

# I. KARTA PRZEDMIOTU

1. Nazwa przedmiotu: **MECHANIKA ANALITYCZNA**
2. Kod przedmiotu: **Kn**
3. Jednostka prowadząca: **Wydział Mechaniczno-Elektryczny**
4. Kierunek: **Mechanika i budowa maszyn**
5. Specjalność: **Eksploatacja Siłowni Okrętowych**
6. Moduł: **treści podstawowych**
7. Poziom studiów: **II stopnia**
8. Forma studiów: **stacjonarne**
9. Semestr studiów: **I**
10. Profil: **praktyczny**
11. Prowadzący: **dr hab. inż. Marek Sperski**

## CEL PRZEDMIOTU

<b>C1</b>	Przypomnienie słuchaczom podstawowych twierdzeń mechaniki klasycznej, oraz zapoznanie z możliwościami stosowania tych twierdzeń do opisu ruchu złożonych układów mechanicznych.
<b>C2</b>	Zapoznanie studentów z podstawowymi pojęciami mechaniki analitycznej oraz wyrobienie umiejętności formułowania związków różniczkowych między współrzędnymi wektorowymi, kartezjańskimi i współrzędnymi uogólnionymi Lagrange'a.
<b>C3</b>	Zapoznanie słuchaczy z twierdzeniem o pracy przygotowanej (zasadą prac przygotowanych) oraz wyrobienie umiejętności formułowania i rozwiązywania równań równowagi złożonych układów mechanicznych we współrzędnych uogólnionych.
<b>C4</b>	Zapoznanie studentów z klasyczną metodą formułowania równań ruchu złożonych układów mechanicznych we współrzędnych uogólnionych ze szczególnym uwzględnieniem równań Lagrange'a II rodzaju.
<b>C5</b>	Zapoznanie słuchaczy z wybranymi metodami całkowania różniczkowych równań ruchu złożonych układów mechanicznych, zapisanych we współrzędnych uogólnionych.
<b>C6</b>	Zapoznanie słuchaczy z metodami zastosowań rachunku wariacyjnego do formułowania równań ruchu układów mechanicznych we współrzędnych uogólnionych (zasada Hamiltona).

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

<b>1</b>	Znajomość podstawowych twierdzeń mechaniki klasycznej.
<b>2</b>	Znajomość matematyki z rachunkiem wektorowym, różniczkowym i całkowym oraz podstawami rachunku wariacyjnego.

## EFEKTY KSZTAŁCENIA

<b>EK1</b>	Student zna podstawowe pojęcia i twierdzenia mechaniki klasycznej, potrafi formułować różniczkowe równania ruchu złożonych układów dyskretnych we współrzędnych wektorowych i kartezjańskich oraz posługiwać się twierdzeniami energetycznymi w procesie rozwiązywania tych równań.
<b>EK2</b>	Student potrafi formułować równania wyrażające związki między współrzędnymi wektorowymi, współrzędnymi kartezjańskimi i współrzędnymi uogólnionymi Lagrange'a, pracę przygotowaną układu sił działających na układ mechaniczny i siły uogólnione.
<b>EK3</b>	Posługując się zasadą prac przygotowanych student potrafi formułować i rozwiązywać równania równowagi złożonych układów mechanicznych z więzami holonomicznymi.
<b>EK4</b>	Student zna klasyczny sposób formułowania równań Lagrange'a drugiego rodzaju oraz przekształcenia prowadzące do równań kanonicznych Hamiltona.
<b>EK5</b>	Posługując się równaniami Lagrange'a II rodzaju student potrafi formułować różniczkowe równania ruchu układów mechanicznych z więzami holonomicznymi, całkować analitycznie sformułowane równania w prostszych przypadkach ruchu oraz wskazać metody całkowania w przypadkach złożonych.
<b>EK6</b>	Student zna istotę wariacyjnej zasady Hamiltona, potrafi posługując się tą zasadą sformułować równania Lagrange'a i równania Newtona oraz objaśnić sposób formułowania warunków brzegowych w trakcie wyprowadzania równań uchu.

