

OPIS PRZEDMIOTU/MODUŁU KSZTAŁCENIA (SYLABUS)

Przedmiot składa się z dwóch modułów, realizowanych w kolejnych połowach semestru. Oceny za poszczególne moduły zdobywane są niezależnie, a ocena końcowa jest średnią ocen uzyskanych z obu modułów. Do zaliczenia całego kursu konieczne jest zaliczenie obu jego części.

1.	Nazwa przedmiotu/modułu w języku polskim przedmiot: Wybrane metody współczesnej fizyki teoretycznej 1 moduł (pierwszy): Programowanie symboliczne
2.	Nazwa przedmiotu/modułu w języku angielskim course: Selected tools of modern theoretical physics 1 module (first): Symbolic programing
3.	Jednostka prowadząca przedmiot Instytut Fizyki Teoretycznej
4.	Kod przedmiotu/modułu 24-FZ-S2-E1-Stmtp1
5.	Rodzaj przedmiotu/modułu (<i>obowiązkowy lub fakultatywny</i>) obowiązkowy
6.	Kierunek studiów Fizyka teoretyczna (Master's study of theoretical physics in English)
7.	Poziom studiów (<i>I lub II stopień lub jednolite studia magisterskie</i>) II
8.	Rok studiów (<i>jeśli obowiązuje</i>) I
9.	Semestr (<i>zimowy lub letni</i>) zimowy/pierwsza połowa
10.	Forma zajęć i liczba godzin 15 godzin wykładów i 15 godzin ćwiczeń
11.	Imię, nazwisko, tytuł/stopień naukowy osoby prowadzącej zajęcia Prof. dr. hab. Ziemowit Popowicz
12.	Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych dla przedmiotu/modułu oraz zrealizowanych przedmiotów: Znajomość algebry, analizy matematycznej, elementów mechaniki klasycznej i kwantowej. Zna w minimalnym stopniu język programowania C. Posługuje się jednym z popularnych systemów operacyjnych (preferowany Linux).
13.	Cele przedmiotu Opis programu algebry komputerowej Reduce razem z zastosowaniami. Kształtowanie kompetencji w zakresie praktycznych technik programowania symbolicznego.

14.	<p>Zakładane efekty kształcenia</p> <p><i>Tworzy proste symboliczne programy.</i></p> <p><i>Wykorzystuje poznane metody programowania do rozwiązania wybranych zagadnień fizycznych.</i></p> <p><i>Potrafi przeprowadzić symulacje symboliczne stowarzyszone z numerycznymi obliczeniami i opisać je w pisemnym raporcie.</i></p> <p><i>Zdaje sobie sprawę z konieczności posiadania odpowiednich kompetencji do prawidłowego modelowania różnorodnych zjawisk fizycznych.</i></p>	<p>Symbole kierunkowych efektów kształcenia:</p> <p>K2_W01, K2_W02, K2_W03, K2_W04, K2_U03, K2_U08, K2_K01</p>
15.	<p>Treści programowe</p> <p>algebra komputerowa Reduce, symboliczne programowanie</p>	
16.	<p>Zalecana literatura (<i>podręczniki</i>)</p> <p><i>Manual do Algebry Komputerowej REDUCE</i></p>	
17.	<p>Forma zaliczenia poszczególnych komponentów przedmiotu/modułu, sposób sprawdzenia osiągnięcia zamierzonych efektów kształcenia:</p> <p>wykład: egzamin</p> <p>seminarium:</p> <p>laboratorium:</p> <p>konwersatorium: średnia ocena z rozwiązywanych zadań w czasie zajęć</p> <p>inne:</p>	
18.	<p>Język wykładowy</p> <p>angielski</p>	
19.	<p>Obciążenie pracą studenta</p>	
	<p>Forma aktywności studenta</p>	
	<p>Godziny zajęć (wg planu studiów) z nauczycielem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - wykład: 15 g - ćwiczenia: 15 g - laboratorium: - inne: 	
	<p>Praca własna studenta np.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - przygotowanie do zajęć: 20 g - opracowanie wyników: 10 g - czytanie wskazanej literatury: - napisanie raportu z zajęć: - przygotowanie do egzaminu: 20 g 	
	<p>Suma godzin: 80 g</p>	
	<p>Liczba punktów ECTS: 3</p>	

