i kreskowanie przekrojów i kładów w rysunku technicznym. Wybór miejsca i rodzaju przekroju, oznaczenie krojenia. Wspólne rysowanie przykładów i ich omówienie.	2
La8	Zadanie do samodzielnego wykonania, bazujące na umiejętnościach z poprzednich laboratoriów. Model typu korpus z przekrojem prostym.	2
La9	Wymiarowanie w rysunku wykonawczym wg norm europejskich. Style wymiarowania. Wprowadzanie odchyłek. Wspólne rysowanie przykładów z wymiarowaniem i ich omówienie.	2
La10	Zadanie do samodzielnego wykonania, bazujące na umiejętnościach z poprzednich laboratoriów. Modele typu tuleja, wał z przekrojem złożonym i/lub kładami.	2
La11	Oznaczanie pasowania i chropowatości powierzchni w rysunku technicznym. Zasady pasowania części według stałego otworu lub wałka. Tworzenie symboli chropowatości w AutoCAD. Wspólne rysowanie przykładów i ich omówienie.	2
La12	Rysunek złożeniowy i rysunki wykonawcze prostego urządzenia. Zasady oznaczania, numerowania i kreskowania części składowych w złożeniu. Zasady tworzenia dokumentacji technicznej urządzenia. Wspólne rysowanie przykładów i ich omówienie.	2
La13	Zadanie do samodzielnego wykonania, bazujące na umiejętnościach z poprzedniego laboratorium. Model typu prosty mechanizm, zespół elementów urządzenia, itp.	2
La14	Warsztaty poprawkowe i odróbkowe. Wykonanie zaległych lub niezaliczonych projektów.	2
La15	Podsumowanie zajęć. Wystawianie ocen.	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład tradycyjny z multimedialnymi prezentacjami i filmami.
N2	Pokazy programu AutoCAD na wykładzie.
N3	Tworzenie projektów w programie AutoCAD na laboratorium.
N4	E-materiały dydaktyczne zgodne z tematyką kursu umieszczone w Internecie.
N5	Wspólne wykonywanie poszczególnych elementów/etapów rysunku technicznego na laboratorium uczącym.
N6	Zadania projektowe do samodzielnego wykonania na laboratorium, po zajęciach uczących.
N7	Konsultacje stacjonarne i online, chat, kontakt tradycyjną pocztą elektroniczną.
N8	Praca własna studenta.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru),	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
--	--------------------------	---

P – podsumowująca (na koniec semestru)		
F1	PEU_W01 – PEU_W05	Wynik sprawdzianu.
F2	PEU_U01 – PEU_U05, PEU_K01 – PEU_K06	Ocena wykonanych zadań laboratoryjnych.
P	PEU_W01 – PEU_W05 PEU_U01 – PEU_U05, PEU_K01 – PEU_K06	Średnia wszystkich uzyskanych ocen.

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	T. Dobrzański „Rysunek techniczny maszynowy”, wydanie 27, WNT Warszawa 2021.
2	J. Burcan „Podstawy rysunku technicznego”, WNT Warszawa 2016.
3	I. Rydzanicz, „Zapis konstrukcji: podstawy”, Oficyna Wyd. PWr Wrocław 2000.
4	A. Pikoń „AutoCAD 2021 PL: pierwsze kroki”, Helion 2020.
Literatura uzupełniająca	
1	I. Rydzanicz, „Rysunek techniczny jako zapis konstrukcji: zadania”, WNT, Warszawa 1999.
2	Dokumentacja techniczna zainstalowanego oprogramowania
3	Materiały i kursy na temat AutoCAD-a w Internecie.

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Dr hab. inż. Łukasz Gelczuk, profesor uczelni
E-mail:	lukasz.gelczuk@pwr.wroc.edu.pl

**Krystalografia i rentgenografia (GK)**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Krystalografia i rentgenografia (GK)
Nazwa w języku angielskim	Crystallography and roentgenography
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	25		50		
Forma zaliczenia	Zaliczenie				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.88				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Podstawowa wiedza w zakresie chemii ogólnej.
2.	Podstawowa wiedza w zakresie fizyki ogólnej.
3.	Podstawowa wiedza w zakresie matematyki.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Poznanie budowy i symetrii materiałów krystalicznych.
C2	Poznanie zjawisk zachodzących w materiałach krystalicznych oraz teorii je opisujących.
C3	Poznanie metod badania materiałów monokrystalicznych, polikrystalicznych i nanokrystalicznych.
C4	Poznanie możliwości wykorzystania metod badania materiałów krystalicznych w przemyśle i nauce.
C5	Umiejętność korzystania z krystalograficznych programów komputerowych, <i>International Tables for Crystallography</i> oraz <i>Cambridge Structural Database</i> .
C6	Umiejętność studiowania literatury naukowej dotyczącej struktur krystalicznych.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	wiedza w zakresie budowy i symetrii materiałów krystalicznych
PEU_W02	znajomość zasad tworzenia międzynarodowych symboli klas krystalograficznych i grup przestrzennych, rozumienie reprezentacji graficznej klas i grup



PEU_W03	znajomość teorii opisujących zjawisko dyfrakcji w materiałach krystalicznych, znajomość zasad konstrukcji sieci odwrotnej i jej znaczenia w interpretacji dyfrakcji, znajomość relacji między obrazem dyfrakcyjnym a siecią krystaliczną
PEU_W04	wiedza w zakresie badań strukturalnych monokryształów: rozumienie problemu fazowego, znajomość sposobów jego rozwiązania za pomocą metod bezpośrednich i metody ciężkiego atomu
PEU_W05	wiedza na temat budowy i badań substancji polikrystalicznych, nanokrystalicznych i kwazikrystalicznych oraz na temat badań synchrotronowych i neutronograficznych
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	umiejętność określenia klasy krystalograficznej na podstawie modelu kryształu, umiejętność korzystania z <i>International Tables for Crystallography</i> w zakresie reprezentacji graficznej grup przestrzennych
PEU_U02	umiejętność wyszukania informacji w <i>Cambridge Structural Database</i>
PEU_U03	umiejętność określenia układu krystalograficznego, grupy dyfrakcyjnej oraz centrosymetryczności kryształu
PEU_U04	umiejętność rozwiązania i udokładnienia struktury krystalicznej za pomocą programów komputerowych <i>SHELXS</i> i <i>SHELXL</i> , umiejętność oceny jakości wyznaczonej struktury oraz danych krystalograficznych znajdujących się w artykułach naukowych
PEU_U05	umiejętność interpretacji dyfraktogramu proszkowego
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	biegłość w dyskusji na temat krystalograficznych badań strukturalnych

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1 - Wy3	Współczesna definicja kryształu i krystalografii. Projekcja stereograficzna i cyklograficzna. Elementy i operacje symetrii w budowie zewnętrznej kryształów. Układy krystalograficzne. Klasy krystalograficzne - symbole międzynarodowe.	3
Wy4 - Wy7	Sieć przestrzenna. Sieci Bravais. Proste i płaszczyzny sieciowe. Osie śrubowe. Płaszczyzny poślizgu. Grupy przestrzenne - symbole międzynarodowe. Relacje między budową sieci krystalicznej a budową zewnętrzną kryształów. Budowa kryształu rzeczywistego.	4
Wy8 - Wy11	Sieć odwrotna i konstrukcja Ewalda. Metoda badania struktury wewnętrznej monokryształów - rentgenowska analiza strukturalna. Czynniki wpływające na natężenie refleksu. Czynniki struktury. Problem fazowy i jego rozwiązanie. Metody bezpośrednie. Metoda ciężkiego atomu.	4
Wy12 - Wy14	Relacje między siecią kryształu a obrazem dyfrakcyjnym. Materiały polikrystaliczne i nanokrystaliczne - metody i zastosowanie badań dyfrakcyjnych. Krystalograficzne badania synchrotronowe. Neutronografia. Elektronografia.	3
Wy15	Materiały kwazikrystaliczne - budowa zewnętrzna i wewnętrzna, badania dyfrakcyjne, właściwości, zastosowanie.	1
Suma godzin		15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Laboratorium wstępne.	2
La2,La3	Analiza symetrii zewnętrznej modeli kryształów - układy krystalograficzne, klasy krystalograficzne, reprezentacja graficzna.	4
La4	Baza danych strukturalnych <i>Cambridge Structural Database</i> .	2
La5, La6	Analiza symetrii wewnętrznej kryształów - grupy przestrzenne, reprezentacja graficzna, <i>International Tables for Crystallography</i> .	4
La7	Wizualizacja symetrii wewnętrznej kryształów.	2
La8	Wyznaczenie wartości periodów identyczności.	2
La9 - La11	Określenie układu krystalograficznego, centrosymetryczności i grupy dyfrakcyjnej kryształu na podstawie pomiaru dyfraktometrycznego. Rozwiązanie struktury krystalicznej.	6
La12,La13	Udokładnienie struktury krystalicznej.	4

La14	Zestawienie wyników udokładnienia według wymagań czasopism krystalograficznych. Analiza dyfraktogramów proszkowych.	2
La15	Zajęcia uzupełniające.	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład z prezentacją multimedialną.
N2	Wykład z wykorzystaniem tablicy.
N3	Praca z modelami, praca z <i>International Tables for Crystallography</i> .
N4	Wykonanie eksperymentu komputerowego.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 (laboratorium)	PEK_U01 - PEK_U04	Średnia ocen z 5 kartkówek sprawdzających przygotowanie do zajęć i oceny ze sprawozdania na temat procesu wyznaczania struktury oraz zaliczenie pozostałych sprawozdań.
F2 (wykład)	PEK_W01 - PEK_W05	Ocena z pisemnej pracy domowej.
P		Pozytywna ocena z laboratorium F1 i pozytywna ocena z wykładu F2. $P = (2/3) F1 + (1/3) F2$

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Z. Bojarski, M. Gigla, K. Stróż, M. Surowiec, <i>Krystalografia</i> , PWN, Warszawa, 1996 - 2019.
2	Z. Kosturkiewicz, <i>Metody krystalografii</i> , UAM, 2000 - 2013.
3	P. Luger, <i>Rentgenografia strukturalna monokryształów</i> , PWN, Warszawa, 1989.
4	Z. Trzaska-Durski, H. Trzaska-Durska, <i>Podstawy krystalografii</i> , PWN, Warszawa, 2003.
5	<i>International Tables for Crystallography</i> , Volume A, Kluwer Academic Publishers, 1996 - 2020.
Literatura uzupełniająca	
1	C. Giacovazzo, H. L. Monaco, G. Artioli, D. Viterbo, G. Ferraris, G. Gilli, G. Zanotti, M. Catti, <i>Fundamentals of crystallography</i> , C. Giacovazzo Ed., Oxford, 1992 - 2011.
2	M. van Meerssche, J. Feneau-Dupont, <i>Krystalografia i chemia strukturalna</i> , PWN, Warszawa, 1984.

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Ilona Turowska-Tyrk, prof. dr hab.
E-mail:	ilona.turowska-tyrk@pwr.edu.pl

**Makro i nanomateriały dielektryczne**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Makro i nanomateriały dielektryczne (GK)
Nazwa w języku angielskim	Macro and nano dielectric materials
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	100				
Forma zaliczenia	Zaliczenie				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	4				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.28				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Wymagana wiedza fizyki ogólnej w tym zagadnienia fizyki współczesnej i fizyki ciała stałego.
2.	Posiada podstawową wiedzę z zakresu fizyki dielektryków
3.	Stosuje aparat matematyczny do opisywania i wyjaśniania zjawisk i procesów fizycznych
4.	Kompetencje w zakresie docierania do uzupełniających obszarów wiedzy i umiejętności

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Nabywanie wiedzy na temat podstawowych wielkości charakteryzujących dielektryki
C2	Nabywanie wiedzy na temat metod pomiarowych własności fizycznych charakteryzujących materiały dielektryczne.
C3	Nabywanie wiedzy na temat sposobów otrzymywania i właściwości ferroicznych nanomateriałów
C4	Nabywanie wiedzy na temat otrzymywania, własności i zastosowania hybrydowych związków organiczno-nieorganicznych (HOIC)

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	ma uporządkowaną wiedzę z zakresu podstawowych własności materiałów dielektrycznych
PEU_W02	zna zasady pomiaru własności dielektrycznych
PEU_W03	ma podstawową wiedzę w zakresie opisu przejść fazowych w materiałach ferroicznych
PEU_W04	zna i potrafi opisać podstawowe parametry charakteryzujące właściwości materiałów ferroicznych
PEU_W05	zna zasady projektowania i wytwarzania ferroicznych materiałów o złożonej strukturze i mikrostrukturze
PEU_W06	ma wiedzę na temat własności i zastosowania ferroicznych nanostruktury

PEU_W07	ma szczegółową wiedzę dotyczącą zastosowania ferroelektrycznych materiałów w elektronice i optoelektronice
PEU_W08	Ma wiedzę na temat wytwarzania, metod badania i własności hybrydowych związków organiczno-nieorganicznych
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	posługuje się rozwiniętym aparatem analizy matematycznej w celu określenia podstawowych parametrów określających własności materiałów dielektrycznych
PEU_U02	potrafi omówić i opisać podstawowe własności materiałów dielektrycznych
PEU_U03	potrafi umiejętnie wykorzystać poznane metody teoretyczne do zrozumienia i prawidłowej interpretacji wyników doświadczalnych
PEU_U04	posługuje się poprawnie modelem fenomenologicznym do opisu własności makro- i nanostruktur ferroicznych
PEU_U05	potrafi pozyskiwać informacje z literatury i dokonywać ich interpretacji
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	zwiększenie otwartości na wiedzę i ciekawości świata, w tym świata zaawansowanej techniki i świata nauki
PEU_K02	potrafi dostrzec do źródeł informacji na temat fizycznych podstaw badanych zjawisk
PEU_K03	potrafi dostrzec wpływu osiągnięć nauki na postępy techniki
PEU_K04	rozwijanie zdolności samodzielnego stosowania posiadanych umiejętności

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1 – Wy2	Dielektryk w stałym i zmiennym polu elektrycznym. Zależności nieliniowe. Pole lokalne, dyspersja i absorpcja rezonansowa, makroskopowy model dyspersji Debye'a	4
Wy3	Termodynamika dielektryków, rozwinięcia liniowe i zjawiska sprzężone. Elektrostrykcja – sposoby opisu oraz związek z symetrią kryształów. Piezorezonans, moduł Younga. Metody badania własności sprężystych kryształów	2
Wy4- Wy5	Dielektryki polarne, zjawisko elektrokaloryczne, metody badania i przykłady zastosowań. Ferrocenne przejścia fazowe, anomalie własności fizycznych podczas strukturalnych nieferroelektrycznych przemian fazowych. Własności niecentrosymetryczne ferroelektryków. Izostrukturalne przejścia fazowe i zjawiska ponadkrytyczne	4
Wy6	Własności piezoelektryczne materiałów ferroelektryków	2
Wy7	Wpływ ciśnienia hydrostatycznego i naprężeń na własności fizyczne i przejścia fazowe w wybranych ferroikach. Własności optyczne ferroików, generacja drugiej harmonicznej i optyczne mieszanie częstości. Wybrane metody badania własności optycznych	2
Wy8	Przejścia szkliste. Relaksory. Ferroiczne materiały porowate. Efekt rozmiarowy. Wpływ rozmiarów dielektryków na własności fizyczne i przejścia fazowe	2
Wy9	Sposoby wytwarzania ferroicznych struktur nanometrowych. Nanokompozyty i polimery ferroiczne. 2D ferroiki i multiferroiki – własności i sposoby wytwarzania	2
Wy10	Właściwości półprzewodnikowe i fotowoltaiczne materiałów ferroelektrycznych. Zastosowania ferroelektryków i multiferroików w nauce i technice – pamięci nielotne, czujniki i przetworniki, zastosowania ferroików w optoelektronice	2
Wy11	Hybrydowe związki organiczno-nieorganiczne - ogólna klasyfikacja i własności	2
Wy12	Sposoby wytwarzania i metody badania hybrydowych związków organiczno-nieorganicznych	3
Wy13	Struktura, właściwości i zastosowanie perowskitów organiczno-nieorganicznych	2
Wy14	Organiczno-nieorganiczne hybrydowe związki o strukturze nanometrowej – wytwarzanie, własności i ich zastosowanie	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe	1
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład tradycyjny/on-line z wykorzystaniem transparencji, slajdów, demonstracji i pokazów
N2	Udostępnianie materiałów dydaktycznych, w tym wykładów w formie elektronicznej
N3	Praca własna – samodzielne studia dotyczące materiału przedstawionego na wykładzie
N4	Konsultacje

