

Wydział Mechaniczny PWR

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Mechanika II**

Nazwa w języku angielskim: **Mechanics II**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Poziom i forma studiów: **I stopień, stacjonarne**

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **RAM031039**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90	60			
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie na ocenę			
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	3	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1.8	1.4			

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

1. analiza matematyczna (różniczkowanie, całkowanie)
2. równania różniczkowe (zwyczajne, liniowe) w zakresie metody rozdzielania zmiennych i metody równania charakterystycznego
3. mechanika w zakresie statyki i kinematyki

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Znajomość metod analitycznych w zakresie stosowania zasad dynamiki klasycznej dla typowych układów mechanicznych (układy dyskretny: punkt, układ punktów z więzami holonomicznymi, ciało sztywne).
- C2. Rozwiązywanie problemów technicznych konstrukcji i układów mechanicznych pod obciążeniami dynamicznymi.
- C3. Nabywanie i utrwalanie kompetencji społecznych obejmujących inteligencję emocjonalną polegającą na umiejętności współpracy w grupie studenckiej mającej na celu efektywne rozwiązywanie problemów. Odpowiedzialność, uczciwość i rzetelność w postępowaniu; przestrzeganie obyczajów obowiązujących w środowisku akademickim i społeczeństwie.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Potrafi zdefiniować podstawowe pojęcia w dynamice układów mechanicznych (pęd, kręt, siła bezwładności, praca, energia kinetyczna i potencjalna)

PEK\_W02 - Zna podstawowe pojęcia w dziedzinie drgań swobodnych i wymuszonych układów mechanicznych o jednym stopniu swobody (częstość drgań własnych, charakterystyki częstotliwościowe, rezonans)

PEK\_W03 - Zna podstawowe zasady dynamiki (ruchu środka masy, pędu, krętu, d'Alemberta). Zna pojęcie układów zachowawczych i zasadę zachowania energii. Zna równania dynamiki ruchu obrotowego i płaskiego ciała sztywnego.

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Potrafi obliczać prędkości i przyspieszenia w ruchu płaskim ciała sztywnego i w ruchu względnym punktu.

Potrafi wyprowadzić równania ruchu punktu materialnego swobodnego i nieswobodnego dla zmiennych w czasie obciążeń dynamicznych stosując II zasadę dynamiki Newtona.

PEK\_U02 - Potrafi obliczać częstości drgań swobodnych dla układów o jednym stopniu swobody z liniowym tłumieniem wiskotycznym i bez tłumienia. Potrafi wyprowadzać równania ruchu i obliczać jego parametry (prędkości i przyspieszenia obrotowe) dla ciał sztywnych obciążonych momentem. Potrafi wyprowadzać równania ruchu i obliczać jego parametry (prędkości i przyspieszenia obrotowe) dla ciał sztywnych obciążonych momentem i poruszających się ruchem obrotowym.

PEK\_U03 - Potrafi wyznaczać siły reakcji więzów w warunkach obciążeń dynamicznych. Potrafi obliczać energię kinetyczną i potencjalną dla złożonych układów mechanicznych. Potrafi stosować zasadę zachowania energii do wyznaczania równań różniczkowych ruchu układów zachowawczych.

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Potrafi wyszukiwać informacje oraz potrafi poddać je krytycznej analizie

PEK\_K02 - Potrafi obiektywnie oceniać argumenty oraz racjonalnie tłumaczyć i uzasadniać własny punkt widzenia

PEK\_K03 - Potrafi przestrzegać obyczajów i zasad obowiązujących w środowisku akademickim

