

## KARTA PRZEDMIOTU

<b>Kod przedmiotu</b>	<b>11.1-2MAT-D2.05-MMFW</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku</b>	polskim	<b>Modele matematyczne fizyki współczesnej</b>
	angielskim	<b>Methods of modern mathematical physics</b>

### 1. USYTUOWANIE PRZEDMIOTU W SYSTEMIE STUDIÓW

1.1. Kierunek studiów	<i>matematyka</i>
1.2. Forma studiów	<i>studia stacjonarne / studia niestacjonarne</i>
1.3. Poziom studiów	<i>studia drugiego stopnia</i>
1.4. Profil studiów	<i>ogólnoakademicki</i>
1.5. Specjalność	<i>zastosowania matematyki</i>
1.6. Jednostka prowadząca przedmiot	<i>WMP, Instytut Matematyki</i>
1.7. Osoba przygotowująca kartę przedmiotu	<i>dr Michał Zakrzewski</i>
1.8. Osoba odpowiedzialna za przedmiot	<i>dr Michał Zakrzewski, dr hab. Cornelia Schiebold</i>
1.9. Kontakt	<a href="mailto:zakrzewski@mimuw.edu.pl">zakrzewski@mimuw.edu.pl</a>

### 2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

2.1. Przynależność do modułu	<i>S2</i>
2.2. Status przedmiotu	<i>fakultatywny</i>
2.3. Język wykładowy	<i>polski, angielski</i>
2.4. Semestry, na których realizowany jest przedmiot	<i>2</i>
2.5. Wymagania wstępne	<i>Analiza Matematyczna III, Algebra Liniowa II, Równania Różniczkowe I</i>

### 3. FORMY, SPOSOBY I METODY PROWADZENIA ZAJĘĆ

3.1. Formy zajęć	<i>wykład (15 godz. studia stacjonarne, 10 godz. studia niest.), ćwiczenia laboratoryjne (30 godz. studia stacjonarne, 20 godz. studia niest.)</i>	
3.2. Sposób realizacji zajęć	<i>zajęcia w pomieszczeniu dydaktycznym UJK</i>	
3.3. Sposób zaliczenia zajęć	<i>Zaliczenie z oceną (w), zaliczenie z oceną (ćw. lab.)</i>	
3.4. Metody dydaktyczne	<i>wykład - wykład problemowy, dyskusja , ćwiczenia laboratoryjne - ćwiczenia laboratoryjne</i>	
<b>3.5. Wykaz literatury</b>	<b>podstawowa</b>	<i>Arnold W. I. Modele matematyczne mechaniki klasycznej. PWN. 1981. Callahan, J. J. The Geometry of Spacetime: an Introduction to Special and General Relativity. Springer. 2000. Reed M., Simon B. Methods of Modern Mathematical Physics I - IV. Academic Press. 1980. Wojtyński W. Matematyczne metody mechaniki. Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego. 2011.</i>
	<b>uzupełniająca</b>	<i>Arnold W.I. Teoria równań różniczkowych. PWN. 1983. Deligne P. (ed.). Quantum Fields and Strings: A Course for Mathematicians I, II. AMS. 2000. Feynman R., Leighton R. B., Sands M. Feynmana wykłady z fizyki. PWN 2009. Gelfand I. M., Fomin S. V. Calculus of Variations. Dover Publ. 2000. Gelfand I. M. Generalized Functions. I–VI. Academic Press. 1964. Gron, O.; Hervik, S. Einstein's General theory of Relativity. Springer, 2007. Huybrechts D. Complex Geometry: An Introduction. (Universitext). Springer, 2004.</i>

		<p>Jost J. <i>Geometry and Physics</i>. Springer. 2009.</p> <p>Moroianu A. <i>Lectures on Kähler Geometry</i>. Cambridge University Press. 2007.</p> <p>Shiff L. I. <i>Quantum Mechanics. Pure and Applied Physics</i>. 1968.</p> <p>Stephani, H., <i>General Relativity: An Introduction to the Theory of the Gravitational Field</i>. Cambridge University Press. 1990.</p> <p>G. Teschl. <i>Ordinary Differential Equations and Dynamical Systems</i>. Dostępne na stronie: <a href="http://www.mat.univie.ac.at/~gerald/ftp/book-ode/">http://www.mat.univie.ac.at/~gerald/ftp/book-ode/</a></p> <p>Weinberg S. <i>Teoria pól kwantowych I, II, III</i>. PWN. 1999.</p>
--	--	---

#### 4. CELE, TREŚCI I EFEKTY KSZTAŁCENIA

##### 4.1. Cele przedmiotu

###### Wiedza

C1 – Omówienie najważniejszych modeli matematycznych i pojęć współczesnej fizyki teoretycznej.

###### Umiejętności

C2 – Zastosowania metod współczesnej fizyki teoretycznej w problemach matematyki czystej.

###### Kompetencje społeczne

C3 – Uwrażliwienie na przyjmowanie krytycznej postawy w odniesieniu do efektów pracy własnej i innych

##### 4.2. Treści programowe

**Wykład:** Ustalenie notacji i modele mechaniki klasycznej. Minimalizacja funkcjonatu energii. Równania Eulera-Lagrange'a. Pojęcie tensora; tensory symetryczne i alternujące oraz ich zastosowania geometryczne. Struktura symplektyczna.