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01-W05 PEU_U01-U05	Eseje, udział w dyskusjach
F2	PEU_W06-W08 PEU_U01-U05	Eseje, udział w dyskusjach
P1	PEU_W01-W08 PEU_U01-U05 PEU_K01-K04	Praca pisemna-kolokwium

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

Literatura podstawowa	
1	Fizyka dielektryków, A. Chełkowski, PWN, Warszawa 1972
2	Zagadnienia fizyki dielektryków; praca zbiorowa pod red. T. Krajewskiego, W.K.Ł. (1972).
3	Wstęp do fizyki laserów, F. Kaczmarek, PWN, Warszawa 1978
4	Ferroelectric materials and their applications, Y.Xu, North-Holland 1991
5	Principles and application of ferroelectrics and related materials, M.E. Lines and A.M. Glass, Clarendon Press, Oxford 1977
6	Ferroelectric Phenomena in Crystals, B.A. Strukov and A. P. Levanyuk, Springer, Berlin, Heidelberg 1998
7	Wstęp do fizyki przejść fazowych, J Klamut, K. Durczewski, J. Szajd, Osolineum 1979
8	Physical Properties of Crystals- their representation by tensors and matrices, J.F. Nye, Oxford 1985
9	Inżynieria materiałów porowatych, S.J. Kowalski, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 2004
Literatura uzupełniająca	
1	Ciżman, R. Poprawski, A. Sieradzki, Dielectric Physics, Introduction to Selected Problems of Dielectric Physics, PrintPAP Łódź, 2011
2	Przemiany fazowe, redakcja: A.Graja i A.R. Ferchmin, Małe monografie Instytutu Fizyki molekularnej Tom 2. Ośrodek Wydawnictw Naukowych Poznań 2003
3	Elektrety i piezopolimery, B. Hilczer, J. Małecki, PWN, Warszawa 1992
4	Dielektryki -wykład monograficzny, T. Hilczer, Poznań, 2010
5	Dielectric relaxation in solids, A. K. Jonscher, Chelsea Dielectric Press Ltd, 1983
6	Chemia nieorganiczna, W. Trzebiatowski, PWN, Warszawa 1965

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	Agnieszka Ciżman
E-mail:	agnieszka.cizman@pwr.edu.pl

**Matematyczne metody fizyki (GK)**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Matematyczne metody fizyki (GK)
Nazwa w języku angielskim	Mathematical methods of physics
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50	50			
Forma zaliczenia	Zaliczenie				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	4				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2.48				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Wiedza i umiejętności z zakresu Fizyki Ogólnej 1 i 2.
2.	Wiedza z zakresu Analizy Matematycznej 1 i 2 oraz Algebry Liniowej 1 i 2.
3.	Umiejętność posługiwania się aparatem analizy matematycznej i algebry liniowej.
4.	Kompetencje w samodzielnym uzupełnianiu wiedzy i umiejętności: systematyczna i aktywna lektura podręczników oraz korzystanie z wartościowych platform internetowych z dziedziny metod matematycznych w inżynierii.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Zdobycie podstawowej wiedzy teoretycznej i praktycznej w zakresie podstawowych metod matematycznych przydatnych do rozwiązywania problemów fizycznych.
C2	Zdobycie umiejętności ilościowej analizy znanych zagadnień fizycznych i technicznych stosując matematyczne metody fizyki.
C3	Poszerzenie wiedzy z fizyki ogólnej.
C4	Nabycie umiejętności jasnego przedstawienia rozwiązania matematycznego problemu fizycznego.
C5	Nabycie umiejętności pracy samodzielnej i współpracy w niewielkiej grupie.
C6	Nabycie umiejętności samodzielnego pozyskiwania literatury i korzystania z niej.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:
-------------------

PEU_W01	Znajomość podstawowych metod rozwiązywania i pogładowej analizy zagadnień matematycznych występujących w fizyce
PEU_W02	Znajomość bardziej zaawansowanego aparatu matematycznego wykorzystywanego w problemach fizyki technicznej i optyki (równania różniczkowe zwyczajne i cząstkowe, podstawowe funkcje specjalne, transformata Fouriera i Laplace'a, wybrane zagadnienia i zastosowania teorii funkcji analitycznych)
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Umiejętność samodzielnego i efektywnego stosowania metod matematycznych w rozwiązywaniu problemów fizycznych i technicznych
PEU_U02	Umiejętność wykorzystywania modeli matematycznych do analizy własności fizycznych układów
PEU_U03	Umiejętność zdobywania wiedzy oraz jej krytycznej analizy
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	niezależne i twórcze myślenie
PEU_K02	współpraca w zespole
PEU_K03	wyszukiwanie informacji oraz jej krytyczna analiza
PEU_K04	rozumienie ciągłej potrzeby samokształcenia
PEU_K05	realne przekonania o własnych umiejętnościach i możliwościach, a także o znaczeniu racjonalnego myślenia

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	<b>Preliminaria</b> Pochodne cząstkowe (różniczka zupełna, użyteczne twierdzenia o różniczkowaniu cząstkowym, reguła łańcuchowa, zmiana układu współrzędnych, relacje termodynamiczne, różniczkowanie całek). Całki wielokrotne, analiza wektorowa (całka liniowa, powierzchniowa i objętościowa, twierdzenia całkowe dla elektromagnetyzmu) Szeregi potęgowe	2
Wy2-5	Równania różniczkowe zwyczajne (RRZ I-go rzędu, RRZ II-go rzędu o stałych współczynnikach) Równania różniczkowe cząstkowe (ważne równania cząstkowe fizyki – równanie falowe, równanie dyfuzji, równanie Laplace'a i Poissona, równanie Schrodingera; postać ogólna rozwiązania, rozwiązanie ogólne i szczególne – równania 1-go rzędu i 2-go rzędu)	4 4
Wy6-7	<b>Funkcje specjalne</b> (funkcje Legendre'a, Bessel'a, Gamma)	4
Wy8	<b>Funkcje nieciągłe i/lub nieróżniczkowalne w fizyce</b> (funkcja schodkowa, funkcja signum, dystrybucja delta Diraca, własności delty Diraca, różniczkowanie dystrybucji, sploty)	2
Wy9-11	<b>Szereg Fouriera</b> <b>Transformata Fouriera</b> (definicja, transformata odwrotna, transformata pochodnej, sploty, iloczynu itp., transformacja dwuwymiarowa – Fouriera Bessela, przykłady transformacji trójwymiarowej)	2 4
Wy12	<b>Transformata Laplace'a</b> (definicja, własności, transformata odwrotna, transformata n-tej pochodnej oryginału, wykorzystanie transformaty do rozwiązywania równań różniczkowych i liczenia wybranych całek niewłaściwych)	2
Wy13-15	<b>Wybrane zagadnienia i zastosowania teorii funkcji analitycznych</b> (przypomnienie aparatu liczb zespolonych, funkcje analityczne - warunki Cauchy'ego-Riemanna, całkowanie zespolone - twierdzenie Cauchy'ego-Goursata, transformaty Hilberta i wartość główna Cauchy'ego, teoria residuów; przykłady zastosowań w elektrostatyce i hydrodynamicie)	6
Suma godzin		30

Forma zajęć – ćwiczenia		Liczba godzin
Cw1	<b>Preliminaria</b> Pochodne cząstkowe (różniczka zupełna, użyteczne twierdzenia o różniczkowaniu cząstkowym, reguła łańcuchowa, zmiana układu współrzędnych, relacje termodynamiczne, różniczkowanie całek) Całki wielokrotne, analiza wektorowa (całka liniowa, powierzchniowa i objętościowa, twierdzenia całkowe dla elektromagnetyzmu) Szeregi potęgowe	2
Cw2-5	Równania różniczkowe zwyczajne (RRZ 1-szego rzędu, RRZ 2-go rzędu o stałych współczynnikach)	4

	Równania różniczkowe cząstkowe (ważne równania cząstkowe fizyki – równanie falowe, równanie dyfuzji, równanie Laplace'a i Poissona, równanie Schrodingera; postać ogólna rozwiązania, rozwiązanie ogólne i szczególne – równania 1-go rzędu i 2-go rzędu)	4
Cw6-7	<b>Funkcje specjalne</b> (funkcje Legendre'a, Bessel'a, Gamma)	4
Cw8	<b>Funkcje nieciągłe i/lub nieróżniczkowalne w fizyce</b> (funkcja schodkowa, funkcja signum, dystrybucja delta-Diraca, własności delty Diraca, różniczkowanie dystrybucji, sploty)	2
Cw9-11	<b>Szeregi Fouriera</b> <b>Transformata Fouriera</b> (definicja, transformata odwrotna, transformata pochodnej, sploty, iloczynu itp., transformacja dwuwymiarowa – Fouriera Bessela, przykłady transformacji trójwymiarowej)	2 4
Cw12	<b>Transformata Laplace'a</b> (definicja, własności, transformata odwrotna, transformata n-tej pochodnej oryginału, wykorzystanie transformaty do rozwiązywania równań różniczkowych i liczenia wybranych całek niewłaściwych)	2
Cw13-15	<b>Wybrane zagadnienia i zastosowania teorii funkcji analitycznych</b> (przypomnienie aparatu liczb zespolonych, funkcje analityczne - warunki Cauchy'ego-Riemanna, całkowanie zespolone - twierdzenie Cauchy'ego-Goursata, transformaty Hilberta i wartość główna Cauchy'ego, teoria residuów; przykłady zastosowań w elektrostatyce i hydrodynamice)	6
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład tradycyjny wsparty materiałami na ePortalu (filmy i programy z sieci)
N2	Rozwiązywanie w trakcie wykładu (ćwiczeń rachunkowych) przykładowych problemów i ich dyskusja ze słuchaczami
N3	Zadania domowe
N4	Konsultacje indywidualne lub w grupie z wykładowcą
N5	Praca własna – samodzielne studia literaturowe, przygotowanie do zaliczenia

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 (wykład)	PEU_K01 PEU_K02 PEU_K03 PEU_K04 PEU_K05	Diskusje i pytania podczas wykładów
	PEU_W01 PEU_W02	Zadania domowe <b>Kolokwium zaliczeniowe</b>
F2 (ćwiczenia)	PEU_U01 PEU_U02	<b>Kolokwium pisemne zaliczeniowe z ćwiczeń</b>
<b>P = 0.5 * F1 + 0.5 * F2</b>		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Tai L. Chow, <i>Mathematical Methods for Physicists: A concise introduction</i> , Cambridge Univ. Press, 2000.
2	K. F. Riley, M. P. Hobson, S. J. Bence, <i>Mathematical Methods for Physics and Engineering</i> , 3rd Ed. Cambridge Univ. Press, 2006.
3	F. W. Byron, R. W. Fuller, <i>Matematyka w fizyce klasycznej i kwantowej</i> , tom 1., PWN, Warszawa 1975.
4	A. Zagórski, <i>Metody matematyczne fizyki</i> , Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2014
5	A.W. Bicadze, <i>Równania fizyki matematycznej</i> , PWN, Warszawa 1984
6	A. Lenda, <i>Wybrane rozdziały matematycznych metod fizyki</i> , UWNT AGH, Kraków 2004
Literatura uzupełniająca	
1	G. Arfken, H. Weber, F. Harris, <i>Mathematical Methods for Physicists. A comprehensive guide</i> , 7th Ed. Elsevier 2013.
2	W. E. Boyce, R. C. DiPrime, <i>Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems</i> , Wiley, 2009.



3	W. Adkins, M. Davidson, Ordinary Differential Equations, Springer 2012.
4	S. Bayin, Mathematical Methods in Science And Engineering, John Wiley and Sons Inc, 2006.
5	B. Jeffreys, H. Jeoffreys, Methods of Mathematical Physics, Cambridge University Press, 2000.
6	J. R. Taylor, Mechanika klasyczna TOM 1 i 2, PWN, Warszawa 2006.
7	L. D. Landau, J. M. Lifszyc, Mechanika, PWN, Warszawa 2006.

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	Dr inż. Maciej Mulak
E-mail:	Maciej.Mulak@pwr.edu.pl

**Materiały dla niekonwencjonalnych źródeł energii (GK)**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Materiały dla niekonwencjonalnych źródeł energii (GK)
Nazwa w języku angielskim	Materials for unconventional energy sources
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50		50		
Forma zaliczenia	Zaliczenie				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	4				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.88				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Wiedza z zakresu fizyki ogólnej
2.	Kompetencje w zakresie docierania do uzupełniających obszarów wiedzy i umiejętności
3.	Kompetencje organizacyjne związane z przekazem informacji

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Nabywanie wiedzy z zakresu możliwych sposobów pozyskiwania energii ze źródeł niekonwencjonalnych
C2	Nabywanie wiedzy z zakresu podstawowych własności termodynamicznych układów klasycznych
C3	Nabywanie wiedzy z zakresu energii jądrowej
C4	Nabywanie wiedzy z zakresu podstawowych własności fizycznych płynów
C5	Nabywanie wiedzy z zakresu nowych materiałów typu perowskitu organiczno-nieorganicznego
C6	Opanowanie umiejętności studiowania literatury i prezentacji wiedzy w zakresie różnych możliwości pozyskiwania energii z niekonwencjonalnych źródeł

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	zna zasady termodynamiki, rozumie metody wyznaczania wielkości termodynamicznych dla układów równowagowych
PEU_W02	zna i rozumie prawa fizyki płynów, rozumie metody wyznaczania podstawowych parametrów charakteryzujących przepływ płynów
PEU_W03	zna i rozumie zasady funkcjonowania różnych rodzajów niekonwencjonalnych źródeł energii

PEU_W04	zna i rozumie zasady działania różnych typów elektrowni wykorzystujących odnawialne źródła energii w oparciu o wykorzystywane zjawiska fizyczne.
PEU_W05	student nabywa umiejętność szacowania wydajności energetycznej poszczególnych typów elektrowni
PEU_W05	student nabywa wiedzę na temat własności nowych organiczno-nieorganicznych materiałów perowskitowych
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	posługuje się rozwiniętym prostym aparatem analizy matematycznej w celu określenia podstawowych parametrów określających zasoby energetyczne odnawialnych źródeł energii
PEU_U02	potrafi omówić podstawowe procesy przekazywania ciepła
PEU_U03	podaje budowę jądra atomowego, potrafi wykorzystać prawo rozpadu promieniotwórczego do obliczenia prostych reakcji jądrowych
PEU_U04	potrafi zastosować równanie ciągłości i prawo Bernoullego do określenia mocy elektrowni wodnej
PEU_U05	potrafi opisać mechanizm powstawania wiatru i scharakteryzować czynniki kształtujące energię wiatru, potrafi stosować efekt Magnusa do wyjaśnienia zasady działania turbin wiatrowych
PEU_U06	potrafi wyjaśnić zjawisko elektrolizy, potrafi wyjaśnić zasadę działania ogniwa paliwowego w oparciu o podstawowe prawa fizyki
PEU_U07	identyfikuje i planuje wykorzystanie lokalnych źródeł energii odnawialnej wykorzystując osiągnięcia nauki i techniki, oraz przekazać informacje i opinie na ich temat
PEU_U08	Potrafi omówić podstawowe własności organiczno-nieorganicznych perowskitów
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	zwiększenie otwartości na wiedzę i ciekawości świata, w tym świata zaawansowanej techniki i świata nauki
PEU_K02	dostrzeganie wpływu osiągnięć technologicznych na postęp techniczny, rozwój nauki i ochronę środowiska
PEU_K03	rozwinięcie umiejętności pracy w zespole i wspólnego rozwiązywania problemów
PEU_K04	rozwinięcie zdolności samodzielnego stosowania posiadanych umiejętności