<b>EK7</b>	Student uważnie śledzi treści wykładu, zadaje pytania gdy ma trudności ze zrozumieniem, dyskutuje podczas zajęć, w celu lepszego zrozumienia materiału wyszukuje informacje uzupełniające z innych źródeł.
<b>EK8</b>	Student przestrzega zasad obowiązujących na wykładach. Dyskutuje o możliwościach modyfikacji zasad w celu podniesienia efektywności odbywania wykładów przez innych studentów.
<b>EK9</b>	Aktywnie uczestniczy w wykładzie, ćwiczeniu i zgłasza się do odpowiedzi w przypadku gdy wykładowca zadaje pytanie dotyczące ich treści. Zgłasza wykładowcy swoje uwagi lub uzupełnienia odnoszące się do treści wykładów i ćwiczeń, dostarcza wykładowcy nowe materiały odnoszące się do treści poprzednich wykładów i ćwiczeń.

## TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁADY		Liczba godzin
<b>W1</b>	Podstawowe pojęcia i twierdzenia mechaniki klasycznej. Pęd, kręt, energia kinetyczna i energia potencjalna układu mechanicznego, praca i moc sił działających na układ mechaniczny, twierdzenia energetyczne, równania ruchu ciała sztywnego we współrzędnych wektorowych i współrzędnych kartezjańskich.	<b>2</b>
<b>W2</b>	Opis ruchu układów złożonych z ciał sztywnych we współrzędnych kartezjańskich. Zastosowanie twierdzeń energetycznych do rozwiązań równań ruchu.	<b>2</b>
<b>W3</b>	Podstawowe pojęcia mechaniki analitycznej: klasyfikacja więzów, współrzędne uogólnione Lagrange'a, przemieszczenia przygotowane, praca przygotowana, siły uogólnione.	<b>2</b>
<b>W4</b>	Zasada d'Alemberta. Zasada prac przygotowanych we współrzędnych kartezjańskich i współrzędnych uogólnionych. Równowaga układu mechanicznego z więzami holonomicznymi w potencjalnym polu sił.	<b>3</b>
<b>W5</b>	Opis ruchu układu mechanicznego z więzami holonomicznymi we współrzędnych uogólnionych. Równania Lagrange'a II rodzaju. Ruch układu mechanicznego pod wpływem sił pola potencjalnego.	<b>3</b>
<b>W6</b>	Energia układu materialnego we współrzędnych uogólnionych. Siły żyroskopowe i rozpraszające. Formułowanie różniczkowych równań ruchu w postaci macierzowej.	<b>3</b>
<b>W7</b>	Równania kanoniczne Hamiltona. Zasada Hamiltona.	<b>3</b>
<b>Razem</b>		<b>18</b>
ĆWICZENIA		
<b>Ć1</b>	Formułowanie różniczkowych równań ruchu układu złożonego z sztywnych członów metodą Newtona.	<b>4</b>
<b>Ć2</b>	Rozwiązywanie równań ruchu układów mechanicznych złożonych z sztywnych członów za pomocą twierdzeń energetycznych.	<b>4</b>
<b>Ć3</b>	Wyznaczanie położenia równowagi oraz sił utrzymujących w położeniu równowagi układy mechaniczne złożone z większej liczby sztywnych członów za pomocą zasady prac przygotowanych.	<b>3</b>
<b>Ć4</b>	Formułowanie różniczkowych równań ruchu układu złożonego z sztywnych członów za pomocą równań Lagrange'a II rodzaju.	<b>4</b>
<b>Ć5</b>	Rozwiązywanie różniczkowych równań ruchu układów dyskretnych we współrzędnych uogólnionych .	<b>3</b>
<b>Razem</b>		<b>18</b>

## NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

<b>1</b>	Notebook z projektorem
<b>2</b>	Tablica i kolorowe pisaki
<b>3</b>	Pomoce naukowe .....

