

## 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 <b>Wybrane metody współczesnej fizyki teoretycznej 2</b>
2.	Nazwa przedmiotu/modułu w języku angielskim <b>Selected tools of modern theoretical physics 2</b>
3.	Jednostka prowadząca przedmiot <b>Wydział Fizyki i Astronomii</b>
4.	Kod przedmiotu/modułu <b>24-FZ-S2-E2-STMTH2</b>
5.	Rodzaj przedmiotu/modułu ( <i>obowiązkowy lub fakultatywny</i> ) <b>Obowiązkowy</b>
6.	Kierunek studiów <b>Fizyka teoretyczna (Master's study of theoretical physics in English)</b>
7.	Poziom studiów ( <i>I lub II stopień lub jednolite studia magisterskie</i> ) <b>II</b>
8.	Rok studiów ( <i>jeśli obowiązuje</i> ) <b>1</b>
9.	Semestr ( <i>zimowy lub letni</i> ) <b>Letni</b>
10.	Forma zajęć i liczba godzin <b>Wykład 30 godz., Konwersatorium 30 godz.</b>
11.	Imię, nazwisko, tytuł/stopień naukowy osoby prowadzącej zajęcia <b>A. Borowiec prof., M. Mozrzykas dr hab</b>
12.	Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych dla przedmiotu/modułu oraz zrealizowanych przedmiotów <b>Algebra, analiza matematyczna</b>
13.	Cele przedmiotu <b>Wprowadzenie do podstawowych struktur algebraicznych, występujących w fizyce teoretycznej, oraz do teorii operatorów liniowych na skończeniowym wymiarowych przestrzeniach liniowych. Obszerne wprowadzenie do teorii grup skończonych, grup macierzowych oraz algebr Liego. Wprowadzenie do teorii mnogości, wiązek włóknistych i koneksji</b>

	<b>jako podstawowych narzędzi w teorii względności i teoriach cechowania.</b>	
14.	<p>Zakładane efekty kształcenia</p> <p><b>Studenci są świadomi konieczności uzyskania odpowiednich kompetencji matematycznych aby móc właściwie modelować zjawiska fizyczne.</b></p> <p><b>W szczególności studenci potrafią posługiwać się teorią reprezentacji abstrakcyjnych struktur algebraicznych i geometrycznych jako ważnymi strukturalnymi składnikami teorii fizycznych.</b></p> <p><b>Studenci rozumieją rolę teorii grup w opisie symetrii w fizyce i ich rozszerzeń do dyffeomorfizmów i symetrii cechowania w zastosowaniu do ogólnej teorii względności i modelu standardowego cząstek elementarnych.</b></p>	<p>Symbole kierunkowych efektów kształcenia:</p> <p><b>K2_W01, K2_W02, K2_W03, K2_W06, K2_U04, K2_U08</b></p>
15.	<p><b>Treści programowe</b></p> <p>I. Struktury algebraiczne</p> <p>II. Operatory liniowe</p> <p>III. Grupy skończone</p> <p>IV. Półproste algebry Liego</p> <p>V. Geometria i topologia (liniowych) grup macierzowych</p> <p>VI. Rozmaitość różniczkowa: definicje i przykłady</p> <p>VII. Wektory styczne, wiązki styczne, pola wektorowe i tensorowe</p> <p>VIII. Rachunek form różniczkowych i całkowanie na rozmaitościach</p> <p>IX. Elementy geometrii riemannowskiej</p> <p>X. Wiązki i koneksje, geometria pól cechowania</p>	
16.	<p>Zalecana literatura (<i>podręczniki</i>)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. M.A. Naimark, Stern, "Theory of Group Representations", Birkhaus</li> <li>2. A. O. Barut, R. Rączka: „Theory of Group Representation and Applications”, PWN</li> <li>3. M. Nakahara, "Geometry, Topology and Physics"</li> <li>4. C. Isham, "Modern differential geometry for physicist"</li> <li>5. Th. Frankel, "Geometry of Physics. An introduction"</li> </ol>	
17.	<p>Forma zaliczenia poszczególnych komponentów przedmiotu/modułu, sposób sprawdzenia osiągnięcia zamierzonych efektów kształcenia:</p> <p>wykład: <b>Egzamin pisemny i ustny</b></p> <p>seminarium:</p> <p>laboratorium: <b>praca pisemna</b></p> <p>konwersatorium:</p> <p>inne:</p>	
18.	<p>Język wykładowy</p>	