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do fizyki odnawialnych źródeł energii. Odnawialne i nieodnawialne źródła energii, klasyfikacja źródeł, sposoby przetwarzania i magazynowania energii odnawialnej, bilans energii w atmosferze ziemskiej i na powierzchni, albo do Ziemi, efekt cieplarniany	2
Wy2	Energia jądrowa. Wybrane zagadnienia z fizyki jądra atomowego: budowa jądra, energia wiązania nukleonów, defekt masy, prawo rozpadów promieniotwórczych, reakcje jądrowe. Reaktory atomowe, energia geotermalna, synteza termojądrowa	2
Wy3	Podstawowe zagadnienia z termodynamiki. Procesy przekazywania ciepła. Konwekcja – równanie Newtona, konwekcja swobodna i wymuszona. Przewodność cieplna – prawo Fouriera, przewodzenie ciepła w stanie ustalonym i nieustalony, fala termiczna, głębokość wnikania fali termicznej. Promieniowanie – źródło promieniowania cieplnego, wymiana ciepła przez promieniowanie. Metody badania właściwości termicznych materiałów	2
Wy4	Energia wód. Konwersja energii mechanicznej na energię elektryczną. Prawo ciągłości, równanie Bernoullego. Energia strumienia wody. Energia przekazywana turbinie. Budowa elektrowni wodnych – zasada działania	2
Wy5	Energia wiatru. Co to jest wiatr i jak powstaje, czynniki kształtujące energię wiatru, cykl powietrzny w bilansie promieniowania słonecznego, Prawo Alberta Betz'a, zależność energii wiatru od wysokości, potencjał wiatru, budowa turbin wiatrowych – efekt Magnusa	2
Wy6	Ogniwa Paliwowe. Zjawisko elektrolizy, reakcje redoks, I prawo Faradaya, II prawo Faradaya, zasada działania ogniwa paliwowego, przemiany energii w ogniwach paliwowych, własności wodoru jako paliwa, magazynowanie i pozyskiwanie wodoru, termodynamika ogniwa paliwowego, sprawność Faradaya, zastosowanie modułów termoelektrycznych w OZE	2
Wy7	Energia geotermalna. Potencjał energetyczny, strefy energetyczne wód geotermalnych, rodzaje energii geotermalnej. Pompy ciepła, cykl Carnota. Elektrety - wytwarzanie i właściwości. Jony jako źródło energii. Akumulatory statyczne	
Wy8	Kolokwium Zaliczeniowe	1
Suma godzin		15

Forma zajęć - Laboratorium		Liczba godzin
La1	Energia wiatru. Wyznaczanie podstawowych charakterystyk elektrowni wiatrowe	5
La2	Charakterystyka elektrolizera oraz ogniwi paliwowych (I i II prawo Faradaya, wydajność energetyczna ogniwa paliwowego)	5
La3	Konwersja energii słonecznej	5
La4	Zjawiska transportu ciepła - badanie współczynnika konwekcji	5
La5	Wyznaczanie współczynnika przewodności ciepłej wybranych materiałów	5
La6	Energia wody. Wyznaczanie wyznaczenia charakterystyki sprawności turbiny wodnej, ilości wody i jej prędkości przepływu względem wysokości spadu wody oraz przekroju kanału doprowadzającego wodę	5
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykłady problemowe – metoda tradycyjna/on-line
N2	Wykład wspomagany poprzez prezentację multimedialną, pokazy
N3	Laboratorium – praca w grupach (metoda tradycyjna)
N4	Konsultacje
N5	Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratorium

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F-La	PEU_U01,-PEU_U08 PEU_W01-W08	odpowiedzi ustne, kartkówki, przygotowanie sprawozdań, umiejętność obsługi sprzętu laboratoryjnego
P-wykład	PEU_W01-PEU_W05	kolokwium, odpowiedź ustna

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	Bogdanienko J., Odnawialne źródła energii, PWN, Warszawa 1989
2	Lewandowski W.M., Proekologiczne źródła energii odnawialnej, WNT, Warszawa 2002
3	Jarzębski Z. Energia słoneczna, PWN, , Wwarszawa 1990
4	Rodowicz K., Pompy ciepła, PWN, Warszawa 1990
5	B. Hilczer, J. Małecki , Elektrety i piezopolimery, PWN, Warszawa 1992.
Literatura uzupełniająca	
1	Lubośny Z., Elektrownie wiatrowe w systemie, WNT, Warszawa 2006
2	Szargut J, Termodynamika techniczna, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2000
3	Praca zbiorowa, odnawialne i niekonwekcjoonalne źródła energii – poradnik, Wydawnictwo Tarbonus, Kraków-Tranobrzeg 2008

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Agnieszka Ciżman
E-mail:	Anieszka.cizman@pwr.edu.pl

**Metody eksperymentalne ciała stałego (GK)**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Metody eksperymentalne ciała stałego (GK)
Nazwa w języku angielskim	Solid state experimental methods
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50				50
Forma zaliczenia	Zaliczenie				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	4				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.84				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Opanowanie podstaw fizyki ciała stałego
2.	Opanowanie podstaw fizyki półprzewodników
3.	Opanowanie podstaw fizyki nanostruktur

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Dostarczenie wiedzy dotyczącej metod eksperymentalnych ciała stałego innych niż optyczne, służących do badania nowych materiałów i ich nanostruktur, umożliwiających wyznaczenie składu, struktury krystalograficznej i pasmowej, określenie typów defektów, własności powierzchniowych oraz magnetycznych.
C2	Doskonalenie umiejętności wyszukiwania artykułów naukowych
C3	Doskonalenie umiejętności przygotowywania oraz wygłaszania ustnych i pisemnych opracowań naukowych

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Posiada wiedzę dotyczącą eksperymentalnych technik wyznaczania składów
PEU_W02	Posiada wiedzę dotyczącą eksperymentalnych technik określania struktury krystalograficznej
PEU_W03	Posiada wiedzę dotyczącą eksperymentalnych technik wyznaczania struktury pasmowej
PEU_W04	Posiada wiedzę dotyczącą eksperymentalnych technik badania defektów
PEU_W05	Posiada wiedzę dotyczącą technik eksperymentalnych wykorzystujących zjawisko rezonansu magnetycznego
Z zakresu umiejętności:	

PEU_U01	Potrafi przygotować i przedstawić ustną prezentację dotyczącą przykładów zastosowania wybranych technik pomiarowych oraz poprowadzić dyskusję dotyczącą przedstawionej prezentacji
PEU_U02	Potrafi przygotować pisemną prezentację dotyczącą wybranego przykładu zastosowania technik pomiarowych
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Potrafi przeprowadzić konstruktywną krytykę wystąpienia i brać czynny udział w dyskusji naukowej

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do nowych technik eksperymentalnych	2
Wy2	Spektroskopia elektronowa (RHEED, LEED, AES, EELS). Promieniowanie synchrotronowe	5
Wy3	Rozpraszania neutronów	3
Wy4	Wyznaczanie składów chemicznych (RBS, ERDA, SIMS, APT)	5
Wy5	Wyznaczanie struktury pasmowej (ARPES, ACAR)	3
Wy6	Badanie defektów (PAS)	2
Wy7	Techniki badania powierzchni (fotonapięcie powierzchniowe, sonda Kelvina)	3
Wy8	Eksperymenty wykorzystujące zewnętrzne pole magnetyczne (NMR, EPR)	5
Wy9	Kolokwium zaliczeniowe	2
Suma godzin		30

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Zajęcia wstępne	1
Se2	Seminaria prezentujące przykłady wykorzystanie spektroskopii elektronowej	3
Se3	Seminaria prezentujące przykłady wykorzystania technik rozpraszania neutronów	3
Se4	Seminaria prezentujące przykłady wykorzystania technik wyznaczania składów	3
Se5	Seminaria prezentujące przykłady wykorzystania technik badania defektów	2
Se6	Seminaria prezentujące przykłady wykorzystania technik bazujących na rezonansie magnetycznym	3
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład konwencjonalny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej
N2	Diskusja
N3	Praca własna

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01	Wygłoszenie seminarium
F2	PEU_K01	Czynny udział w dyskusjach
F3	PEU_W01- PEU_W05	Kolokwium zaliczeniowe
F4	PEU_U02	Praca pisemna
P=0,5(F1+F2+F4)+0,5F3		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

Literatura podstawowa	
1	A. Oleś, Metody doświadczalne fizyki ciała stałego, WNT, Warszawa, 1998
2	R.M. Silverstein, F.X. Webster, D.J. Kiemle, Spektroskopowe metody identyfikacji związków organicznych, PWN, Warszawa, 2007
3	H. Lüth, Surfaces and Interfaces of Solid Materials, Springer, 1995
4	J. Stankowski, W. Hilczer, Wstęp do spektroskopii rezonansów magnetycznych, PWN, Warszawa, 2005
5	F.J. Blatt, Fizyka zjawisk elektronowych w metalach i półprzewodnikach, PWN, Warszawa, 1973
6	C. Kittel, Wstęp do fizyki ciała stałego, PWN, Warszawa, 1999

Literatura uzupełniająca	
1	Artykuły naukowe i prace przeglądowe

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	Dr hab. Inż. Wojciech Rudno-Rudziński, profesor uczelni
E-mail:	wojciech.rudno-rudzinski@pwr.edu.pl

**Modelowanie i druk 3D (GK)**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Modelowanie i druk 3D (GK)
Nazwa w języku angielskim	Modeling and 3D printing
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	25		50		
Forma zaliczenia	Zaliczenie				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.28				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Podstawowa wiedza z zakresu programowania.
----	--

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Uzyskanie wiedzy z zakresu modelowania 3D oraz optymalizacji modeli pod kątem wydruków.
C2	Nabycie wiedzy, uwzględniającej jej aspekty aplikacyjne z zakresu druku 3D. W szczególności dotyczącej: stosowanych materiałów, typów drukarek, obróbki wydruków (szlifowanie i łączenie elementów).

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	ma ogólną wiedzę w zakresie podstawowych koncepcji i zasad dotyczących tworzenia modeli 3D z przeznaczeniem do wydruku.
PEU_W02	ma ogólną wiedzę na temat aspektów technicznych druku 3D w tym: typów drukarek, materiałów drukarskich, obróbki wydruków.
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	potrafi posługiwać się programami do modelowania 3D w celu utworzenia i optymalizacji modeli do druku.
PEU_U02	potrafi wykonać wydruk 3D spełniający określone wcześniej założenia pod względem funkcjonalności i wytrzymałości mechanicznej.
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	potrafi konsultować się w grupie studenckiej i wyciągać wnioski z doświadczenia innych osób
PEU_K02	współpracuje w grupie w celu utworzenia jednego modelu 3D z części tworzonych przez wiele osób



**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wstęp do druku 3D, podstawowe informacje o drukarkach, materiałach, oprogramowaniu	3
Wy2	Różne typy drukarek 3D ich wady, zalety i zastosowania	2
Wy3	Programy do przygotowywania druku (tzw. slicery)	2
Wy4	Podstawy modelowania 3D	4
Wy5	Tworzenie modeli 3D przeznaczonych do druku	2
Wy6	Podstawowe błędy przy druku 3D i sposoby ich rozwiązania	2
Suma godzin		15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	BHP, budowa drukarki, kalibracja	2
La2	Pierwsze wydruki i poprawianie błędów wydruku	2
La3	Przygotowywanie i wydruk własnych modeli statycznych	2
La4	Przygotowywanie i wydruk własnych modeli dynamicznych	2
La5	Optymalizacja wydruków pod względem mechanicznym i techniki druku	2
La6	Przygotowanie funkcjonalnego modelu z elementów zaprojektowanych i drukowanych przez poszczególnych uczestników kursu	5
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Laboratorium wyposażone w drukarki 3D
N2	Zasoby cyfrowe, materiały dotyczące druku 3D i modelowania
N3	Wykłady udostępnione studentom na ePortalu

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 (wykład)	PEU_W01 PEU_W02	Test wyboru
F2 (laboratorium)	PEU_W02 PEU_U02 PEU_K01	Ocena za optymalizację i wydruk dostarczonego przez prowadzącego modelu
F3 (laboratorium)	PEU_U01 PEU_K01	Ocena przygotowanego modelu rozwiązującego przedstawiony problem np. element o określonej wytrzymałości mechanicznej, śruba i nakrętka o zadanym gwincie
F4 (laboratorium)	PEU_W01 PEU_W02 PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Ocena jakości przygotowanych części do modelu składanego przez całą grupę
P1 (wykład)		F1
P2 (laboratorium)		średnia arytmetyczna z F2 do F4
P		$= 0.25 * P1 + 0.75 * P2$

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

Literatura podstawowa	
1	B. Redwood, F. Schöffner, B. Garret, The 3D Printing Handbook: Technologies, design and applications, 2017, 3D Hubs B.V.
2	J. Prusa, 3D Printing Handbook, 2018, Prusa Research s.r.o
3	Blender Reference Manual, online: <a href="https://docs.blender.org/manual/en/latest/index.html">https://docs.blender.org/manual/en/latest/index.html</a>
Literatura uzupełniająca	
1	Baza wiedzy Prusa: <a href="https://help.prusa3d.com/en/">https://help.prusa3d.com/en/</a>
2	Samouczki wbudowane w program Autodesk Fusion 360

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	Mateusz Popek
E-mail:	mateusz.popek@pwr.edu.pl

## Nowe materiały i struktury niskowymiarowe - wykład monograficzny

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Nowe materiały i struktury niskowymiarowe - wykład monograficzny
Nazwa w języku angielskim	New materials and low-dimensional structures-monographic lecture
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	100				
Forma zaliczenia	Zaliczenie				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	4				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.28				

## WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1.	Fizyka ciała stałego
2.	Mechanika kwantowa
3.	Fizyka półprzewodników

## CELE PRZEDMIOTU

C1	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z aktualną wiedzą dotyczącą badań i osiągnięć w dziedzinie fizyki fazy skondensowanej
----	--

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	zna kontekst omawianych badań i osiągnięć w dziedzinie fizyki fazy skondensowanej
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	potrafi rozwiązywać zadania i problemy w oparciu o zdobytą wiedzę oraz informacje pozyskane z literatury naukowo-technicznej w języku polskim i angielskim
PEU_U02	potrafi sformułować wnioski i opinie nt. zdobytych informacji
PEU_U03	potrafi prowadzić dyskusje w języku polskim i obcym na tematy z fizyki fazy skondensowanej
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	jest gotów do krytycznej oceny posiadanej i nabywanej wiedzy
PEU_K02	rozumie potrzebę popularyzacji nanoinżynierii

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1-15	Wykład monograficzny na temat aktualnych badań i osiągnięć w dziedzinie fizyki fazy skondensowanej	30
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykłady problemowe
N2	Dyskusja na temat poruszanych zagadnień
N3	Konsultacje

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_U01 – U03 PEU_K01 – K02	Kolokwium zaliczeniowe
P1		= F1

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

Literatura podstawowa	
1	Określona przez wykładowcę
Literatura uzupełniająca	
1	Artykuły i prace przeglądowe publikowane na przełomie ostatnich lat

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	
E-mail:	

**Obliczenia inżynierskie (GK)**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Obliczenia inżynierskie (GK)
Nazwa w języku angielskim	Engineering calculations
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	25		50		
Forma zaliczenia	Zaliczenie				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.88				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Podstawowa wiedza i praktyczne opanowanie matematyki i algebry z zakresu pierwszego studiów I stopnia
2.	Podstawowa wiedza i umiejętności w tematyce algorytmów, struktur danych oraz programowania
3.	Umiejętność pracy z komputerem w środowisku Windows
4.	Kompetencje w zakresie docierania do uzupełniających obszarów wiedzy i umiejętności

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Nabywanie wiedzy dotyczącej zastosowania właściwych metod i narzędzi do rozwiązywania wybranych inżynierskich problemów obliczeniowych
C2	Nabywanie umiejętności poprawnego i efektywnego stosowania podstawowych funkcji wybranego pakietu do wykonywania obliczeń naukowych i inżynierskich
C3	Opanowanie umiejętności wykorzystywania dokumentacji technicznej oprogramowania, studiowania literatury tematycznej oraz wyszukiwania informacji

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	uporządkowana i podbudowana teoretycznie wiedza z zakresu metodyki i technik programowania w wybranym środowisku obliczeń naukowych i inżynierskich
PEU_W02	usystematyzowana i utrwalona wiedza w zakresie podstawowych zagadnień przetwarzania i wizualizacji danych oraz obliczeń naukowych i inżynierskich, znajomość podstawowych komendy i funkcji wybranego środowiska obliczeniowego

Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	umiejętność sprawnego i efektywnego korzystania z wybranego środowiska obliczeniowego
PEU_U02	umiejętność wyboru odpowiedniej metody rozwiązywania wybranych problemów obliczeń inżynierskich
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	świadomość potrzeby ciągłego dokształcania, w tym samokształcenia; rozumie potrzeby oraz umiejętność pracy samodzielnej i w grupie
PEU_K02	umiejętność określania priorytetów w realizacji zadania, wyboru kolejność i szacowania czasu realizacji poszczególnych etapów zadania

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie, obsługa i podstawowe funkcje środowiska obliczeniowego.	1
Wy2	Operacje na podstawowych typach danych, przepływ sterowania.	2
Wy3	Operacje na złożonych typach danych.	2
Wy4	Wizualizacja danych.	2
Wy5	Funkcje wejścia i wyjścia.	2
Wy6	Aproksymacja i interpolacja.	2
Wy7	Rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych.	2
Wy8	Podsumowanie, sprawy organizacyjne.	2
Suma godzin		15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie, nauka obsługi środowiska obliczeniowego.	2
La2	Operacje na tablicach i macierzach.	2
La3	Operacje na tablicach i macierzach.	2
La4	Przepływ sterowania - pętle, instrukcje warunkowe, skrypty i funkcje.	2
La5	Przepływ sterowania - pętle, Instrukcje wyboru, wyjątki, przerwanie i kontynuacja.	2
La6	Operacje na złożonych typach danych.	2
La7	Operacje na złożonych typach danych.	2
La8	Funkcje wejścia i wyjścia.	2
La9	Wizualizacja danych.	2
La10	Wizualizacja danych.	2
La11	Zastosowania aproksymacji i interpolacji.	2
La12	Rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych.	2
La13	Powtórzenie materiału.	2
La14	Kolokwium	2
La15	Kolokwium poprawkowe	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład w trybie stacjonarnym lub zdalnym –prezentacja multimedialna (z możliwością jej cyfrowej rejestracji).
N2	Ćwiczenia laboratoryjne w trybie stacjonarnym lub zdalnym - komputer PC z dostępem do pakietu obliczeń numerycznych (MATLAB/OCTAVE) oraz oprogramowaniem do pracy zdalnej i cyfrowej rejestracji zajęć (TEAMS).
N3	Konsultacje stacjonarne i zdalne.
N4	Zasoby cyfrowe (notatki, przykładowe programy, przykładowe rozwiązania zadań).
N5	Praca własna – opanowanie programu wykładu, przygotowanie do laboratorium.