## SPOSOBY OCENY

FORMUJĄCA

<b>F1</b>	Odpowiedź ustna	EK1-EK2, EK6
<b>F2</b>	Wykonanie zadań obliczeniowych	EK1, EK3, EK5

PODSUMOWUJĄCA

<b>P1</b>	Kolokwium nr	EK1-EK6
-----------	--------------	---------

**OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA**

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności	
	semestr I	razem
Godziny kontaktowe z nauczycielem	36	36
Przygotowanie się do wykładów i ćwiczeń	13	13
Samodzielne opracowanie zagadnień	20	20
Rozwiązywanie zadań domowych	21	21
<b>SUMA GODZIN W SEMESTRZE</b>	<b>90</b>	<b>90</b>
<b>PUNKTY ECTS W SEMESTRZE</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

**LITERATURA**

PODSTAWOWA

<b>1</b>	J. Misiak: Mechanika ogólna, tom II, WNT, Warszawa 1997
<b>2</b>	J. Leyko: Mechanika ogólna, tom II, PWN, Warszawa 2010
<b>3</b>	R. Gutowski: Mechanika analityczna, PWN, Warszawa 1971
<b>4</b>	M.E.T. Niezgodziński: Zbiór zadań z mechaniki ogólnej, PWN, Warszawa 2010

**PROWADZĄCY PRZEDMIOT**

<b>1</b>	dr hab. inż. Marek Sperski, m.sperski@amw.gdynia.pl
----------	---

## Formy oceny

Efekt	Na ocenę 2	Na ocenę 3	Na ocenę 4	Na ocenę 5
<b>EK1</b>	<i>Student zna podstawowe pojęcia i twierdzenia mechaniki klasycznej, potrafi formułować różniczkowe równania ruchu złożonych układów dyskretnych we współrzędnych wektorowych i kartezjańskich oraz posługiwać się twierdzeniami energetycznymi w procesie rozwiązywania tych równań.</i>			
	Student wymienia podstawowe pojęcia mechaniki klasycznej, jednak nie potrafi omówić podstawowych twierdzeń związanych z tymi pojęciami.	Student zna podstawowe równania i twierdzenia mechaniki klasycznej, potrafi na ich podstawie sformułować równania ruchu złożonych układów i rozwiązać je w prostszych przypadkach.	Student potrafi wydedukować i objaśnić podstawowe twierdzenia i równania mechaniki klasycznej, stosować je do formułowania równań ruchu złożonych układów oraz rozwiązywać sformułowane równania.	Student definiuje, formułuje i objaśnia podstawowe pojęcia i twierdzenia mechaniki klasycznej, swobodnie stosuje je do formułowania równań ruchu złożonych mechanizmów i zna metody całkowania równań.
<b>EK2</b>	<i>Student potrafi formułować równania wyrażające związki między współrzędnymi wektorowymi, współrzędnymi kartezjańskimi i współrzędnymi uogólnionymi Lagrange'a, pracę przygotowaną układu sił działających na układ mechaniczny i siły uogólnione.</i>			
	Student zna podstawowe pojęcia mechaniki analitycznej, jednak nie potrafi omówić związków między tymi pojęciami.	Student zna związki między współrzędnymi uogólnionymi, wektorowymi i kartezjańskimi oraz potrafi je stosować w obliczeniach praktycznych.	Student potrafi formułować związki między współrzędnymi uogólnionymi, wektorowymi i kartezjańskimi, stosować je w praktyce oraz obliczać pracę przygotowaną i siły uogólnione układów sił działających na złożone układy mechaniczne.	Student swobodnie posługuje się podstawowymi pojęciami mechaniki analitycznej i klasycznej, potrafi wydedukować i objaśnić związki między tymi pojęciami oraz stosować je do obliczeń złożonych mechanizmów.
<b>EK3</b>	<i>Posługując się zasadą prac przygotowanych student potrafi formułować i rozwiązywać równania równowagi złożonych układów mechanicznych z więzami holonomicznymi.</i>			
	Student zna zasadę prac przygotowanych i wie do czego służy ta zasada, nie potrafi jednak zastosować jej do praktycznych obliczeń.	Student zna zasadę prac przygotowanych i potrafi zastosować ją do obliczeń statycznych złożonych mechanizmów.	Student potrafi sformułować i uzasadnić równanie równowagi zwane zasadą prac przygotowanych, oraz stosować ją do obliczeń statycznych skomplikowanych mechanizmów.	Student potrafi sformułować i objaśnić równania równowagi skomplikowanego mechanizmu we współrzędnych uogólnionych, rozwiązywać sformułowane równania oraz trafnie interpretować otrzymane wyniki.
<b>EK4</b>	<i>Student zna klasyczny sposób formułowania równań Lagrange'a drugiego rodzaju oraz przekształcenia prowadzące do równań kanonicznych Hamiltona.</i>			
	Student zna ogólną postać równań Lagrange'a II rodzaju, nie potrafi jednak omówić poprawnie wielkości fizycznych występujących w tych równaniach.	Student potrafi zapisać i omówić równania Lagrange'a II rodzaju oraz objaśnić sens i postać równań kanonicznych Hamiltona	Student potrafi sformułować równania Lagrange'a II rodzaju oraz równania kanoniczne Hamiltona.	Student potrafi formułować równania Lagrange'a II rodzaju, równania kanoniczne Hamiltona oraz omówić praktyczne korzyści i zakres zastosowań tych równań.