*objaśnienie symboli:

K (przed podkreśleniem) - kierunkowe efekty kształcenia

W - kategoria wiedzy

U - kategoria umiejętności

K (po podkreśleniu) - kategoria kompetencji społecznych

01, 02, 03 i kolejne - numer efektu kształcenia

COURSE/MODULE DESCRIPTION (SYLLABUS)

The course consists of two modules, running in the consecutive halves of the semester. Marks for completion of each modules are obtained independently, the final mark is the average of marks for each modules. To complete the whole course one need to complete both modules.

1.	Course/module course: Selected tools of modern theoretical physics 1 module (first): Symbolic programing	
2.	University department Institute of Theoretical Physics University of Wrocław	
3.	Course/module code 24-FZ-S2-E1-Stamped1	
4.	Course/module type – mandatory (compulsory) or elective (optional) mandatory	
5.	University subject (programme/major) Theoretical physics (Master's study of theoretical physics in English)	
6.	Degree: (<i>master, bachelor</i>) master	
7.	Year 1st	
8.	Semester (<i>autumn, spring</i>) autumn/1st half	
9.	Form of tuition and number of hours 15 h lectures, 15 h exercises	
10.	Name, Surname, academic title Prof. dr. hab. Ziemowit Popowicz	
11.	Initial requirements (knowledge, skills, social competences) regarding the course/module and its completion knowledge from algebra, mathematical analysis, classical and quantum mechanics	
12.	Objectives description of computer algebra Reduce	
13.	Learning outcomes Create simple symbolic programs. Usues recognized programs for solving particular physics problems. Knows how to use the symbolic programing connected with numerical computations and describe it in written raport.	Outcome symbols: K2_W01, K2_W02, K2_W03, K2_W04, K2_U03, K2_U08, K2_K01
14.	Content	

	The main subject of this lecture is the description of computer programming algebra. The vast applications of this computer program will be presented.
15.	Recommended literature manual of Reduce
16.	Ways of earning credits for the completion of a course /particular component, methods of assessing academic progress: lecture: exam class: average grade of solved problems during classes laboratory: seminar: other:
17.	Language of instruction English
18.	Student's workload
	Activity
	Hours of instruction (as stipulated in study programme) : - lecture: 15 h - classes: 15 h - laboratory: - other:
	student's own work, e.g.: - preparation before class (lecture, etc.) 20 h - research outcomes: 10 h - reading set literature: - writing course report: - preparing for exam: 20 h
	Hours: 80 h
	Number of ECTS: 3

* Key to symbols:

K (before underscore) - learning outcomes for the programme

W - knowledge

U - skills

K (after underscore) - social competences

01, 02, 03 and subsequent - consecutive number of learning outcome

OPIS PRZEDMIOTU/MODUŁU KSZTAŁCENIA (SYLABUS)