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
--	--------------------------	---

F1	PEU_W01 PEU_U01 PEU_K02	Zadania z list rozwiązywane w trakcie ćwiczeń laboratoryjnych, zadania dodatkowe.
F2	PEU_W02 PEU_U02 PEU_K01	Odpowiedzi ustne, sprawdziany w laboratorium komputerowym.
F3	PEU_W01 PEU_W02	Kolokwium z wykładu
P		$0.3 \cdot F1 + 0.4 \cdot F2 + 0.3 \cdot F3$

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

Literatura podstawowa	
1	Notatki do wykładów (w języku polskim) udostępnianie w postaci elektronicznej na stronie kursu.
2	<a href="https://www.mathworks.com/help/?s_tid=gn_supp">https://www.mathworks.com/help/?s_tid=gn_supp</a>
3	Rudra Pratap, Matlab dla naukowców i inżynierów. PWN (2022/2015/2013).
Literatura uzupełniająca	
1	W.H. Press, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling and B.P. Flannery, NUMERICAL RECIPES, Cambridge University Press (2007), Edition: 3.
2	Tao Pang, Metody obliczeniowe w fizyce, PWN (2001).

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	Jacek Olszewski
E-mail:	jacek.olszewski@pwr.edu.pl

**Optoelektroniczna aparatura pomiarowa (GK)**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Optoelektroniczna aparatura pomiarowa (GK)
Nazwa w języku angielskim	Optoelectronic devices
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50		50		
Forma zaliczenia	Zaliczenie				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	4				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.88				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Podstawowa wiedza na temat programowania w językach wysokiego poziomu (WIEDZA)
2.	Podstawowa wiedza o składni języka C++ (WIEDZA)
3.	Podstawy programowania w języku C++ (UMIEJĘTNOŚĆ)
4.	Podstawowa wiedza z zakresu budowy i działania elementów elektronicznych (rezystor, kondensator, dioda, tranzystor) (WIEDZA)

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Zapoznanie studentów ze sposobami tworzenia programów dla Windows
C2	Przedstawienie najpopularniejszych interfejsów używanych do komunikacji z aparaturą pomiarową
C3	Zapoznanie studentów z aktualnie dostępnymi i wykorzystywanymi technologiami w optoelektronicznej aparaturze pomiarowej
C4	Przedstawienie sposobów pozyskiwania danych z czujników pomiarowych oraz przesyłania ich do komputera
C5	Zaprezentowanie sposobów sterowania pracą zewnętrznych urządzeń pomiarowych z poziomu komputera

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Utrwalenie wiedzy z zakresu programowania w języku C++
PEU_W02	Podstawowa wiedza dotycząca technologii „.NET”



PEU_W03	Podstawowa wiedza na temat tworzenia aplikacji Windows na potrzeby komputerowej obsługi aparatury pomiarowej
PEU_W04	Podstawowa wiedza dotycząca budowy i wykorzystania bibliotek DLL
PEU_W05	Szczegółowa wiedza na temat interfejsów komunikacyjnych wykorzystywanych do sterowania aparaturą pomiarową
PEU_W06	Szczegółowa wiedza dotycząca standaryzacji protokołów komunikacyjnych z aparaturą pomiarową
PEU_W07	Szczegółowa i podbudowana teoretycznie wiedza na temat działania i wykorzystania układów elektronicznych takich jak: wzmacniacze operacyjne, przetworniki analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe
PEU_W08	Szczegółowa i podbudowana teoretycznie wiedza z zakresu budowy i działania fotodetektorów oraz źródeł światła
PEU_W09	Podstawowa wiedza na temat reprezentacji danych pomiarowych w pamięci komputera
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Umiejętność zaplanowania i wykonania eksperymentów związanych z pomiarami parametrów optycznych i elektrycznych fotodetektorów
PEU_U02	Umiejętność oceny przydatności i możliwości wykorzystania nowoczesnych metod pomiarowych w optoelektronice
PEU_U03	Umiejętność wykorzystania języków programowania do komputerowej obsługi urządzeń pomiarowych
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Zrozumienie potrzeby ciągłego samodoskonalenia, wynikającego z konieczności nadążania za rozwojem technologii przyrządów pomiarowych i potrzebą samodzielnego poznawania najnowszych trendów z tej dziedziny, wynikłych np. z rozwoju technologii układów półprzewodnikowych oraz technik programowania
PEU_K02	Zrozumienie potrzeby współdziałania w zespole mające na celu kreatywne rozwiązywanie problemów

## TRĘŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	<b>Wprowadzenie:</b> podanie literatury do przedmiotu i warunków zaliczenia. <b>Wprowadzenie do języka C++:</b> składnia języka, typy zmiennych, instrukcje	1
Wy2	<b>Technologia „.NET”:</b> filozofia .NET, przestrzenie nazw, zmienne zarządzane i niezarządzane. <b>Microsoft Visual Studio:</b> omówienie środowiska programistycznego <b>Elementy aplikacji Windows Forms:</b> kontrolki systemu Windows, konwersje typów, mechanizm zdarzeń	2
Wy3	<b>Reprezentacja danych pomiarowych w pamięci komputera:</b> tworzenie dynamicznych struktur danych (wektory i macierze), Podstawy operacji na strukturach danych (dostęp do elementów, kopiowanie, przeszukiwanie).	2
Wy4	<b>Biblioteki DLL:</b> przygotowanie i korzystanie z biblioteki DLL	2
Wy5	<b>Interfejsy komunikacyjne:</b> omówienie protokołów komunikacyjnych oraz zastosowania interfejsów: RS232, USB, GPIB	2
Wy6	<b>Wzmacniacze:</b> wzmacniacz operacyjny, układy wykorzystujące wzmacniacze operacyjne	2
Wy7	<b>Przetworniki:</b> budowa i działanie przetworników analogowo-cyfrowych i cyfrowo-analogowych	2
Wy8	<b>Źródła i detektory:</b> budowa i działanie fotodetektorów, budowa i działanie źródeł światła (koherentnych i niekoherentnych)	2
Suma godzin		

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	<b>Aplikacje Windows Forms:</b> obsługa podstawowych kontrolerek	6
La2	<b>Pomiar ogniskowej soczewki:</b> komputerowa obsługa cyfrowej kamery wideo, sterowanie pracą silników krokowych, wykorzystanie algorytmu autofocus do oceny ostrego widzenia przedmiotu	4
La3	<b>Wyznaczanie charakterystyk spektralnej fotodiody:</b> komputerowa obsługa multimetru cyfrowego, sterowanie pracą monochromatora	4
La4	<b>Skalowanie fotodetektorów:</b> sterowanie pracą zasilacza diody laserowej, komputerowa obsługa miernika mocy optycznej oraz karty analogowo-cyfrowej	4

La5	<b>Pomiar charakterystyki I-U diody półprzewodnikowej:</b> komputerowa obsługa zasilacza programowalnego oraz multimetru cyfrowego	4
La6	<b>Regulacja natężenia światła metodą PWM:</b> komputerowa obsługa karty analogowo-cyfrowej oraz luksomierza cyfrowego	4
La7	<b>Programowanie karty oscyloskopowej:</b> komputerowa obsługa cyfrowej karty oscyloskopowej, pomiar charakterystyki pasywnych filtrów RC	4
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Prezentacja multimedialna (PowerPoint)
N2	Pokaz obsługi aparatury pomiarowej (np. multimetry cyfrowe, karta analogowo-cyfrowa, cyfrowa kamera wideo)
N3	Obsługa kompilatora języka C++
N4	Obsługa aparatury pomiarowej: np. multimetry cyfrowe, karta analogowo-cyfrowa, cyfrowa kamera wideo, monochromator, zasilacz diod laserowych, miernik mocy optycznej
N5	Zadania projektowe dla studentów: np. pomiar charakterystyki spektralnej fotodiody
N6	Pytania sprawdzające wiedzę studentów: np. budowa i działanie fotodiody

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03	Zadania projektowe. Konstrukcja i oprogramowanie układu pomiarowego. Wykonanie pomiarów
P2	PEU_W01 ÷ PEU_W09	Kolokwium zaliczeniowe z całości materiału: 2-3 pytania „otwarte”, dotyczące budowy i działania aparatury pomiarowej. Pytania testowe dotyczące technologii oprogramowania oraz parametrów aparatury pomiarowej
P		= 0.5*F1 + 0.5*P2

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	A. Zajewski, <i>Programowanie w językach C i C++ z wykorzystaniem pakietu Borland C++</i>
2	M. Owczarek, <i>Visual C++ 2008, Praktyczne przykłady</i>
3	P. Horowitz, W. Hill, <i>Sztuka elektroniki</i>
4	R. G. Lyons, <i>Wprowadzenie do cyfrowego przetwarzania sygnałów</i>
Literatura uzupełniająca	
1	A. Daniluk, <i>USB, Praktyczne programowanie z Windows API w C++</i>
2	A. Daniluk, <i>RS 232C - praktyczne programowanie. Od Pascala i C++ do Delphi i Buildera</i>
3	J. Templeman, D. Vitter, <i>Visual Studio .NET: .NET Framework. Czarna księga</i>

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Dr hab. inż. Sławomir Drobczyński, profesor uczelni
E-mail:	slawomir.drobczynski@pwr.edu.pl

**Podstawy chemii nieorganicznej (GK)**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Podstawy chemii nieorganicznej (GK)
Nazwa w języku angielskim	Fundamentals of inorganic chemistry
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	25	50			
Forma zaliczenia	Zaliczenie				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.88				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Znajomość chemii na poziomie szkoły średniej
2.	Znajomość elementarnej matematyki i fizyki

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Nauczenie wykonywania podstawowych obliczeń chemicznych.
C2	Poznanie podstawowych aspektów równowag w roztworach elektrolitów oraz teorii kwasów i zasad (rozpuszczalnikowa, Brønsteda – Löwry’ego, Lewisa, Pearsona)
C3	Opanowanie zasad prostych i/lub zaawansowanych obliczeń w zakresie równowag w wodnych roztworach elektrolitów
C4	Poznanie elementów elektrochemii, właściwości metali szlachetnych i nieszlachetnych, opanowanie wiedzy o ogniwach i bateriach, poznanie praw elektrolizy oraz zagadnień dotyczących korozji elektrochemicznej
C5	Poznanie pojęć chemii koordynacyjnej, nomenklatury związków kompleksowych, teorii pola ligandów, właściwości spektroskopowych i magnetycznych kompleksów pierwiastków przejściowych, izomerii związków kompleksowych

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	zna reguły rządzące równowagami w roztworach elektrolitów oraz współczesne teorie kwasów i zasad
PEU_W02	ma podstawowe wiadomości z zakresu elektrochemii, zna prawa elektrolizy i ma wiedzę na temat korozji elektrochemicznej
PEU_W03	zna podstawowe pojęcia chemii koordynacyjnej i zasady nomenklatury związków i jonów

	kompleksowych, ma wiedzę o znaczeniu teorii pola krystalicznego w chemii koordynacyjnej pierwiastków przejściowych
PEU_W04	ma podstawowe wiadomości o roztworach, ich właściwościach i sposobach wyrażania ich składu poprzez stężenia
PEU_W05	umie opisać jakościowo i ilościowo równowagi w roztworach słabych elektrolitów
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	potrafi praktycznie posługiwać się stężeniami roztworów
PEU_U02	umie wykonać obliczenia stechiometryczne
PEU_U03	potrafi wykonać obliczenia pH w roztworach słabych i mocnych elektrolitów, roztworach buforowych, roztworach soli pochodzących od słabych elektrolitów oraz obliczyć rozpuszczalność związków trudno rozpuszczalnych w wodzie i roztworach elektrolitów o wspólnym jonie
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	potrafi korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie zdobywać wiedzę
PEU_K02	rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy w celu opanowania materiału kursu

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Roztwory i stężenia. Roztwór a mieszanina. Rozpuszczalnik, substancja rozpuszczona, masa i gęstość roztworu. Stężenie molowe, ułamek wagowy, ułamek molowy. Przeliczanie stężeń. Sporządzanie roztworu o zadanym stężeniu, bilans liczności lub masy składnika rozpuszczonego.	2
Wy2	Reakcje utleniania i redukcji. Definicja stopnia utlenienia. Reakcje oksydacyjno-redukcyjne – utleniacz i reduktor. Metody dobierania współczynników stechiometrycznych w reakcjach redoks. Uszeregowanie utleniaczy (jakościowo „szereg elektrochemiczny”). Roztworzenie metali w kwasach – metale szlachetne i nieszlachetne.	2
Wy3	Równowagi w wodnych i niewodnych roztworach elektrolitów. Kwasy i zasady. Elektrolity, rozpuszczalniki polarne. Siła jonowa, aktywność, współczynnik aktywności. Wpływ elektrolitów mocnych na dysocjację elektrolitów słabych, dysocjacja kwasów wielo-protonowych: np. kwas siarkowy(VI), kwas fosforowy(V), kwas siarkowodorowy. Właściwości roztworów wodnych: dyfuzja, osmoza i ciśnienie osmotyczne, efekty krioskopowe i ebulioskopowe. Kwasy i zasady w ujęciu teorii: Brønsteda i Lowry’ego, Lewisa, miękkich i twardych kwasów i zasad. Superkwasy. Stopione sole. Reguła faz Gibbsa, wykres fazowy wody, ciecze nadkrytyczne (np. ditlenek węgla).	4
Wy4	Związki kompleksowe. Pojęcia podstawowe. Nomenklatura związków kompleksowych. Izomeria związków kompleksowych. Równowagi w wodnych roztworach związków kompleksowych. Teoria pola krystalicznego w chemii koordynacyjnej.	4
Wy5	Elektrochemia. Definicja półogniwa (elektrody), wzór Nernsta. Szereg napięciowy układów redox. Definicja ogniwa, SEM ogniwa, ogniwa użyteczne (w tym paliwowe). Korozja (na przykładzie żelaza) i sposoby jej zapobiegania. Elektroliza, produkty elektrolizy, prawa elektrolizy.	3
Suma godzin		15

