



KARTA PRZEDMIOTU OFEROWANEGO W SZKOLE DOKTORSKIEJ

Kod przedmiotu		Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Elementy mechaniki analitycznej		
			w j. angielskim	Fundamentals of analytical mechanics		
Rodzaj zajęć	specjalnościowe					
Kierownik przedmiotu	Prof. dr hab. inż. Piotr Przybyłowicz (SIMR PW)		Prowadzący zajęcia	Prof. dr hab. inż. Piotr Przybyłowicz (SIMR PW)		
Jednostka realizująca	Centrum Studiów Zaawansowanych PW	Dyscyplina/y naukowa/e	Inżynieria mechaniczna			
Poziom kształcenia	kształcenie doktorantów	Semestr studiów	Letni 2025			
Język zajęć	polski					
Forma zaliczenia	zaliczenie	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	30	Sumaryczna liczba ECTS	2	
Minimalna liczba uczestników	10	Maksymalna liczba uczestników	30	Dostępność dla studentów I lub II stopnia	Tak	
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium	Seminarium
Liczba godzin zajęć	tygodniowo	2				
	łącznie w semestrze	30				

1. Wymagania wstępne

- podstawy algebry liniowej - elementy rachunku macierzowego (dodawanie, mnożenie, transponowanie, odwracanie macierzy, obliczanie wyznaczników)
- analiza - rachunek różniczkowy i całkowy (równania różniczkowe zwyczajne), rachunek wariacyjny (wariacja synchroniczna, funkcjonał)
- podstawy mechaniki ogólnej (zasady dynamiki Newtona, umiejętność obliczania energii kinetycznej i potencjalnej, pędu i momentu pędu).

2. Cele przedmiotu

Zrozumienie miejsca i roli mechaniki analitycznej jako alternatywnego spojrzenia na zjawiska mechaniki klasycznej. Poznanie matematycznych twierdzeń pozwalających na efektywne formułowanie zadań dynamiki układów mechanicznych. Nabycie umiejętności rozwiązywania złożonych problemów.

3. Treści programowe (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

Wykład

- Wiadomości wstępne, przegląd literatury, krótka historia mechaniki, jej miejsce w naukach ścisłych i najważniejsze postaci, różnice między mechaniką Newtonowską a analityczną.
- Więzy, klasyfikacja, przykłady, całkowalność więzów kinematycznych o współczynnikach liniowych, więzy nieholonomiczne.
- Determinizm Newtonowski w równaniach Lagrange'a I rodzaju, omówienie równań, przykłady zastosowania do rozwiązywania prostych problemów dynamiki.
- Równania Lagrange'a II rodzaju – wyprowadzenie równań z II zasady dynamiki Newtona. Wyznaczanie prawych stron równań (sił uogólnionych) wg definicji. Siły zależne od prędkości, siły żyroskopowe i dyssypatywne. Przykłady zastosowania równań Lagrange'a II rodzaju do układania równań ruchu.
- Zasady różniczkowe mechaniki analitycznej - zasada d'Alemberta – wprowadzenie, przykład, przypadek szczególny - zasada prac przygotowanych w zagadnieniach statyki. Pojęcie przymusu i zasada Gaussa.
- Współrzędne i przestrzeń stanu. Pęd uogólniony. Równania kanoniczne Hamiltona – wyprowadzenie, przykłady.
- Zasady całkowe mechaniki analitycznej. Hamiltonian – definicja i interpretacja. Działanie w sensie Hamiltona jako funkcjonał, zasada (Hamiltona) minimum działania, przykłady.



Laboratorium

4. Efekty uczenia się			
Rodzaj efektu	Opis efektu uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się w SZD	Sposób weryfikacji efektów uczenia*
Wiedza			
W01	Zna podstawowe pojęcia stosowane w mechanice analitycznej.	SD_W2	kolokwium pisemne
W02	Rozumie różnice metodologiczne i formalne pomiędzy analitycznym a Newtonowskim ujęciem mechaniki.	SD_W3	kolokwium pisemne
W03	Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie podstawowych zasad mechaniki analitycznej.	SD_W2	kolokwium pisemne
Umiejętności			
U01	Potrafi klasyfikować więzy i sprowadzać je do postaci geometrycznej w przypadku holonomicznym.	SD_U1	kolokwium pisemne
U02	Umie zastosować równania Lagrange'a I i II rodzaju, zasadę d'Alemberta oraz Gaussa do rozwiązywania problemów dynamiki układu punktów materialnych.	SD_U2	kolokwium pisemne
U03	Potrafi sformułować równania kanoniczne Hamiltona dla układów o jednym stopniu swobody i umie narysować portret fazowy w prostszych przypadkach.	SD_U1	kolokwium pisemne
U04	Umie obliczyć Hamiltonian układu i na jego podstawie wyprowadzić równanie ruchu.	SD_U2	kolokwium pisemne
Kompetencje społeczne			
K01	Rozumie znaczenie metod stosowanych w mechanice analitycznej jako doskonałego narzędzia dla praktyki inżynierskiej.	SD_K1	ocena aktywności w trakcie zajęć
K02	Rozumie sens i głębię pojęć mechaniki analitycznej oraz zdaje sobie sprawę z ich aplikacyjności w różnych dziedzinach fizyki.	SD_K4	ocena aktywności w trakcie zajęć

* dozwolone sposoby weryfikacji efektów uczenia się: egzamin; egzamin ustny; kolokwium pisemne; kolokwium ustne; ocena projektu; ocena sprawozdania; ocena raportu; ocena prezentacji; ocena aktywności w trakcie zajęć; prace domowe; test

5. Kryteria oceny
Dopuszczalna liczba nieobecności- dwie. Ocena bieżącej aktywności na zajęciach, udzielenie odpowiedzi na pytania teoretyczne oraz rozwiązanie zadań podczas pisemnego kolokwium zaliczeniowego na ostatnich zajęciach (2 godz.)

6. Literatura
<u>Literatura podstawowa:</u> [1] P. Przybyłowicz, Elementy mechaniki analitycznej. Układy holonomiczne, CAS Lecture Notes 11, Centrum Studiów Zaawansowanych Politechniki Warszawskiej. <u>Literatura uzupełniająca:</u> [1] E. Jarzębowska, Mechanika analityczna, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2003.



- [2] R. Gutowski, Mechanika analityczna, PWN, 1971.
[3] S. Banach, Mechanika II, Instytut Matematyczny PAN, Warszawa-Lwów-Wilno, 1938.
[4] W. Rubinowicz, W. Królikowski, Mechanika teoretyczna, PWN, 2012.
[5] M. Chaichian, I. Merches, A. Tureanu, Mechanics: An Intensive Course, Springer-Verlag Berlin and Heidelberg GmbH & Co. KG, 2012.

7. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się**		
Lp.	Opis	Liczba godzin
1	godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu	30
2	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów itp.	5
3	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych	15
4	godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia	5
Sumaryczny nakład pracy studenta		55
Liczba punktów ECTS		2

** 1 ECTS pracy = 25-30 godzin nakładu pracy studenta (np. 2 ECTS = 60 godzin; 4 ECTS = 110 godzin)

8. Informacje dodatkowe	
Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich	1
Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	