1.	Nazwa przedmiotu/modułu w języku polskim przedmiot: Wybrane metody współczesnej fizyki teoretycznej 1 moduł (drugi): Metody przestrzeni Hilberta i reprezentacje grup
2.	Nazwa przedmiotu/modułu w języku angielskim course: Selected tools of modern theoretical physics 1 module (2nd): Hilbert Space Method And Representations of Groups
3.	Jednostka prowadząca przedmiot Instytut Fizyki Teoretycznej
4.	Kod przedmiotu/modułu 24-FZ-S2-E1-Stmtp1
5.	Rodzaj przedmiotu/modułu (<i>obowiązkowy lub fakultatywny</i>) obowiązkowy
6.	Kierunek studiów Fizyka teoretyczna (Master's study of theoretical physics in English)
7.	Poziom studiów (<i>I lub II stopień lub jednolite studia magisterskie</i>) II
8.	Rok studiów (<i>jeśli obowiązuje</i>) I
9.	Semestr (<i>zimowy lub letni</i>) zimowy/druga połowa
10.	Forma zajęć i liczba godzin 15 godzin wykładów i 15 godzin ćwiczeń
11.	Imię, nazwisko, tytuł/stopień naukowy osoby prowadzącej zajęcia Piotr Ługiewicz, dr hab.
12.	Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych dla przedmiotu/modułu oraz zrealizowanych przedmiotów elementy algebry liniowej: grupa, przestrzeń liniowa, liniowa niezależność, odwzorowania liniowe, działania na macierzach, wyznacznik, macierze odwrotne elementy analizy na prostej rzeczywistej: ciągi i szeregi liczbowe, pojęcie zbieżności, funkcje ciągłe, pochodne funkcji, szeregi Taylora, całkowanie elementy analizy na hiperpowierzchniach zanurzonych R^n: różniczkowanie odwzorowań wielu zmiennych, macierz Jacobiego, jakobian, wektory styczne, przestrzeń styczna, lokalna parametryzacja
13.	Cele przedmiotu Kształtowanie kompetencji w zakresie metod matematycznych używanych w fizyce teoretycznej w zakresie: przestrzeni Hilberta, (abstrakcyjnych) szeregów Fouriera, podstawowej teorii operatorów liniowych w przestrzeniach Hilberta, podstawowej teorii algebr i grup Liego, teorii reprezentacji algebr i grup Liego,

	analizy harmonicznej na zwartych grupach Liego.	
14.	<p>Zakładane efekty kształcenia</p> <p>Student zdaje sobie sprawę z konieczności posiadania odpowiednich kompetencji matematycznych dla prawidłowego modelowania i wyjaśniania zjawisk fizycznych. W tym student: potrafi zastosować abstrakcyjną teorię szeregów Fouriera do analizy problemów fizycznych, zna podstawowe kategorie operatorów liniowych i ich zastosowanie w fizyce (np. zna konstrukcje przestrzeni bozonowej i fermionowej Focka w oparciu o operatory rzutu), zna pojęcia algebr i grup Liego i rozumie związki między nimi (w tym potrafi wyliczyć generatory algebr Liego, skonstruować lokalne parametryzacje grup Liego), zna i rozumie podstawowe techniki matematyczne związane z badaniem unitarnych reprezentacji grup Liego (w tym rolę reprezentacji algebr Liego, potrafi budować miary niezmiennicze na grupach Liego, zna zasady konstruowania analizy harmonicznej na grupach Liego).</p>	<p>Symbole kierunkowych efektów kształcenia:</p> <p>K2_W01, K2_W02, K2_W03, K2_W06, K2_U04, K2_U08.</p>
15.	<p>Treści programowe</p> <p>elementarna teoria przestrzeni Hilberta: topologia i geometria przestrzeni Hilberta, twierdzenie o najlepszej aproksymacji, ortogonalizacja Gramma-Schmidta, zupełne układy ortonormalne, iloczyn tensorowy przestrzeni Hilberta, suma prosta przestrzeni Hilberta, przestrzeń dualna przestrzeni Hilberta, twierdzenie o reprezentacji ciągłego funkcjonału, konstrukcja przestrzeni Focka</p> <p>elementarna teoria liniowych operatorów w przestrzeniach Hilberta: ograniczone i nieograniczone operatory, twierdzenie o rozszerzeniu operatora ograniczonego, algebra operatorów ograniczonych, operatory sprzężone, samo-sprzężone, normalne, izometryczne, unitarne, projektory ortogonalne, elementarne twierdzenie spektralne, ograniczone formy półtoraliniowe, twierdzenie o reprezentacji ograniczonej formy półtoraliniowej, iloczyny tensorowe operatorów, sumy proste operatorów liniowych</p> <p>elementy teorii grup i algebr Liego oraz ich reprezentacji: grupa Liego jako hiperpowierzchnia zanurzona w \mathbb{R}^n, jednoparametrowe podgrupy i wektory styczne, algebra Liego jako przestrzeń styczna do grupy Liego, nawias Liego i stałe strukturalne, grupy zwarte i niezwalne, reprezentacje grup, reprezentacje unitarne grup, rozkład reprezentacji na sumę prostą, reprezentacje nieredukowalne, lematy Schura i ich uogólnienia, twierdzenie o rozkładzie podreprezentacji reprezentacji rozkładalnej, lewa i prawa regularna reprezentacja, twierdzenie o równoważności nieredukowalnej reprezentacji i lewej(prawej) regularnej reprezentacji, twierdzenie Petera-Weyla, różniczkowanie reprezentacji grup Liego, twierdzenie o różniczkowalności reprezentacji, związek reprezentacji grup i reprezentacji algebr Liego, elementy analizy harmonicznej na grupie $SU(2)$, wielomiany Jacobiego, Legendre'a i harmoniki sferyczne.</p>	
16.	<p>Zalecana literatura (<i>podręczniki</i>)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. "Selected Tools of Modern Theoretical Physics: Hilbert Space Methods and Representations of Groups", Ługiewicz Piotr, Lecture Notes, UW r 2016 2. "Group Representations and Special Functions", Wawrzyńczyk Antoni, Springer Netherlands 1986 	