<b>angielski</b>																													
19.	Obciążenie pracą studenta																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Forma aktywności studenta</th> <th>Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Godziny zajęć (wg planu studiów) z nauczycielem:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>- wykład:</td> <td>- <b>30</b></td> </tr> <tr> <td>- ćwiczenia:</td> <td>- <b>30</b></td> </tr> <tr> <td>- laboratorium:</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>- inne:</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Praca własna studenta np.:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>- przygotowanie do zajęć:</td> <td>- <b>20</b></td> </tr> <tr> <td>- opracowanie wyników:</td> <td>- <b>10</b></td> </tr> <tr> <td>- czytanie wskazanej literatury:</td> <td>- <b>20</b></td> </tr> <tr> <td>- napisanie raportu z zajęć:</td> <td>- <b>20</b></td> </tr> <tr> <td>- przygotowanie do egzaminu:</td> <td>- <b>20</b></td> </tr> <tr> <td>Suma godzin</td> <td><b>150</b></td> </tr> <tr> <td>Liczba punktów ECTS</td> <td><b>6</b></td> </tr> </tbody> </table>	Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności	Godziny zajęć (wg planu studiów) z nauczycielem:		- wykład:	- <b>30</b>	- ćwiczenia:	- <b>30</b>	- laboratorium:	-	- inne:	-	Praca własna studenta np.:		- przygotowanie do zajęć:	- <b>20</b>	- opracowanie wyników:	- <b>10</b>	- czytanie wskazanej literatury:	- <b>20</b>	- napisanie raportu z zajęć:	- <b>20</b>	- przygotowanie do egzaminu:	- <b>20</b>	Suma godzin	<b>150</b>	Liczba punktów ECTS	<b>6</b>
Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności																												
Godziny zajęć (wg planu studiów) z nauczycielem:																													
- wykład:	- <b>30</b>																												
- ćwiczenia:	- <b>30</b>																												
- laboratorium:	-																												
- inne:	-																												
Praca własna studenta np.:																													
- przygotowanie do zajęć:	- <b>20</b>																												
- opracowanie wyników:	- <b>10</b>																												
- czytanie wskazanej literatury:	- <b>20</b>																												
- napisanie raportu z zajęć:	- <b>20</b>																												
- przygotowanie do egzaminu:	- <b>20</b>																												
Suma godzin	<b>150</b>																												
Liczba punktów ECTS	<b>6</b>																												

\*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 <b>Selected tools of modern theoretical physics 2</b>	
2.	University department <b>Department of Physics and Astronomy</b>	
3.	Course/module code <b>24-FZ-S2-E2-STMTH2</b>	
4.	Course/module type – mandatory (compulsory) or elective (optional) <b>compulsory</b>	
5.	University subject (programme/major) <b>Master's study of theoretical physics in English</b>	
6.	Degree: ( <i>master, bachelor</i> ) <b>master</b>	
7.	Year <b>1</b>	
8.	Semester ( <i>autumn, spring</i> ) <b>spring</b>	
9.	Form of tuition and number of hours <b>Lecture 30h , Classes 30h</b>	
10.	Name, Surname, academic title <b>A. Borowiec prof., M. Mozrzymas dr hab</b>	
11.	Initial requirements (knowledge, skills, social competences) regarding the course/module and its completion <b>Algebra first course, Analysis.</b>	
12.	Objectives <b>An introduction to basic algebraic structures appearing in theoretical physics and to theory of linear operators in finite dimensional linear spaces. A comprehensive introduction to theory of finite and matrix groups and Lie algebras. Introduction to the theory of manifolds, fiber bundles and connections as basic tools for general relativity and gauge theories</b>	
13.	Learning outcomes <b>students are aware of the need to form a proper scope of mathematical competences for a correct modeling of physical phenomena.</b>	Outcome symbols: <b>K2_W01, K2_W02, K2_W03, K2_W06, K2_U04, K2_U08.</b>

	<p><b>In particular students: can apply the theory of representation abstract algebraic and geometrical structures as an important structural ingredient of physical theories.</b></p> <p><b>In particular to understand the role of the group theory in description of physical symmetries and its extensions to diffeomorphisms and gauge symmetries in application to general relativity and standard model of elementary particles.</b></p>	
14.	<p>Content</p> <p>I. Algebraic structures.</p> <p>II. Linear operators.</p> <p>III. Finite groups.</p> <p>IV. Semi-simple Lie algebras.</p> <p>V. Geometry and topology of matrix (linear) groups.</p> <p>VI. Differential manifold: definition and examples</p> <p>VII. Tangent vectors, tangent bundles, vector and tensor fields</p> <p>VIII. Calculus of differential forms and integration on manifolds.</p> <p>IX. Elements of Riemannian geometry</p> <p>X. Bundles and connections, geometry of gauge fields.</p>	
15.	<p>Recommended literature</p> <p>6. M.A. Naimark, Stern, "Theory of Group Representations", Birkhaus</p> <p>7. A. O. Barut, R. Rączka: „Theory of Group Representation and Applications”, PWN</p> <p>8. M. Nakahara, "Geometry, Topology and Physics"</p> <p>9. C. Isham, "Modern differential geometry for physicist"</p> <p>10. Th. Frankel, "Geometry of Physics. An introduction"</p>	
16.	<p>Ways of earning credits for the completion of a course /particular component, methods of assessing academic progress:</p> <p>lecture: <b>examination – written and oral parts</b></p> <p>class: <b>written test</b></p> <p>laboratory:</p> <p>seminar:</p> <p>other:</p>	
17.	<p>Language of instruction</p> <p><b>English</b></p>	
18.	<p>Student's workload</p>	

	Activity	Average number of hours for the activity
	Hours of instruction (as stipulated in study programme) : - lecture: - classes: - laboratory: - other:	<b>30</b> <b>30</b>
	student's own work, e.g.: - preparation before class (lecture, etc.) - research outcomes: - reading set literature: - writing course report: - preparing for exam:	<b>20</b> <b>10</b> <b>20</b> <b>20</b> <b>20</b>
	Hours	<b>150</b>
	Number of ECTS	<b>6</b>

\* 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