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Cw1	Zasady prowadzenia i zaliczenia ćwiczeń. Obliczanie stężeń jonów i cząsteczek w ciałach stałych, cieczach i gazach: ułamek masowy (wagowy), procent wagowy (masowy), ułamek molowy, procent molowy i objętościowy, stężenie molowe.	2
Cw2	Sporządzanie roztworów o określonym stężeniu (kwasy, zasady, sole). Obliczanie zawartości składników w roztworach o określonym stężeniu. Przeliczanie stężeń wyrażonych w różnych jednostkach.	2
Cw3	Obliczanie pH i pOH w roztworach mocnych kwasów i zasad. Iloczyn jonowy wody. Siła jonowa, aktywność i współczynnik aktywności. Stała i stopień dysocjacji elektrolitycznej.	2
Cw4	Reakcje chemiczne, stechiometryczny zapis przemian chemicznych, stopnie utlenienia – reguły określania stopni utlenienia. Metody doboru współczynników w reakcjach utleniania i redukcji. Dobór współczynników w reakcjach zapisanych jonowo i cząsteczkowo.	2

Cw5	Dysocjacja słabych elektrolitów w roztworach o stałej sile jonowej. Prawo rozcieńczeń Ostwalda. Mieszanie roztworów słabych kwasów lub słabych zasad. Obliczanie pH i stopnia dysocjacji.	2
Cw6	Dysocjacja słabych kwasów w obecności mocnych kwasów oraz słabych zasad w obecności mocnych zasad. Graniczne rozcieńczenie mocnych kwasów i zasad.	2
Cw7	Dysocjacja kwasów wielozasadowych	2
Cw8	Dysocjacja słabych kwasów i zasad w obecności ich soli. Reakcje powstawania i właściwości roztworów buforowych.	4
Cw9	Dodawanie mocnych kwasów lub zasad do roztworów buforowych	2
Cw10	Równowagi jonowe w roztworach soli pochodzących od słabych kwasów i słabych zasad. Hydroлиза soli typu NH <sub>4</sub> Cl, CH <sub>3</sub> COONa, Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> .	2
Cw11	Mieszanie roztworów: słabego kwasu i mocnej zasady lub mocnego kwasu i słabej zasady. Dodawanie mocnego kwasu do soli pochodzącej od słabego kwasu lub mocnych zasad do soli pochodzących od słabych zasad. Stechiometria, ustalanie składu roztworu po reakcji, obliczanie pH.	2
Cw12	Iloczyn rozpuszczalności. Wytrącanie i rozpuszczanie osadów substancji trudno rozpuszczalnych. Rozpuszczalność substancji trudno rozpuszczalnych w roztworach zawierających wspólne jony z osadem.	4
Cw13	Równowagi jonowe w wodnych roztworach związków kompleksowych.	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład z prezentacją multimedialną
N2	Rozwiązywanie zadań

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1 (wykład)	PEU_W01-PEU_W05, PEU_K01 – PEU_K02	Zaliczenie w formie testu (maks. 15 pkt.)
F1 (ćwiczenia)	PEU_U01 – PEU_U03	Kolokwium cząstkowe I (maks. 10 pkt.)
F2 (ćwiczenia)	PEU_U01 – PEU_U03	Kolokwium cząstkowe II (maks. 20 pkt.)
$P = P1 + 1/3(F1 + F2)$ 3,0 jeżeli P = 13,0 – 14,9 pkt. 3,5 jeżeli P = 15,0 – 16,9 pkt. 4,0 jeżeli P = 17,0 – 20,9 pkt. 4,5 jeżeli P = 21,0 – 22,9 pkt. 5,0 jeżeli P = 23,0 – 24,9 pkt. 5,5 jeżeli P = 25 pkt.		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	A. Bielański, Podstawy Chemii Nieorganicznej, Wyd. VI, PWN Warszawa, 2010 lub wyd. V, PWN Warszawa, 2006.
2	L. Jones, P. Atkins., Chemia ogólna, PWN, 2004
3	Praca zbiorowa, Obliczenia w chemii nieorganicznej, Wyd. PWr., 2002
Literatura uzupełniająca	
1	P. Mastalerz, Elementarna Chemia Nieorganiczna, Wydaw. Chem. 1997
2	I. Barycka, K. Skudlarski, Podstawy Chemii, Wyd. P.Wr., Wrocław, 2001

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Dr hab. inż. Piotr Jamróz Dr hab. Wiktor Zierkiewicz
E-mail:	piotr.jamroz@pwr.edu.pl wiktor.zierkiewicz@pwr.edu.pl

**Polimery (GK)**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Polimery (GK)
Nazwa w języku angielskim	Polymers
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50		50		
Forma zaliczenia	Zaliczenie				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	4				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.88				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Znajomość podstawowych właściwości polimerów
2.	Znajomość podstaw chemii fizycznej
3.	Znajomość podstaw chemii ogólnej i chemii organicznej

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Zdobycie wiedzy o zależnościach pomiędzy budową polimerów a ich właściwościami
C2	Zastosowanie wiedzy o budowie i technikach syntezy polimerów w analizie ich parametrów fizykochemicznych
C3	Zrozumienie zasad pomiarów właściwości termicznych i lepkościowych materiałów polimerowych
C4	Uzyskanie wiedzy o zależności makroskopowych właściwości materiałów polimerowych od struktury cząsteczkowej polimerów
C5	Praca w grupie laboratoryjnej

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Student zna i umie omówić budowę i strukturę polimerów
PEU_W02	Student zna wpływ struktury polimerów na ich podstawowe właściwości termiczne i mechaniczne
PEU_W03	Student zna podstawowe typy oddziaływań wewnątrzcząsteczkowych i międzycząsteczkowych oraz potrafi ocenić ich wpływ na makroskopowe właściwości polimerów

PEU_W04	Student zna podstawy metod fizykochemicznych badań polimerów
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Student umie dokonać pomiaru temperatury zeszklenia, temperatury topnienia, temperatury krystalizacji oraz wyznaczyć stopień krystaliczności polimerów metodą skaningowej kalorymetrii różnicowej.
PEU_U02	Student potrafi określić stabilność termiczną materiału polimerowego oraz określić skład ilościowy na podstawie termogramu.
PEU_U03	Student umie dokonać oceny morfologii polimeru semikrystalicznego.
PEU_U04	Student potrafi za pomocą wiskozymetru kapilarnego zbadać lepkość roztworów polimerowych.
PEU_U05	Student potrafi przetwarzać dane pomiarowe i dokonać ich matematycznej ewaluacji z wykorzystaniem metod komputerowych.
PEU_U06	Student potrafi wyznaczyć kąt zwilżania i napięcie powierzchniowe polimerów z profilu kropli stojącej na powierzchni polimeru.
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Student potrafi realizować eksperymenty w grupie.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Plan wykładu – podstawowe cechy polimerów, różnice w stosunku do związków małowcząsteczkowych, definicje.	1
Wy2	Pojęcie faz, rodzaje oddziaływań wewnątrzcząsteczkowych i ich wpływ na morfologię polimerów.	1
Wy3	Zarys typów i mechanizmów polimeryzacji	1
Wy4	Polimery w stanie skondensowanym	1
Wy5	Polimery w stanie skondensowanym cz.II	1
Wy6	Przemiany fazowe I i II stopnia w polimerach	1
Wy7	Przemiany fazowe I i II stopnia w polimerach cz.II	1
Wy8	Polimery topnienie i czynniki zmieniające temp. topnienia. Polimery właściwości termiczne	1
Wy9	Polimery topnienie i czynniki zmieniające temp. topnienia. Polimery właściwości termiczne cz.II	1
Wy10	Polimery właściwości mechaniczne. Mieszanki polimerowe i stopy polimerowe	1
Wy11	Degradacja i fotodegradacja polimerów	1
Wy12	Właściwości powierzchni polimerów	1
Wy13	Metody badania właściwości polimerów	1
Wy14	Metody badań cienkich warstw przypowierzchniowych w polimerach	1
Wy15	Posumowanie materiału i zaliczenie	1
Suma godzin		15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie: Zasady bezpiecznej pracy, zagrożenia, organizacja laboratorium, rozmieszczenie i istotne cechy stanowisk laboratoryjnych, harmonogram zajęć, warunki zaliczenia kursu.	1
La2	Wyznaczanie temperatur przemian fazowych i stopnia krystaliczności PA6 - analiza metodą skaningowej kalorymetrii różnicowej (DSC).	3
La3	Analiza termogravimetryczna (TGA) stabilności termicznej i składu ilościowego kompozytu żywica epoksydowa/włókno szklane.	3
La4	Fotodegradacja cis 1,4-poliizoprenu - wyznaczenie masy cząsteczkowej metodą wiskozymetrii kapilarnej.	3
La5	Oznaczanie napięcia powierzchniowego polimerów metodą pomiaru kąta zwilżania.	3

La6	Dynamiczna analiza termomechaniczna (DMA) termoplastów – pomiary temperaturowe folii PET w trybie rozciągania	3
La7	Dynamiczna analiza termomechaniczna (DMA) elastomerów – pomiary częstotliwościowe gumy w trybie ścinania	3
La8	Zajęcia odróbkowe.	3
La9	Zaliczenie	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład prowadzony z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej
N2	Wykonywanie doświadczeń i badań w laboratorium chemicznym i laboratorium analizy termicznej materiałów polimerowych
N3	Analiza wyników badań w specjalistycznym oprogramowaniu
N4	Przygotowanie sprawozdań

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 (laboratorium)	PEU_U01 do PEU_U06	Kolokwia zaliczające cząstkowe
F2 (laboratorium)	PEU_U01 do PEU_U06	Pisemne sprawozdanie
P1 (laboratorium)	PEU_U01 do PEU_U06	3,0 jeżeli $(0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2) = 2,9$ –3,25 pkt. 3,5 jeżeli $(0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2) = 3,26$ –3,75 pkt. 4,0 jeżeli $(0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2) = 3,76$ –4,25 pkt. 4,5 jeżeli $(0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2) = 4,26$ –4,75 pkt. 5,0 jeżeli $(0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2) = 4,76$ –5,0 pkt. 5,5 jeżeli $(0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2) > 5,0$ pkt.
P2 (wykład)	PEU_W01 do PEU_04	Zaliczenie pisemne – trzy zadania otwarte po 10 pkt każde. Próg zaliczenia od 50%+1 tj. od 16 pkt.
P		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	W. Przygocki, A. Włochowicz, „Fizyka polimerów”, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001
2	H. Galina, „Fizykochemia polimerów”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów, 1998
3	L. Huppenthal, „Roztwory polimerów”, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2008
4	J. D. Menczel, R. B. Prime, „Thermal analysis of polymers, Fundamentals and applications”, John Wiley&Sons Ltd., 2009
5	Rabek J.F., Współczesna wiedza o polimerach, Wyd. Naukowe PWN, 2008

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Prof. dr hab. inż. Andrzej Trochimczuk
E-mail:	andrzej.trochimczuk@pwr.edu.pl



**Praktyczne aspekty technologii i konstrukcji półprzewodnikowych przyrządów optoelektronicznych (GK)**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Praktyczne aspekty technologii i konstrukcji półprzewodnikowych przyrządów optoelektronicznych (GK)
Nazwa w języku angielskim	Practical aspects of technology and construction of semiconductor optoelectronic devices
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50			50	
Forma zaliczenia	Zaliczenie				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	4				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2.44				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Podstawy fizyki: ogólnej, ciała stałego i fizyki kwantowej.
2.	Podstawy optoelektroniki.
3.	Umiejętność organizacji pracy w grupie.
4.	Umiejętność docierania do uzupełniających obszarów wiedzy i umiejętności

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Zdobycie specjalistycznej wiedzy z zakresu technik epitaksjalnych wytwarzania i właściwości zaawansowanych elementów opto- i mikroelektronicznych.
C2	Zdobycie wiedzy na temat praktycznych korzyści z zastosowania nanostruktur w konstrukcjach przyrządów opto- i elektronicznych.
C3	Zapoznanie z obecnym stanem technologii oraz trendami rozwoju nanostruktur.
C4	Praktyczne zapoznanie z procesem projektowania i wytwarzania wybranych elementów półprzewodnikowych.
C5	Rozwinięcie umiejętności studiowania literatury i prezentacji wiedzy w zakresie technologii struktur półprzewodnikowych, konstrukcji i zasad działania przyrządów i systemów.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Ma szczegółową wiedzę z zakresu nanostruktur i nanokryształów półprzewodnikowych obejmującą metody ich klasyfikacji, wytwarzania, badania i zastosowań.
PEU_W02	Ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie fizyki, obejmującą podstawy fizyki kwantowej i fizykę ciała stałego, w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia zjawisk fizycznych mających istotny wpływ na właściwości nowych materiałów i działanie zaawansowanych elementów fotonicznych i optoelektronicznych.
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Potrafi opracować szczegółową dokumentację wyników realizacji eksperymentu, zadania projektowego lub badawczego; potrafi przygotować opracowanie zawierające omówienie tych wyników.
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Rozumie potrzebę ciągłego dokształcania, w tym autodokształcania; umie i rozumie potrzebę uczenia się samodzielnie i w grupie.
PEU_K02	Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role oraz potrafi przekazać innym wiedzę dotyczącą przeprowadzonego studium literaturowego.

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Podstawowe konstrukcje i klasyfikacja przyrządów półprzewodnikowych z uwzględnieniem kwantowych obszarów czynnych. Możliwości technologii półprzewodnikowej w nawiązaniu do wykorzystywanych materiałów – materiały źródłowe i ich klasy czystości, struktury krystaliczne, niedopasowanie strukturalne i mechaniczne materiałów, zakresy mieszalności materiałów, podłoża.	3
Wy2	Możliwości konstrukcyjne oraz właściwości struktur zawierających kwantowe obszary czynne – na przykładzie wybranych materiałów półprzewodnikowych. Modele opisu struktur pasmowych.	3
Wy3,4	Modyfikacje epitaksjalnego wzrostu kryształów w technologii struktur kwantowych, w tym epitaksja selektywna i anizotropia epitaksji. Rodzaje epitaksjalnych struktur kwantowych i techniki ich epitaksjalnego wytwarzania.	6
Wy5	Zasady projektowania obszarów aktywnych laserów i detektorów półprzewodnikowych. Struktura elektronowa obszaru aktywnego. Rodzaje przejść optycznych. Inżynieria czasu życia nośników. Transport nośników oraz efektywność ich wstrzykiwania do obszaru aktywnego.	3
Wy6	Analiza właściwości emisyjnych i absorpcyjnych na podstawie Złotej Reguły Fermiego, łącznej gęstości stanów oraz prawdopodobieństwa obsadzeń, oraz zgodnie z prawem Van Roosbroeck-Shockleya	3
Wy7,8	Techniki epitaksjalne. Konstrukcje stanowisk epitaksjalnych. Wykorzystywane narzędzia i techniki diagnostyczne umożliwiające in-situ kontrolę warunków wzrostu i właściwości osadzanych heterostruktur. Technika próżni.	6
Wy9	Weryfikacja technologii struktur półprzewodnikowych - techniki charakteryzacji właściwości strukturalnych, elektrycznych i optycznych i ich ograniczenia.	3
Wy10	Postprocesing struktur epitaksjalnych.	2
	Kolokwium	1
Suma godzin		30

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Wprowadzenie. Przydzielenie tematów projektu. Omówienie zasad realizacji projektu i wykorzystywanych narzędzi.	3
Pr2	Projekt obszaru aktywnego wybranego przyrządu optoelektronicznego.	9
Pr3	Projekt przyrządu i weryfikacja poprawności zaprojektowania obszaru aktywnego.	6
Pr4	Projekt procesu epitaksjalnego techniką MOVPE i symulacja jego przebiegu.	6
Pr5	Redakcja opracowania – wniosków z projektu.	3
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład tradycyjny wspierany prezentacjami multimedialnymi.
N2	Specjalistyczne oprogramowanie do symulacji sposobu działania przyrządów półprzewodnikowych zawierających aktywne obszary kwantowe oraz do symulacji procesów wzrostu epitaksjalnego.
N3	Praca własna studenta – studia literaturowe.
N4	Prezentacje studentów wraz z dyskusją otrzymywanych w ramach projektu wyników.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1 = F1 (wykład)	PEU_W01; PEU_W02; PEU_K01	Kolokwium zaliczeniowe
P2 = F2 (projekt)	PEU_U01; PEU_K01; PEU_K02	Odpowiedzi ustne - dyskusja, sprawozdania częściowe, Sprawozdanie końcowe z wykonania projektu.