	<i>Posługując się równaniami Lagrange'a II rodzaju student potrafi formułować różniczkowe równania ruchu układów mechanicznych z więzami holonomicznymi, całkować analitycznie sformułowane równania w prostszych przypadkach ruchu oraz wskazać metody całkowania w przypadkach złożonych.</i>			
<b>EK5</b>	Student zna ogólną i szczególne postaci równań Lagrange'a II rodzaju, nie potrafi jednak formułować na ich podstawie równań ruchu układów mechanicznych	Student zna równania Lagrange'a II rodzaju i potrafi za pomocą tych równań sformułować różniczkowe równania ruchu nieskomplikowanych mechanizmów	Posługując się równaniami Lagrange'a drugiego rodzaju student potrafi sformułować różniczkowe równania ruchu nieskomplikowanych mechanizmów oraz znaleźć całki tych równań prostszych przypadkach	Student potrafi formułować różniczkowe równania ruchu układów dyskretnych na podstawie równań Lagrange'a, całkować te równania w prostszych przypadkach oraz wskazać metody całkowania w przypadkach skomplikowanych
	<i>Student zna istotę wariacyjnej zasady Hamiltona, potrafi posługując się tą zasadą sformułować równania Lagrange'a i równania Newtona oraz wyjaśnić sposób formułowania warunków brzegowych w trakcie wyprowadzania równań uchu.</i>			
<b>EK6</b>	Student zna ogólny zapis zasady Hamiltona, nie potrafi jednak wyjaśnić istoty tej zasady.	Student zna zasadę Hamiltona, potrafi wyjaśnić istotę tej zasady oraz wskazać przykłady zastosowań.	Student potrafi wyjaśnić istotę zasady Hamiltona oraz wyprowadzić na jej podstawie równania Lagrange'a i równania Newtona.	Student potrafi wyjaśnić zasadę Hamiltona oraz formułować na podstawie tej zasady różniczkowe równania ruchu z warunkami brzegowymi złożonych układów dyskretnych.
	<i>Student uważnie śledzi treści wykładu, zadaje pytania gdy ma trudności ze zrozumieniem, dyskutuje podczas zajęć, w celu lepszego zrozumienia materiału wyszukuje informacje uzupełniające z innych źródeł.</i>			
<b>EK7</b>				
	<i>Student przestrzega zasad obowiązujących na wykładach. Dyskutuje o możliwościach modyfikacji zasad w celu podniesienia efektywności odbywania wykładów przez innych studentów.</i>			
<b>EK8</b>				
	<i>Aktywnie uczestniczy w wykładzie, ćwiczeniu i zgłasza się do odpowiedzi w przypadku gdy wykładowca zadaje pytanie dotyczące ich treści. Zgłasza wykładowcy swoje uwagi lub uzupełnienia odnoszące się do treści wykładów i ćwiczeń, dostarcza wykładowcy nowe materiały odnoszące się do treści poprzednich wykładów i ćwiczeń.</i>			
<b>EK9</b>	Nie słucha uważnie treści wykładu, nie zadaje pytania gdy ma trudności ze zrozumieniem	Słucha uważnie treści wykładu, zadaje pytania gdy ma trudności ze zrozumieniem	dyskutuje trudniejsze fragmenty zajęć w celu lepszego zrozumienia	wyszukuje informacje uzupełniające z innych źródeł