17.	Forma zaliczenia poszczególnych komponentów przedmiotu/modułu, sposób sprawdzenia osiągnięcia zamierzonych efektów kształcenia: wykład: egzamin seminarium: laboratorium: konwersatorium: aktywność na zajęciach, sprawdzian końcowy inne:
18.	Język wykładowy angielski
19.	Obciążenie pracą studenta
	Forma aktywności studenta
	Godziny zajęć (wg planu studiów) z nauczycielem: - wykład: 15 g - ćwiczenia: 15 g - laboratorium: - inne:
	Praca własna studenta np.: - przygotowanie do zajęć: 13g - opracowanie wyników: - czytanie wskazanej literatury: 14 g - napisanie raportu z zajęć: - przygotowanie do egzaminu: 22 g
	Suma godzin: 79 g
	Liczba punktów ECTS: 3

*objaśnienie symboli:

K (przed podkreśleniem) - kierunkowe efekty kształcenia

W - kategoria wiedzy

U - kategoria umiejętności

K (po podkreśleniu) - kategoria kompetencji społecznych

01, 02, 03 i kolejne - numer efektu kształcenia

COURSE/MODULE DESCRIPTION (SYLLABUS)

1.	Course/module course: Selected tools of modern theoretical physics 1 module (second): Methods of Hilbert spaces and representations of groups	
2.	University department Institute of Theoretical Physics University of Wrocław	
3.	Course/module code 24-FZ-S2-E1-Stmtp1	
4.	Course/module type – mandatory (compulsory) or elective (optional) mandatory	
5.	University subject (programme/major) Theoretical physics (Master's study of theoretical physics in English)	
6.	Degree: (<i>master, bachelor</i>) master	
7.	Year 1st	
8.	Semester (<i>autumn, spring</i>) autumn/2nd half	
9.	Form of tuition and number of hours 15 h lectures, 15 h classes	
10.	Name, Surname, academic title Piotr Ługiewicz, dr hab.	
11.	Initial requirements (knowledge, skills, social competences) regarding the course/module and its completion elementary linear algebra: groups, linear spaces, linear independence, linear mappings, algebra of matrices, determinant, inverse matrices elementary analysis on the real line: sequences and series of real numbers, the notion of convergence, continuous function, derivatives of functions, Taylor series, integration elementary analysis on hyper-surfaces in \mathbf{R}^n: differentiation of maps with many variables, Jacobi matrices, jacobian, tangent vectors, tangent spaces, local co-ordinates systems	
12.	Objectives competence formation: the use of mathematical methods in theoretical physics competence scope: Hilbert spaces, (abstract) Fourier series, basic theory of linear operators in Hilbert spaces, basic theory of Lie algebras and Lie groups, representation theory of Lie algebras and Lie groups, harmonic analysis on compact Lie groups.	
13.	Learning outcomes students are aware of the need to form a proper scope of mathematical competences for a correct modeling of	Outcome symbols: K2_W01, K2_W0, K2_W03, K2_W0,