Równania Maxwella i ich opis geometryczny; operator Hodge'a. Szczególna Teoria Względności; motywacje. Tensor metryczny i struktura metryczna na rozmaitości. Równania geodezyjnych. Przypadki szczególne: powierzchnie oraz czasoprzestrzeń Minkowskiego. Ogólna Teoria Względności; wyprowadzenie równań Einsteina.

Twierdzenie spektralne. Podstawowe pojęcia Mechaniki kwantowej; oscylator harmoniczny; model atomu wodoru.

Rozmaitości zespolone. Struktury Kählera. Wiązki główne. Rozmaitości o specjalnej holonomii.

Podstawowe informacje na temat kwantowej teorii pola i teorii strun. Całki funkcjonalne. Funkcjonał YM i uwagi o teorii cechowania.

**Ćwiczenia laboratoryjne:** Grupa symetrii  $R^2$  i  $R^3$ . Krzywe i powierzchnie jako najprostsze przykłady rozmaitości. Wiązki wektorowe i wiązki główne na krzywych i powierzchniach. Formy różniczkowe. Metryka Riemanna na powierzchniach. Krzywizna powierzchni. Rozwiązanie Schwarzschilda. Własności przestrzeni Hilberta. Szeregi Fouriera w kontekście teorii przestrzeni unitarnych. Własności rozkładów spektralnych. Równania YM jako minima funkcjonałów. Zamiana zmiennych w całce Feynmanna.

#### 4.3 Przedmiotowe efekty kształcenia (mała, średnia, duża liczba efektów)

kod	Student, który zaliczył przedmiot	Stopień nasycenia efektu kierunkowego	Odniesienie do efektów kształcenia	
w zakresie <b>WIEDZY</b> :			dla kierunku	dla obszaru
W01	zna podstawowe przykłady klasycznych układów mechaniki,	+++	MAT2A_W01	X2A_W01
W02	zna warunki konieczne i dostateczne ekstremalizacji funkcjonałów	+	MAT2A_W01	X2A_W01 X2A_W06

w zakresie <b>UMIEJĘTNOŚCI:</b>				
U01	potrafi rozwiązać proste równania różniczkowe pochodzące od badania funkcjonalów	++	MAT2A_U06	X2A_U01
U02	potrafi podać lokalną postać tensora metrycznego i rozróżnić tensor Riemanna od tensora Lorentza	+	MAT2A_U06	X2A_U01
U03	umie obliczać transformatę Fouriera wybranych funkcji	+++	MAT2A_U06	X2A_U01
w zakresie <b>KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH:</b>				
K01	formułuje pytania służące pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu,	+++	MAT2A_K02	X2A_K01 X2A_K02 X2A_U09
K02	posiada umiejętność objaśniania problemów fizyki matematycznej	++	MAT2A_K03	X2A_K03

4.4. Kryteria oceny osiągniętych efektów kształcenia dla każdej formy zajęć				
na ocenę 3	na ocenę 3,5	na ocenę 4	na ocenę 4,5	na ocenę 5
Konwersatorium: 50–60% łącznej liczby punktów możliwych do uzysk. Zaliczenie wykładu: 50–60 punktów	Konwersatorium: 61–70% łącz. l. punkt.  Zaliczenie wykładu: 61–70 punkt.	Konwersatorium: 71–80% łącz. l. punkt.  Zaliczenie wykładu: 71–80 punkt.	Konwersatorium: 81–90% łącz. l. punkt.  Zaliczenie wykładu: 81–90 punkt.	Konwersatorium: 91–100% łącz. l. punkt.  Zaliczenie wykładu: 91–100 punkt.

4.5. Metody oceny dla każdej formy zajęć							
Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Projekt	Kolokwium	Zadania domowe	Referat Sprawozdania	Dyskusje	Inne
			x (w,c)	x (w,c)		x (w,c)	

## 5. BILANS PUNKTÓW ECTS – NAKŁAD PRACY STUDENTA

Kategoria	Obciążenie studenta	
	Studia stacjonarne	Studia niestacjonarne
<b>LICZBA GODZIN REALIZOWANYCH PRZY BEZPOŚREDNIM UDZIALE NAUCZYCIELA /GODZINY KONTAKTOWE/</b>	<b>50</b>	<b>28</b>
Udział w wykładach	15	10
Udział w ćwiczeniach, konwersatoriach, laboratoriach... itd.	30	15
Udział w konsultacjach	2	
Udział w egzaminie/kolokwium zaliczeniowym itp.	3	3
Inne		
<b>SAMODZIELNA PRACA STUDENTA /GODZINY NIEKONTAKTOWE/</b>	<b>50</b>	<b>72</b>
Przygotowanie do wykładu	15	20
Przygotowanie do ćwiczeń, konwersatorium, laboratorium itp.	20	32
Przygotowanie do egzaminu/kolokwium	15	20
Zebranie materiałów do projektu, kwerenda internetowa		
Opracowanie prezentacji multimedialnej		
Przygotowanie hasła do wikipedii		
Inne		
<b>ŁĄCZNA LICZBA GODZIN</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>PUNKTY ECTS za przedmiot</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

**Przyjmuję do realizacji** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot w danym roku akademickim)

.....