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	D.Pucicki, Struktury kwantowe w technologii przyrządów półprzewodnikowych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2017
2	B. Ziętek Optoelektronika, Wyd. UMK, 2004
3	B. Mroziewicz, M. Bugajski, Wł. Nakwaski, Lasery półprzewodnikowe, WNT 1985
4	J. I. Pankove, Zjawiska optyczne w półprzewodnikach, WNT 1984
5.	S. Adachi, Properties of Semiconductor Alloys: Group – IV, III – V and II – VI Semiconductors, John Wiley & Sons, Ltd., 2009
Literatura uzupełniająca	
1	I. Vurgaftman, J.R. Meyer, L.R. Ram-Mohan, Band parameters for III–V compound semiconductors and their alloys, Journal of Applied Physics, 2001, Vol. 89, No. 11, 5815–5875.
2	J. Hennel, Podstawy elektroniki półprzewodnikowej, WNT 1986
3	J. Godlewski, Generacja i detekcja promieniowania optycznego, PWN 1997

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Damian Pucicki
E-mail:	<a href="mailto:Damian.Pucicki@pwr.edu.pl">Damian.Pucicki@pwr.edu.pl</a>

**Projektowanie materiałów i struktur (GK)**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Projektowanie materiałów i struktur półprzewodnikowych (GK)
Nazwa w języku angielskim	Design of semiconductor materials and structures
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50			50	
Forma zaliczenia	Zaliczenie				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	4				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2.44				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Zaliczone kursy analizy matematycznej
2.	Zaliczone kursy z algebry
3.	Zaliczona fizyka ogólna
4.	Umiejętność programowania
5.	Zaliczone kursy z mechaniki kwantowej

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Dostarczenie wiedzy na temat podstawowych związków półprzewodnikowych oraz nowych związków i struktur półprzewodnikowych przeznaczonych do konstrukcji takich przyrządów półprzewodnikowych jak lasery, baterie słoneczne, detektory, tranzystory, itd.
C2	Udoskonalenie umiejętności programowania poprzez poznanie możliwości takich narzędzi programistycznych pozwalających tworzyć aplikacje w wieloma oknami i wizualizację otrzymywanych wyników.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Zna podstawowe materiały półprzewodnikowe.
PEU_W02	Wie jak rozwiązać równanie Schrodingera numerycznie.
PEU_W03	Wie jak uwzględnić naprężenia i efekty polaryzacyjne w materiałach półprzewodnikowych.
PEU_W04	Ma podstawową wiedzę z zakresu zjawisk zachodzących w przyrządach półprzewodnikowych w szczególności fizyki laserów.

Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Umie zaproponować nowe rozwiązania materiałowe pod kątem ich potencjalnych zastosowań.
PEU_U02	Umie wyznaczyć wartości własne, będące rozwiązaniem równania Schrodingera.
PEU_U03	Umie napisać program bazujący na aplikacji obsługującej okna i wizualizujący otrzymane wyniki.
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Rozróżnia sformułowania ogólne i podstawowe od szczegółowych przykładów.
PEU_K02	Identyfikuje zastosowania mechaniki kwantowej.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Klasyfikacja przyrządów półprzewodnikowych: - podział przyrządów półprzewodnikowych, - ich zastosowanie we współczesnym życiu, - parametry przyrządów półprzewodnikowych, kryteria ich doboru oraz ich ograniczenia fizyczne.	2
Wy2	Zjawiska fizyczne w przyrządach półprzewodnikowych i ich modelowanie: - równanie Schrodingera, stany związane, - samouzgodnione rozwiązanie równania Schrodingera i Poissona, - równanie transportu.	4
Wy3	Podstawowe materiały półprzewodnikowe: - półprzewodniki grupy IV, III-V, II-VI i inne, - technologie ich otrzymywania, - domieszkowanie półprzewodników, naturalne defekty, - położenie pasm względem poziomu próżni, energia stabilizacji poziomu Fermiego.	4
Wy4	Związki półprzewodnikowe mieszane: - przybliżenie kryształu wirtualnego, prawo Vegarda, - technologia otrzymywania związków mieszanych, - stopy numeryczne (ang. digital alloys), - nieciągłość pasm, - związki półprzewodnikowe osadzone na dwuskładnikowych podłożach, heterostruktuury.	4
Wy5	Naprężenia w strukturach półprzewodnikowych: - potencjały deformacyjne, - przesunięcia pasm w heterostrukturach z naprężeniami ściskającymi oraz rozciągającymi, - grubość krytyczna.	4
Wy6	Efekty polaryzacyjne w wybranych strukturach półprzewodnikowych	2
Wy7	Części pasywne oraz aktywne w wybranych przyrządach półprzewodnikowych	2
Wy8	Diody elektroluminescencyjne i lasery krawędziowe	2
Wy9	Lasery typu VCSEL oraz lasery kaskadowe	2
Wy10	Modulatory światła i tranzystory	2
Wy11	Detektory i baterie słoneczne	2
Suma godzin		30

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Poznanie środowisk oprogramowania umożliwiających napisanie aplikacji obsługującej okna, (Visual Studio Pojekty Windows Form application lub Wx-Devcpp Forms Application) bazujących na języku programowania c++	2
Pr2	Napisanie programu umożliwiającego poprzez wprowadzenie danych narysowanie funkcji, narysowanie jej poprzez dobór odpowiedniego komponentu. Poznanie komponentów obsługujących podstawowe kontrolki.	2
Pr3	Numeryczne rozwiązanie równania Schrodingera, dla studni parabolicznej i potencjału Coulombowskiego. Wyznaczanie wartości własnych poprzez sprowadzenie Równania Schrodingera do algebraicznego zagadnienia własnego.	4
Pr4	Wyznaczanie funkcji falowych, jako wartości własnych algebraicznego zagadnienia.	4
Pr5	Generowanie struktur półprzewodnikowych: studni kwantowych i hetero struktur.	2
Pr6	Uwzględnienie naprężeń w strukturach półprzewodnikowych.	2

Pr7	Obliczanie stanów związanych w wybranych strukturach półprzewodnikowych. Obliczanie energii przejścia podstawowego.	4
Pr8	Praca nad programem końcowym i opisem programu.	10
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Forma tradycyjna: wykład
N2	Demonstracje i pokazy programów obliczających parametry materiałów półprzewodnikowych
N3	Tradycyjne: wyprowadzanie i omawianie zagadnień na tablicy
N4	Dodatkowe konsultacje dla zainteresowanych studentów
N5	Internet: wyszukiwanie parametrów dla potrzebnych materiałów poprzez wyszukiwarki

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W02	Ocena z programu
F2	PEK_W03	Ocena z programu
F3	PEK_W03	Kolokwium zaliczeniowe
F4	PEK_W04	Kolokwium zaliczeniowe i program zaliczeniowy
P		Zaliczenie w formie pisemno- ustnej. Ocena z napisanego sprawozdania do programu końcowego.

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	S. Adachi, Properties of Semiconductor Alloys: Group-IV, III-V, and II-VI Semiconductors, Wiley (2009).
2	Metody algebraiczne rozwiązywania równania Schrodingera. W. Salejda, M.H. Tyc, M. Just, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002.
Literatura uzupełniająca	
1	Artykuły w Applied Physics Letters, Journal of Applied Physics i innych czasopismach.

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Prof. Robert Kudrawiec
E-mail:	Robert.Kudrawiec@pwr.edu.pl

**Projektowanie układów optycznych (GK)**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Projektowanie układów optycznych (GK)
Nazwa w języku angielskim	Optical system design
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50		50		
Forma zaliczenia	Zaliczenie				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	4				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.88				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Wiedza dotycząca podstawowych praw optyki geometrycznej
----	---

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	zapoznanie się z zagadnieniami optyki geometrycznej i falowej niezbędnymi do zrozumienia projektowania prostych układów optycznych
C2	zdobycie umiejętności implementowania procedury śledzenia biegu promienia
C3	Zdobycie umiejętności sprawnego posługiwania się oprogramowaniem służącym do projektowania i optymalizowania układów optycznych
C4	rozumienie zagadnień związanych z oceną jakości odwzorowania układów optycznych, wpływu różnych czynników na jakość odwzorowania
C5	zdobycie umiejętności zaprojektowania prostego układu optycznego, spełniającego określone kryteria wraz z umiejętnością jego optymalizacji

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	ma podstawową wiedzę z zakresu projektowania układów optycznych
PEU_W02	zna i rozumie podstawowe rodzaje wad odwzorowania zaniżające jakość odwzorowania i zna sposoby ich korekcji
PEU_W03	posiada wiedzę z zakresu podstawowych konstrukcji układów optycznych
Z zakresu umiejętności:	

PEU_U01	potrafi zaprojektować prosty układ optyczny o określonych parametrach, określić jego odwzorowanie oraz dokonać prostej optymalizacji
PEU_U02	potrafi posługiwać się specjalistycznym oprogramowaniem służącym do określania właściwości układów optycznych
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Potrafi wyszukiwać informacje oraz jej krytycznie je analizować
PEU_K02	rozumie konieczności samokształcenia, w tym poprawiania umiejętności koncentracji uwagi i skupienia się na rzeczach istotnych oraz rozwijania zdolności do samodzielnego stosowania posiadanej wiedzy i umiejętności

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Jak obliczyć pierwszy, przybliżony opis układu optycznego -procedura śledzenia biegu promienia w przybliżeniu paraksjalnym,	2
Wy2	Odejście od przybliżenia małych kątów- sposoby opisu aberracji geometrycznych, chromatyzm	2
Wy3	Kryteria oceny jakości odwzorowania, granica dobrego odwzorowania	2
Wy4	Różne rozwiązania układów optycznych – od soczewki pejzażowej po obiektyw szerokokątny, obiektywy achromatyczne, okulary lunetowe, obiektywy mikroskopowe	2
Wy5	Jak zoptymalizować układ pod kątem jakości odwzorowania	2
Wy6	Rola przysłon w układach optycznych	2
Wy7	Wiązka gaussowska i jej transformacja w układzie optycznym	2
Wy8	Zaliczenie	1
Suma godzin		15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie	2
La2	Zapoznanie z programem OSLO zajęcia 1	2
La3	Zapoznanie z programem Oslo, zajęcia 2	2
La4	Zapoznanie z programem Oslo, zajęcia 3	2
La5	Projekt spektroskopu zajęcia 1	2
La6	Projekt spektroskopu zajęcia 2	2
La7	Pojedyncza soczewka, wyznaczenie charakterystyk aberracyjnych, chromatyzm, optymalizacja odwzorowania	2
La8	Rola przysłon w układzie optycznym -projekt soczewki krajobrazowej	2
La9	Najprostszy zoptymalizowany obiektyw -projekt dubletu achromatycznego.	2
La10	Luneta Keplera o określonym powiększeniu, projekt wstępny, rola źrenic, pole widzenia, winietowanie	2
La11	Luneta Keplera o określonym powiększeniu, rozbudowa projektu o obiektyw i okular Huygensa	2
La12	Obiektyw o zmiennym powiększeniu – zoom optyczny, zajęcia 1	2
La13	Obiektyw o zmiennym powiększeniu – zoom optyczny, zajęcia 2	2
La14	Odwzorowanie wiązki gaussowskiej przez układ optyczny	2
La15	Zaliczenie	2
Suma godzin		30

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

N1	Wykład
N2	Udostępnione materiały
N3	Konsultacje

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01- PEU_U02	Sprawozdania



P1 (wykład)	PEU_W01- PEU_W03	Kolokwium
P2 (laboratorium)		Średnia ocen ze sprawozdań
P		Ocena uwzględniająca P1 i P2

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

Literatura podstawowa	
1	Jerzy Nowak, Marek Zajac: "Odwzorowanie w układach optycznych", Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2011
2	F. Ratajczyk, „Instrumenty optyczne” Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej 2002
3	Eugene Hecht, Optyka, PWN, Warszawa 2012
4	Maksymilian Pluta, Mikroskopia Optyczna, PWN, Warszawa, 1982
Literatura uzupełniająca	
1	Warren Smith “Modern Optical Engineering” Mc-Graw Hill
2	R. R. Shannon “The art and science of optical design” Cambridge University press 1997
3	H. Gross (Ed) “Handbook of Optical System
4	R. Józwicki „Podstawy inżynierii fotonicznej”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 2006

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	Dr hab. inż. Agnieszka Popiołek-Masajada
E-mail:	Agnieszka.Masajada@pwr.edu.pl

**Światłowody i struktury fotoniczne**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Światłowody i struktury fotoniczne
Nazwa w języku angielskim	Optical fibers and photonic structures
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50		50		
Forma zaliczenia	Zaliczenie		Zaliczenie		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.22		1.22		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Podstawowa wiedza w zakresie optyki falowej i instrumentalnej (WIEDZA)
2.	Umiejętność prowadzenia eksperymentów, opracowania wyników i przygotowywania sprawozdania (UMIEJĘTNOŚCI)
3.	Umiejętność obsługi prostych przyrządów optycznych (UMIEJĘTNOŚĆ)

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Zdobycie wiedzy na temat budowy i zasady działania falowodów planarnych, światłowodów cylindrycznych, światłowodów specjalnych oraz fotonicznych
C2	Zdobycie wiedzy na temat technologii wytwarzania światłowodów różnych typów
C3	Zdobycie wiedzy na temat podstawowych parametrów charakteryzujących właściwości propagacyjne falowodów planarnych oraz światłowodów
C4	Zdobycie wiedzy na temat pasywnych i aktywnych elementów sieci światłowodowych oraz sposobów ich charakteryzacji
C5	Zdobycie wiedzy na temat zastosowań światłowodów w telekomunikacji oraz metrologii

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Szczegółowa i podbudowana teoretycznie wiedza z zakresu propagacji światła w strukturach fotonicznych, w tym falowodach planarnych, światłowodach cylindrycznych i światłowodach fotonicznych
PEU_W02	Szczegółowa i podbudowana teoretycznie wiedza z zakresu wykorzystania falowodów planarnych i

	światłowodów do przesyłania i przetwarzania informacji, a także w metrologii optycznej
PEU_W03	Szczegółowa i podbudowana teoretycznie wiedza dotycząca struktury, sposobu wytwarzania i parametrów funkcjonalnych struktur falowodowych różnych typów
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Umiejętność praktycznego obchodzenia się ze światłowodami i strukturami fonicznymi, ich pomiarów oraz zastosowań w różnych obszarach techniki.
PEU_U02	Umiejętność wyboru światłowodów/falowodów odpowiedniego rodzaju do konkretnego zastosowania
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Zrozumienie potrzeby ciągłego samokształcenia, wynikającego z konieczności nadążania za rozwojem technologii fonicznych i potrzebą samodzielnego poznawania najnowszych trendów z tej dziedziny
PEU_K02	Zrozumienie potrzeby współdziałania w zespole mającego na celu kreatywne rozwiązywanie problemów

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Równania Maxwella, fale typu TE i TM odbicie i załamanie fali E-M na granicy dwóch dielektryków, współczynniki Fresnela	2
Wy2	Całkowite wewnętrzne odbicie	2
Wy3	Falowod planarny, falowod paskowy	2
Wy4	Struktura modowa i równanie charakterystyczne dla falowodu planarnego	2
Wy5	Światłowod cylindryczny, rozwiązanie równań Maxwella dla struktury o symetrii osiowej	2
Wy6	Równanie charakterystyczne, przybliżenie światłowodu słabo przewodzącego	2
Wy7	Konwencja modów hybrydowych i liniowo spolaryzowanych	2
Wy8	Światłowod jednomodowy	2
Wy9	Sposoby wytwarzania światłowodów, przyczyny strat w światłowodach	2
Wy10	Dyspersja w światłowodach wielomodowych i jednomodowych	2
Wy11	Źródła światła stosowane w technice światłowodowej	2
Wy12	Lasery i wzmacniacze światłowodowe	2
Wy13	Światłowody specjalne	2
Wy14	Światłowody foniczne	2
Wy15	Zaliczenie	2
Suma godzin		30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie	3
La2	Spawanie światłowodów	3
La3	Siatki Bragga/wzmacniacz światłowodowy	3
La4	Analiza rozkładu dalekiego pola dla włókien jednomodowych	3
La5	Pomiar transmisji włókien w funkcji długości fali	3
La6	Pomiar drogi zdudnienia w światłowodach dwójmnych	3
La7	Charakteryzacja sprzęgaczy światłowodowych	3
La8	Modele amplitudowego i fazowego czujnika światłowodowego	3
La9	Pomiar dyspersji chromatycznej światłowodów metodą interferencyjną.	3
La10	Wyrównanie zaległości w realizacji programu zajęć	3
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Prezentacja multimedialna (PowerPoint)
N2	Udostępnianie materiałów do wykładu
N3	Instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych
N4	Konsultacje
N5	Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do ćwiczeń i zaliczenia