	<p>physical phenomena. In particular students: can apply the abstract theory of Fourier series to analysis of problems in physics, are familiar with the basic categories of linear operators and are aware of their applications in physics (e.g. the construction of boson and fermion Focka space based on projection operators), are familiar with the notion of Lie algebra, Lie groups and understand relationships between them (in particular can compute generators of Lie algebras, can construct local parametrizations of Lie groups), understand basic mathematical techniques related to analysis of unitary representations of Lie groups (in particular</p> <p>are aware of the role of Lie algebra representations , can construct build invariant measures on Lie groups, are</p> <p>aware of the basic rules leading to harmonic analysis on Lie groups)</p>	<p>K2_U04, K2_U08.</p>
<p>14.</p>	<p>Content</p> <p>basic Hilbert space theory: topology and geometry of Hilbert spaces, the best approximation theorem, Gramm-Schmidt ortho-normalization procedure, complete systems of orthogonal vectors, tensor product of Hilbert spaces, direct sums of Hilbert spaces, dual space of Hilbert space, representation theorem of continuous functionals, Fock space construction</p> <p>basic theory of linear operators in Hilbert spaces: bounded and unbounded linear operators, extension theorem of bounded operator, algebra of bounded operators, operators: adjoint, self-adjoint, normal, isometric, unitary, orthogonal projectors, basic spectral theorem, bounded forms, sesquilinear forms, representation theorem of bounded sesquilinear forms, tensor product of linear operators, direct sums of linear operators</p> <p>basic theory of Lie groups, Lie algebras and their representations: Lie group as a hyper-surface in \mathbb{R}^n , one-parameter subgroups and tangent vectors, Lie algebra as a tangent space of Lie group, Lie bracket and structure constants, compact and non-compact groups, representations of groups, unitary representations of groups, direct sum decomposition of group representations, irreducible representations, Schur's lemmas and their generalization, decomposition theorem of a sub-representation of a reducible representation, left and right regular representation, equivalence theorem of irreducible representations and left (right) regular representations, Peter-Weyl theorem, differentiation of Lie group representations, theorem about differentiation of Lie group representations, relationships between Lie group representations and Lie algebra representations, basic harmonic analysis on the group $SU(2)$, Jacobi polynomials, Legendre's polynomials and spherical harmonics .</p>	
<p>15.</p>	<p>Recommended literature</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. "Selected Tools of Modern Theoretical Physics: Hilbert Space Methods and Representations of Groups", Ługiewicz Piotr, Lecture Notes, UW 2016 2. "Group Representations and Special Functions", Wawrzyńczyk Antoni, Springer Netherlands 1986 	
<p>16.</p>	<p>Ways of earning credits for the completion of a course /particular component, methods of assessing academic progress:</p> <p>lecture: exam</p> <p>class: activity during classes, final test</p> <p>laboratory:</p> <p>seminar:</p>	

	other:
17.	Language of instruction English
18.	Student's workload
	Activity
	Hours of instruction (as stipulated in study programme) : - lecture: 15 h - classes: 15 h - laboratory: - other:
	student's own work, e.g.: - preparation before class (lecture, etc.) 13 h - research outcomes: - reading set literature: 14 h - writing course report: - preparing for exam: 22 h
	Hours: 79 h
	Number of ECTS: 3

* Key to symbols:

K (before underscore) - learning outcomes for the programme

W - knowledge

U - skills

K (after underscore) - social competences

01, 02, 03 and subsequent - consecutive number of learning outcome