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 (laboratorium)	PEK_U01, PEK_U02, PEK_K01, PEK_K02.	Ocena końcowa z laboratorium jako średnia wszystkich ocen za odpowiedzi ustne i sprawozdania
F2 (wykład)	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03	Kolokwium zaliczeniowe z całości materiału: 6-8 pytań otwartych
P1 (laboratorium)		= średnia ocen F1
P2 (wykład)		= F2

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

Literatura podstawowa	
1	B. E. A. Saleh, M. C. Teich, <i>Fundamentals of Photonics</i> , Wiley Series 2007
2	A.Yariv, P. Yeh, <i>Photonics: Optical Electronics in Modern Communications</i> , Oxford University Press, 2006
3	I. Kaminow, T. Li, and A. E. Willner, <i>Optical Fiber Telecommunications</i> , Fifth Edition: Systems and Networks (Optics and Photonics), Elsevier 2008
4	B. Ziętek, <i>Optoelektronika</i> , Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, 2011
Literatura uzupełniająca	
1	A. Majewski, <i>Podstawy techniki światłowodowej: zagadnienia wybrane</i> , Oficyna Wydawnicza PW, 2000
2	M. Marciniak, <i>Łączność Światłowodowa, WKŁ</i> , 1998
3	G. Keiser, <i>Optical Fiber communications</i> , 3 <sup>rd</sup> ed., McGrawHill, 2000
4	A. Mendez, T. F. Morse, <i>Specialty Optical Fibers Handbook</i> , Academic Press, 2007
5	Sh.Yin, P. B. Ruffin, F.T.S. Yu, <i>Fiber Optic Sensors</i> , CRC Press, 2008

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	Prof. dr hab. Wacław Urbańczyk, Dr inż. Tadeusz Martynkien
E-mail:	waclaw.urbanczyk@pwr.wroc.pl, tadeusz.martynkien@pwr.wroc.pl

**Technologie mikro- i optoelektroniczne (GK)**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Technologie mikro- i optoelektroniczne (GK)
Nazwa w języku angielskim	Micro and optoelectronic technologies
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50		50		
Forma zaliczenia	Zaliczenie				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	4				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2.44				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Wiedza z zakresu fizyki ogólnej
2.	Kompetencje w zakresie docierania do uzupełniających obszarów wiedzy i umiejętności
3.	Kompetencje organizacyjne związane z przekazem informacji

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Nabywanie wiedzy z zakresu zastosowania nanostruktur w konstrukcji zaawansowanych elementów opto- i mikroelektronicznych, sensorów i elementów pamięci
C2	Nabywanie wiedzy na temat zastosowania nanostruktur w elementach mikrofluidycznych oraz magazynowania energii
C3	Zapoznanie studentów z obecnym stanem oraz trendami rozwojowymi zastosowań nanostruktur
C4	Zapoznanie studentów z procesem technologicznym wytwarzania wybranego elementu wykorzystującego nanostrukturę
C5	Opanowanie umiejętności studiowania literatury i prezentacji wiedzy w zakresie zastosowań nanostruktur w konstrukcji elementów i systemów

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	rozumie znaczenie nanoinżynierii i jej zastosowań oraz jej pozycję w obszarze nauk technicznych
PEU_W02	ma szczegółową wiedzę z zakresu nanostruktur i nanokryształów półprzewodnikowych obejmującą metody ich klasyfikacji, wytwarzania, badania i zastosowań

PEU_W03	ma szczegółową wiedzę z zakresu projektowania i wytwarzania struktur niskowymiarowych pozwalającą na zaprojektowanie struktury o zadanych własnościach fizycznych
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; potrafi dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie
PEU_U02	potrafi pracować indywidualnie i w zespole; potrafi kierować małym zespołem w sposób zapewniający realizację zadania w założonym terminie
PEU_U03	potrafi przygotować i przedstawić prezentację ustną i multimedialną w języku polskim i obcym na temat realizacji badań oraz poprowadzić dyskusję dotyczącą przedstawionej prezentacji
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	rozumie potrzebę ciągłego dokształcania, w tym samo dokształcania; umie i rozumie potrzebę uczenia się samodzielnie i w grupie
PEU_K02	potrafi pracować samodzielnie i w grupie, umie przyjąć na siebie rolę kierowniczą

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Nanostruktury: definicje, klasyfikacja, materiały, obszary zastosowań	2
Wy2	Miniaturyzacja a skalowanie, nowe właściwości funkcjonalne nanostruktur	2
Wy3	Przegląd podstawowych procesów technologicznych wytwarzania i modyfikacji właściwości nanostruktur	2
Wy4	Wytwarzanie warstw i struktur niskowymiarowych półprzewodników złożonych (technologie CVD, MOVPE, MBE)	2
Wy5	Samorganizujące się struktury półprzewodnikowe: studnie, druty, kropki kwantowe – wytwarzanie, charakteryzacja, zastosowanie w przyrządach	2
Wy6	Litograficzne i Nielitograficzne metody wytwarzania nanostruktur: nanopodłoża, nanolaminaty	2
Wy7	Wytwarzanie i zastosowanie kryształów fotonicznych	2
Wy8	Właściwości, wytwarzanie i zastosowanie indywidualnych nanocząstek: nanaorurki węglowe, fulereny, nonodiamant, DLC, ND, grafen	2
Wy9	Właściwości, wytwarzanie i zastosowanie warstwowych materiałów dwuwymiarowych (BN, dichalkogenki metali przejściowych)	2
Wy10	Przykłady zastosowania nanostruktur w przyrządach elektronicznych	2
Wy11	Sensory gazów i bio-sensory na bazie nanostruktur	2
Wy12	Przykłady zastosowania nanostruktur w przyrządach optoelektronicznych: lasery i detektory	2
Wy13	Wytwarzanie i zastosowania funkcjonalnych materiałów gradientowych	2
Wy14	Nowe zastosowania nanostruktur: tranzystory 3D, nano-sensory i nanonarzędzia	2
Wy15	Problemy bezpiecznego i świadomego stosowania nanostruktur w przyrządach	2
Suma godzin		30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Organizacja i działanie nowoczesnego laboratorium półprzewodnikowego (clean room)	3
La2	Infrastruktura i aparatura technologiczna do wytwarzania elementów mikro- i optoelektronicznych	3
La3	Proces technologiczny wytwarzania elementów półprzewodnikowych	3
La4	Osadzanie struktur przyrządowych AIIIBV(N) techniką MOVPE	3
La5	Nowoczesne technologie odwzorowania i wytwarzania masek	3
La6	Zastosowanie techniki fotolitografii	3
La7	Zastosowanie techniki elektronolitografii	3
La8	Techniki CVD w procesie wytwarzania elementów (PECVD, ICPCVD, RIE)	3
La9	Wykonywanie ścieżek i połączeń metalicznych (technika PVD)	3
La10	Pomiary międzyoperacyjne i charakteryzacja wytworzonych elementów (AFM, SEM, pomiary optyczne/elektryczne)	3
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykłady problemowe – metoda tradycyjna

N2	Praca własna – przygotowanie do wykładu
N3	Konsultacje
N4	Praca własna – przygotowanie do laboratorium
N5	Laboratorium

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01 PEK_U02 PEK_K01	odpowiedzi ustne, kolokwium
F2	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03 PEK_K02	wystąpienia przygotowane dla podanego zagadnienia
F3 (wykład)	PEK_W01 PEK_W02 PEK_W03	Zaliczenie
P1		= 0,5· F1 + 0,5·F2
P2 (wykład)		= F3
P		= 0,5· P1 + 0,5·P2

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

Literatura podstawowa	
1	Marc J. Madou, Fundamentals of Microfabrication and Nanotechnology, Third Edition, Boca Raton, USA, 2011
2	G. Cao, Y. Wang, Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications, Second Edition, World Scientific Publishing Co., Pte. Ltd., Singapore, China, 2011
3	Shrestha Surendra, Fundamental of micro/nano fabrication, Scholars Press, Moldova, 2014
Literatura uzupełniająca	
1	Czasopismo: IEEE Nanotechnology Magazine
2	<a href="http://nanotechnology.com">http://nanotechnology.com</a>

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	Prof. dr hab. inż. Regina Paszkiewicz
E-mail:	Regina.Paszkiewicz@pwr.edu.pl

**Wstęp do fizyki dielektryków (GK)**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Wstęp do fizyki dielektryków (GK)
Nazwa w języku angielskim	Introduction to the physics of dielectrics
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50		50		
Forma zaliczenia	Zaliczenie				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	4				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.84				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Kompetencje w zakresie podstaw analizy matematycznej i algebry, fizyki ogólnej oraz podstaw fizyki ciała stałego.
2.	Kompetencje w zakresie prowadzenia pomiarów fizycznych, opracowania i prezentacji wyników pomiarów.
3.	Kompetencje w zakresie statystycznej analizy wyników pomiarów oraz szacowania niepewności pomiarów.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Nabywanie wiedzy w zakresie opisu podstawowych wielkości charakteryzujących dielektryki.
C2	Nabywanie wiedzy i umiejętności uwzględniającej jej aspekty aplikacyjne w zakresie elektrycznych metod pomiarów właściwości dielektrycznych tj. pojemności i zespolonej przenikalności elektrycznej, piroprądu, nieliniowych pomiarów P-E.
C3	Nabywanie wiedzy w zakresie fenomenologicznego opisu właściwości fizycznych dielektryków, w tym relacji między tymi wielkościami oraz ich związku z symetrią materiału oraz opis przemian fazowych.
C4	Nabywanie wiedzy i umiejętności w zakresie wpływu naprężeń mechanicznych na właściwości fizyczne dielektryków.
C5	Nabywanie wiedzy w zakresie opisu i metod badań optycznych materiałów ferroicznych, w szczególności zjawisk elektrooptycznych Pockelsa i Kerra.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	zna i rozumie podstawowe wielkości fizyczne opisujące właściwości dielektryków oraz metody pomiaru tych wielkości
PEU_W02	posiada wiedzę na temat zjawisk fizycznych zachodzących w dielektrykach liniowych i nieliniowych



PEU_W03	posiada wiedzę na temat opisu fenomenologicznego przemian fazowych oraz osobliwości właściwości fizycznych materiałów w otoczeniu przemian fazowych materiałów dielektrycznych.
PEU_W04	zna specyfikę zjawisk optycznych ferroików a w szczególności właściwości Pockelsa i Kerra.
PEU_W05	ma podstawową wiedzę dotyczącą zasad bezpiecznego eksperymentowania i zna podstawowe zasady bezpieczeństwa i higieny pracy
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	potrafi opisać i zinterpretować pojęcia stosowane do opisu właściwości dielektryków
PEU_U02	potrafi wykorzystać wiedzę z zakresu przemian fazowych do wyjaśnienia i opisu zjawisk zachodzących w dielektrykach liniowych i nieliniowych
PEU_U03	potrafi zaproponować i wykonać pomiary właściwości fizycznych niezbędnych do charakteryzacji różnego typu materiałów dielektrycznych
PEU_U04	potrafi opracować szczegółową dokumentację wyników prowadzonych badań, realizacji eksperymentu lub zadania projektowego
PEU_U05	potrafi ocenić przydatność poznanych metod i technik pomiarowych do konkretnego zadania o charakterze praktycznym oraz wybrać odpowiednie narzędzie i metodę pomiarową
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	rozumie potrzebę udoskonalania swojej wiedzy i umiejętności
PEU_K02	potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role, także kierownicze
PEU_K03	potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy, potrafi określić priorytety służące realizacji określonego zadania
PEU_K04	jest świadom własnych ograniczeń i wie, kiedy należy zwrócić się do doświadczeń ekspertów

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Podział materiałów ze względu na przewodnictwo elektryczne, mechanizmy przewodzenia prądu w różnych materiałach. Dielektryk w stałym i zmiennym polu elektrycznym – podstawowe pojęcia i definicje. Klasyfikacja dielektryków, piezo-, piro- i ferro-elektryki, ferroiki i multiferroiki.	2
Wy2	Mechanizmy oraz rodzaje polaryzacji elektrycznej w dielektrykach. Pole lokalne, makroskopowy model dyspersji Debye'a.	2
Wy3	Metody pomiaru zespolonej pojemności i przenikalności elektrycznej oraz przykłady zastosowania tych metod do badania innych wielkości fizycznych.	2
Wy4	Termodynamika dielektryków, rozwinięcia liniowe oraz tożsamości Maxwella. Związki między właściwościami fizycznymi dielektryków, zjawiska sprzężone.	2
Wy5	Tensorowy opis naprężeń i deformacji. Zjawisko piezoelektryczne, opis tensorowy, i macierzowy. Związek właściwości fizycznych z symetrią materiałów. Metody badania i przykłady zastosowań zjawiska piezoelektrycznego w optyce i nanotechnologii.	2
Wy6	Dielektryki polarne. Zjawisko piroelektryczne: metody badania i przykłady zastosowań, piroelektryczne detektory promieniowania podczerwonego.	2
Wy7	Nieliniowe efekty elektryczne w dielektrykach. Ferroelektryczność.	2
Wy8	Organiczno-nieorganiczne związki dielektryczne. Mechanizmy sterowania pożądanymi właściwościami dielektrycznymi w strukturach hybrydowych.	2
Wy9	Przemiany fazowe, klasyfikacje przemian fazowych, anomalie własności fizycznych w otoczeniu przemian fazowych.	2
Wy10	Ferroelektryczne przejścia fazowe, klasyfikacje i sposoby opisu. Właściwości fizyczne ferroelektryków wykazujących przemiany fazowe drugiego rodzaju.	2
Wy11	Ferroelektryczne przejścia fazowe pierwszego rodzaju – opis fenomenologiczny, temperatury charakterystyczne, przemiany krytyczne, izostrukturalne przemiany fazowe.	2
Wy12	Wpływ ciśnienia hydrostatycznego na ferroelektryczne przejścia fazowe, równania Clapeyrona–Clausiusa i Ehrenfesta, metody badań właściwości fizycznych materiałów w warunkach wysokich ciśnień i naprężeń.	2
Wy13	Metody opisu i badania właściwości termicznych ferroików, kalorymetria, dylatometria i przewodność cieplna.	2
Wy14	Właściwości optyczne ferroików, dwójłomność spontaniczna i wymuszona, zjawiska Pockelsa i Kerra.	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe.	2
Suma godzin		30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Pomiary przenikalności dielektrycznej, sprawdzanie prawa Curie-Weissa	3
La2	Sprawdzanie prawa Malusa. Badanie dwójłomności wymuszonej polem elektrycznym – efekt Pockelsa. Badanie nieliniowych efektów elektrooptycznych w dielektrykach.	3
La3	Pomiary dwójłomności spontanicznej ferroelektryków.	3
La4	Badanie prostego i odwrotnego zjawiska piezoelektrycznego.	3
La5	Badanie pojemności elektrycznej układów złożonych.	3
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład tradycyjny.
N2	Zajęcia w laboratorium – dyskusja sposobów wykonania pomiarów, opracowania i interpretacji wyników pomiarów, ocena sprawozdań/raportów
N3	Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego.
N4	Konsultacje.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 – PEU_W04; PEU_K01; PEU_K04	Kolokwium zaliczeniowe
F2	PEU_W05; PEU_U01 – PEU_U05; PEU_K01 – PEU_K04	Ocena sprawozdań.
P1	PEU_W01 – PEU_W04; PEU_K01; PEU_K04	Kolokwium zaliczeniowe
P2	PEU_W05; PEU_U01 – PEU_U05; PEU_K01 – PEU_K04	Ocena sprawozdań.
P		= 0.25*P1 + 0.75*P2

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura podstawowa	
1	A. Ciżman, R. Poprawski, A. Sieradzki, Dielectric Physics, Introduction to Selected Problems of Dielectric Physics, PrintPAP Łódź, 2011.
2	A. Chełkowski, Fizyka dielektryków, PWN.
3	Zagadnienia fizyki dielektryków; praca zbiorowa pod red. T. Krajewskiego, W.K.Ł..
4	M.E. Lines and A.M. Glass, Principles and application of ferroelectrics and related materials, Clarendon Press, Oxford.
5	B.A. Strukov and A. P. Levanyuk, Ferroelectric Phenomena in Crystals Springer, Berlin, Heidelberg
6	J Klamut, K. Durczewski, J. Sznajd, Wstęp do fizyki przejść fazowych, Osolineum.
7	J.F. Nye, Physical Properties of Crystals- their representation by tensors and matrices, Oxford
8	Y.Xu, Ferroelectric materials and their applications, North–Holland
Literatura uzupełniająca	
1	J. Toledano, P. Toledano, The Landau Theory of phase transitions, World Scientific
2	G. Grimvall, Thermophysical properties of materials, North–Holland
3	J.F. Scott, Ferroelectric Memories, Springer Series in Advanced Microelectronics 3, Berlin, Heidelberg
4	Wybrane artykuły przeglądowe z czasopism naukowych i popularnonaukowych.

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

Imię i nazwisko:	Dr hab. inż. Adam Sieradzki, profesor uczelni
E-mail:	adam.sieradzki@pwr.edu.pl

**Wstęp do fizyki obliczeniowej (GK)**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Wstęp do fizyki obliczeniowej (GK)
Nazwa w języku angielskim	Introduction to computational physics
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	25		50		
Forma zaliczenia	Zaliczenie				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.88				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Zaliczony kurs Wstęp do programowania.
2.	Chęć poszerzenia swoich umiejętności programistycznych.
3.	Chęć rozszerzenia swojej wiedzy matematycznej oraz wiedzy związanej z obliczeniami numerycznymi.
4.	Chęć rozwiązywania problemów przy pomocy komputera.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Pogłębienie i uzupełnienie umiejętności programistycznych w Pythonie.
C2	Poznanie kilku zaawansowanych technik programowania w Pythonie.
C3	Poznanie kilku podstawowych bibliotek procedur numerycznych pozwalających rozwiązać różne problemy matematyczne oraz fizyczne.
C4	Praktycznie zapoznanie się z różnymi metodami numerycznymi.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Wie jak tworzyć zaawansowane funkcje w Pythonie.
PEU_W02	Zna różne metody numeryczne pozwalające na rozwiązywanie różnorodnych problemów matematycznych oraz fizycznych.
PEU_W03	Wie jak tworzyć różne formy wykresów.
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Umiejętność tworzenia i stosowania zaawansowanych funkcji w Pythonie.

PEU_U02	Umiejętność posługiwania się różnymi bibliotekami procedur numerycznych.
PEU_U03	Umiejętność w formie graficznej prezentacji otrzymanych wyników obliczeniowych.
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Umie posługiwać się fachowym językiem w celu: poprawnego sformułowania pytania, zrozumienia odpowiedzi czy też wyjaśnieniu problemu drugiej osobie.
PEU_K02	Rozumie potrzebę samodzielnego zdobywania wiedzy.
PEU_K03	Rozumie potrzebę poszerzenia swojej wiedzy z programowania.
PEU_K04	Rozumie potrzebę poszerzenia swojej wiedzy z matematyki i metod numerycznych.

## TRZĘCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Informacje wstępne. Jupyter – wygodne środowisko pracy do obliczeń i wizualizacji danych w Pythonie.	1
Wy2	Wektory jedno i wielowymiarowe – tworzenie oraz operacje (biblioteka numpy). Rozpakowywanie argumentów. Argumenty nazwane. Funkcje anonimowe.	2
Wy3	Wizualizacji danych – wykresy 2D oraz 3D. (biblioteka matplotlib). Funkcje wyższego rzędu. Przestrzenie nazw.	2
Wy4	Interpolacja. Aproksymacja liniowa i nieliniowa, rozwiązywanie układu równań liniowych.(biblioteka scipy)	2
Wy5	Pierwiastki równań nieliniowych. Szukanie minimum funkcji.	2
Wy6	Rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych.	2
Wy7	Obliczenia symboliczne (biblioteka sympy). Statystyka. Elementy uczenia maszynowego.	2
Wy8	Zaliczenie wykładu.	2
Suma godzin		15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wstęp. Jupyter – środowisko pracy.	2
La2	Zbiory oraz słowniki. Przypomnienie wiadomości związanych z kursem Wstęp do programowania w Pythonie.	2
La3	Wektory jednowymiarowe – tworzenie oraz operacje. Funkcje – argumenty nazwane oraz rozpakowywanie argumentów.	2
La4	Wektory wielowymiarowe. Macierze. Funkcje anonimowe. Zmienne lokalne, nielokalne oraz globalne. Funkcje wyższego rzędu	2
La5	Sprawdzian cząstkowy 1	2
La6	Proste wykresy 2D. Funkcje wyższego rzędu.	2
La7	Bardziej zaawansowane tworzenie wykresów. Wykresy typu 3D.	2
La8	Interpolacja wielomianowa. Aproksymacja liniowa oraz nieliniowa.	2
La9	Rozwiązywanie równań nieliniowych. Szukanie minimum funkcji.	2
La10	Sprawdzian cząstkowy 2	2
La11	Równania różniczkowe pierwszego rzędu.	2
La12	Równania różniczkowe wyższego rzędu.	2
La13	Obliczenia symboliczne – różniczkowanie i całkowanie	2
La14	Rozwiązywanie zadań.	2
La15	Sprawdzian.	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład w formie tradycyjnej z wykorzystaniem prezentacji komputerowej.
N2	Omawianie przykładowych programów.
N3	Listy zadań. Praca samodzielna. Indywidualne/grupowe rozwiązywanie zadań oraz rozmowy na zajęciach.
N4	Konsultacje pozwalające na uzupełnienie treści programowych.

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01, PEU_W02, PEU_W03, PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_K01, PEU_K03, PEU_K03, PEU_K04	Kolokwium
F2	PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_K01, PEU_K03, PEU_K03, PEU_K04	Sprawdzian
P1 (Wykład)		= F1
P2 (Laboratorium)		= F2
P		= $0,4 \cdot P1 + 0,6 \cdot P2$ jeśli P1 i P2 są pozytywne. W pozostałych przypadkach ocena jest niedostateczna.

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

Literatura podstawowa	
1	Bill Lubanovic, Python Nowoczesne programowanie w prostych krokach, Wyd II, Helion 2021
2	Mark Lutz, Python. Wprowadzenie, Wyd V Helion 2020
3	Robert Johansson, Matematyczny Python. Obliczenia naukowe i analiza danych z użyciem NumPy, SciPy i Matplotlib, Helion 2021
4	Naomi Ceder, PYTHON SZYBKO I PROSTO, Wyd III, Helion 2019
5	Notatki do wykładu w formie elektronicznej udostępnione na stronie internetowej wykładowcy/stronie kursu(e-portal)
Literatura uzupełniająca	
1	C. Gynvael, Zrozumieć programowanie, PWN 2016
2	<a href="https://numpy.org/">https://numpy.org/</a>
3	<a href="https://scipy.org/">https://scipy.org/</a>
4	<a href="https://www.sympy.org">https://www.sympy.org</a>
5	<a href="https://github.com/pandas-dev/pandas">https://github.com/pandas-dev/pandas</a>

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	Janusz Andrzejewski
E-mail:	Janusz.Andrzejewski@pwr.edu.pl

**Wstęp do optyki kwantowej (GK)**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Wstęp do optyki kwantowej
Nazwa w języku angielskim	Introduction to quantum optics
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50	50			
Forma zaliczenia	Zaliczenie				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	4				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.88				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Wiedza w zakresie mechaniki kwantowej
2.	Wiedza matematyczna w zakresie analizy matematycznej i podstaw algebry

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Przekazanie wiedzy na temat podstaw optyki kwantowej
C2	Przegląd wybranych zastosowań optyki kwantowej

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Posiada podstawową wiedzę na temat kwantowego opisu promieniowania i jego oddziaływania z materią
PEU_W02	Ma poszerzoną wiedzę pozwalającą zrozumieć zjawiska kwantowe w zakresie oddziaływania światła z materią oraz ich zastosowania w informatyce kwantowej i w innych technologiach kwantowych
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Potrafi analizować zjawiska optyki kwantowej wykorzystując poznane metody opisu teoretycznego, a także dokonywać ich analizy jakościowej i ilościowej, oraz weryfikować prawidłowość otrzymywanych wyników
PEU_U02	Posiada umiejętność samodzielnego uczenia się, również z krytycznym wykorzystaniem literatury, baz danych oraz innych źródeł, a także potrafi integrować i weryfikować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji oraz wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie na temat zjawisk optyki kwantowej i jej zastosowań
Z zakresu kompetencji społecznych:	

PEU_K01	Zna ograniczenia własnej wiedzy, rozumie potrzebę dalszego kształcenia i poszerzania kompetencji
PEU_K02	Wykazuje kreatywność w rozwiązywaniu zagadnień i problemów fizycznych

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Optyka klasyczna - powtórzenie	4
Wy2	Przejścia promieniste – opis fenomenologiczny	4
Wy3	Statystyka fotonów	4
Wy4	Grupowanie i antygrupowanie fotonów	4
Wy5	Światło koherentne i ścięśnione	4
Wy6	Stany własne liczby fotonów	4
Wy7	Oddziaływanie światła z materią: opis półklasyczny	6
Suma godzin		30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Wy1	Mechanika kwantowa – powtórzenie	2
Wy2	Klasyczny opis światła	2
Wy3	Przejścia optyczne i linie emisyjne	3
Wy4	Statystyka fotonów i statystyka zdarzeń detekcyjnych	3
Wy5	Koherencja i interferometria natężeniowa	3
Wy6	Kolokwium	2
Suma godzin		15

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

N1	Wykład informacyjny wspomagany materiałem graficznym z elementami dyskusji problemowej
----	--

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1	PEK_W01,02, PEK_U01,02, PEK_K01,02	Kolokwium zaliczeniowe

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

Literatura podstawowa	
1	M. Fox, Quantum Optics. An Introduction (Oxford 2006)
2	P. Machnikowski, Optyka kwantowa (skrypt)
Literatura uzupełniająca	
1	M. O. Scully, M. S. Zubairy, Quantum Optics (Cambridge 1997)
2	C.C. Gerry, P.L. Knight, Wstęp do optyki kwantowej (PWN 2007)
3	Stanisław Kryszewski, Quantum Optics, <a href="http://iftia9.univ.gda.pl/~sjk/QO-SK.pdf">http://iftia9.univ.gda.pl/~sjk/QO-SK.pdf</a>
4	R. Tanaś, Wykłady z optyki kwantowej, <a href="http://zon8.physd.amu.edu.pl/~tanas/optkwant.pdf">http://zon8.physd.amu.edu.pl/~tanas/optkwant.pdf</a>

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	Prof. dr hab. Paweł Machnikowski
E-mail:	Pawel.Machnikowski@pwr.edu.pl

**Źródła i detektory (GK)**

Wydział	Podstawowych Problemów Techniki
Nazwa w języku polskim	Źródła i detektory (GK)
Nazwa w języku angielskim	Sources and detectors
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna
Specjalność	Nanoinżynieria
Stopień	I stopień
Forma	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	25		50		
Forma zaliczenia	Zaliczenie				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.28				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1.	Wiedza z zakresu podstaw Fizyki Współczesnej oraz elementów Fizyki Ciała Stałego i Fizyki Półprzewodników
2.	Wiedza z zakresu podstaw elektrotechniki
3.	Umiejętność wykonania podstawowych pomiarów elektrycznych
4.	Znajomość metod obliczania niepewności pomiarowych

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Zdobycie wiedzy w zakresie podstaw działania źródeł i detektorów promieniowania elektromagnetycznego.
C2	Nabycie umiejętności przeprowadzenia podstawowych pomiarów fotoelektrycznych źródeł i detektorów promieniowania elektromagnetycznego.
C3	Nabycie umiejętności zredagowania raportu z wykonanych pomiarów podstawowych parametrów detektorów i źródeł promieniowania elektromagnetycznego.
C4	Nabycie umiejętności pracy w zespole

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Zna i rozumie podstawy fizyczne działania źródeł i detektorów promieniowania elektromagnetycznego
PEU_W02	Zna aparaturę i zasady pomiarów podstawowych parametrów źródeł i detektorów promieniowania elektromagnetycznego
Z zakresu umiejętności:	



PEU_U01	Potrafi zestawić prosty układ do pomiaru podstawowych parametrów detektorów i źródeł promieniowania elektromagnetycznego i wykonać ich pomiary
PEU_U02	Potrafi zredagować raport z wykonanych pomiarów podstawowych parametrów detektorów i źródeł promieniowania elektromagnetycznego
PEU_U03	Potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Potrafi poszukiwać rozwiązania i realizować postawione zadania w zespole .
PEU_K02	Rozumie potrzebę samokształcenia

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Podział widma promieniowania e.m., prawa promieniowania ciała doskonale czarnego i ciał rzeczywistych. Termiczne źródła promieniowania.	2
Wy2	Działanie wybranych przyrządów półprzewodnikowych: złącze p-n, tranzystor polowy i bipolarny.	2
Wy3	Efekt fotowoltaiczny na złączu p-n. Zasada działania fotodiody, ogniwa słonecznego, przyrządów CCD.	2
Wy4	Klasyfikacja detektorów promieniowania e.m; kryteria oceny, parametry, układy pomiarowe służące do charakteryzacji detektorów.	2
Wy5	Detektory fotonowe. Zasada działania, rodzaje i parametry użytkowe.	2
Wy6	Detektory termiczne. Zasada działania, rodzaje i parametry użytkowe.	2
Wy7	Zjawisko luminescencji w ciałach stałych. Lasery półprzewodnikowe i diody elektroluminescencyjne.	2
Wy8	Test zaliczeniowy	1
Suma godzin		15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wstęp	1
La2	Wyznaczenie charakterystyki widmowej termicznego źródła promieniowania (halogen).	3
La3	Wyznaczenie charakterystyki widmowej nietermicznego źródła promieniowania (LED).	3
La4	Wyznaczanie czułości widmowej, wydajności kwantowej i detekcyjności detektora fotoprzewodzącego (PbS).	3
La5	Wyznaczenie charakterystyk prądowo-napięciowych (I-V) fotodiody w funkcji natężenia oświetlenia oraz charakterystyk I-V LED.	3
La6	Wyznaczenie czułości globalnej detektora piroelektrycznego.	3
La7	Zajęcia odróbkowe.	2
Studenci wykonują 4 ćwiczenia w czasie 3 godzin. W laboratorium może przebywać jednocześnie nie więcej niż 10 studentów.		
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład tradycyjny z prezentacjami multimedialnymi uzupełniony demonstracjami zjawisk fizycznych.
N2	E-materiały do wykładu i laboratorium umieszczone w Internecie.
N3	Konsultacje i kontakt pocztą elektroniczną.
N4	Praca własna – przygotowanie do zajęć laboratoryjnych i do testu zaliczeniowego.
N5	Instrukcje – wstęp teoretyczny do zestawów laboratoryjnych.

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03	Odpowiedź ustna w trakcie realizacji ćwiczeń i raport z ćwiczeń

F2	PEU_W01 PEU_W02	Testy i aktywność na wykładzie
F3		Test zaliczeniowy
P1		= średnia ze wszystkich ocen F1
P2		= F3 z uwzględnieniem F2
P		$(P1+P2)/2$

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

Literatura podstawowa	
1	Materiały do wykładu i do laboratorium ( wstępy teoretyczne oraz instrukcje robocze), dostępne poprzez internet : <a href="https://popko.wppt.pwr.edu.pl">https://popko.wppt.pwr.edu.pl</a>
2	E.Płaczek-Popko, „Fizyka odnawialnych źródeł energii” Skrypt DBC
3	J.Piotrowski i in. „Półprzewodnikowe detektory podczerwieni” WNT (1985).
4	J.Hennel „Podstawy elektroniki półprzewodnikowej” WNT Warszawa 1995.
5	W.Domtroder „Spektroskopia laserowa” PWN (1993)
Literatura uzupełniająca	
1	Liczne publikacje nt. detektorów promieniowania, katalogi producentów źródeł promieniowania i detektorów (np. Hamamatsu, Thorlabs).
2	R.Nowicki, "Pomiary energii promienistej", WNT (1969).
3	D.A.Neamen „Semiconductor Physics and Devices”, ed. McGraw-Hill, 2012

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Imię i nazwisko:	Prof. dr hab. Ewa Popko
E-mail:	Ewa.popko@pwr.edu.pl