## TREŚCI PROGRAMOWE

TREŚCI PROGRAMOWE	
Forma zajęć – Wykład	Liczba godzin

Wy1	Program, wymagania, literatura. Podstawowe zasady mechaniki klasycznej. Kinematyka a dynamika. Modele dyskretne i ciągłe układów dynamicznych w mechanice. Skróczone przypomnienie materiału kinematyki z poprzedniego semestru.	2
Wy2	Druga zasada dynamiki Newtona (zastosowania w dynamice punktu swobodnego i nieswobodnego)	2
Wy3	Drgania układu jedno-masowego o jednym stopniu swobody z liniowym tłumieniem wiskotycznym i bez tłumienia. Zapis zespolony. Drgania swobodne.	2
Wy4	Drgania wymuszone harmonicznymi, charakterystyki częstotliwościowe, rezonans. Wymuszenia dynamiczne i kinematyczne	2
Wy5	Siły bezwładności i zasada d'Alemberta. Pęd i zasada pędu. Kręt i zasada krętu.	2
Wy6	Pojęcie pracy. Praca elementarna. Energia kinetyczna i potencjalna. Zasada równoważności pracy i energii kinetycznej.	2
Wy7	Zasada zachowania energii. Układy zachowawcze. Przykłady zastosowań.	2
Wy8	Układy wielo-masowe. Więzy, stopnie swobody. Wykorzystanie drugiej zasady dynamiki Newtona w układach wielo-masowych nieswobodnych.	2
Wy9	Zasada ruchu środka masy i zasada pędu w układach wielo-masowych	2
Wy10	Kręt ogólny i zasada krętu w układach wielo-masowych. Wprowadzenie do dynamiki ciała sztywnego. Równanie dynamiki ruchu obrotowego ciała sztywnego.	2
Wy11	Wykorzystanie zasady krętu i równania dynamiki ruchu obrotowego w określaniu częstości drgań swobodnych układów złożonych. Masy i sztywności zastępcze.	2
Wy12	Wyznaczanie reakcji dynamicznych w ruchu obrotowym. Metoda redukcji sił bezwładności.	2
Wy13	Kręt w ruchu płaskim ciała sztywnego i dynamika ruchu płaskiego ciała sztywnego.	2
Wy14	Energia kinetyczna ciała sztywnego w ruchu ogólnym. Twierdzenie Königa. Określanie równań różniczkowych ruchu i częstości drgań dynamicznych układów zachowawczych w oparciu o zasadę zachowania energii.	2
Wy15	Sprawdzian	2
		Suma: 30
Forma zajęć – Ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Zadania z kinematyki punktu i ruchu obrotowego ciała sztywnego	2
Ćw2	Zadania z kinematyki ruchu płaskiego ciała sztywnego	2
Ćw3	Zadania z kinematyki ruchu względnego punktu	2
Ćw4	Rozwiązywanie przykładów zadań z dynamiki punktu materialnego swobodnego z zastosowaniem II zasady dynamiki Newtona (ruch prostoliniowy i krzywoliniowy pod wpływem sił: stałych, zmiennych w czasie, zależnych od prędkości ruchu).	2
Ćw5	Rozwiązywanie przykładów zadań z dynamiki punktu materialnego nieswobodnego z zastosowaniem II zasady dynamiki Newtona	2

Ćw6	Kolokwium I: kinematyka punktu i ciała sztywnego. Zastosowanie II zasady dynamiki Newtona do wyznaczania równań ruchu punktu materialnego.	2
Ćw7	Przykłady zadań z drgań swobodnych prostych układów mechanicznych o jednym stopniu swobody (wyznaczanie częstości drgań swobodnych i równań ruchu)	2
Ćw8	Przykłady zadań z drgań wymuszonych harmonicznymi prostymi układów mechanicznych o jednym stopniu swobody.	2
Ćw9	Przykłady zadań z dynamiki punktu materialnego (zasada pędu, zasada zachowania energii)	2
Ćw10	Przykłady zadań z dynamiki ruchu postępowego i obrotowego ciała sztywnego z wykorzystaniem zasady ruchu środka masy, zasady krętu i równania dynamiki ruchu obrotowego ciała sztywnego.	2
Ćw11	Zadania na obliczanie reakcji dynamicznych w podporach ciała sztywnego poruszającego się ruchem obrotowym	2
Ćw12	Przykłady wyznaczania równań ruchu dla ciał sztywnych poruszających się ruchem płaskim	2
Ćw13	Technika obliczania energii kinetycznej ciała sztywnego z zastosowaniem wzoru Königa (przykłady zadań). Zastosowania zasady zachowania energii do wyprowadzania równań różniczkowych ruchu w złożonych układach zachowawczych.	2
Ćw14	Kolokwium II: dynamika układu punktów materialnych i ciała sztywnego, drgania układów o jednym stopniu swobody	2
Ćw15	Zaliczenia, poprawa kolokwiów	2
		Suma: 30

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów  
N2. ćwiczenia rachunkowe  
N3. praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu  
N4. konsultacje

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Wykład)

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03, PEK_K01, PEK_K02, PEK_K03	egzamin pisemno-ustny
P = F1		

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Ćwiczenia)

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01	kolokwium I, odpowiedzi ustne
F2	PEK_U02, PEK_U03	kolokwium II, odpowiedzi ustne
$P = (F1+F2):2$		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

1. B. Gabryszewska, A. Pszonka: „Mechanika”, cz. II „Kinematyka i dynamika”, , PWr, 1998
2. J. Zawadzki, W. Siuta: „Mechanika ogólna”, PWN, Warszawa 1971
3. J. Misiak : „Mechanika ogólna. Dynamika”. Tom II, WNT, Warszawa 1993

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. J. Giergiel : „Mechanika ogólna”, WNT, Warszawa 1980
2. B. Skalmierski: „Mechanika” PWN, Warszawa 1977
3. J. Leyko : „Mechanika ogólna”, WNT, Warszawa 1980
4. M. Klasztorny: „Mechanika” Dolnośląskie Wyd. Edukacyjne, Wrocław 2000

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr hab. inż. Grzegorz Lesiuk tel.: 713203919 email: grzegorz.lesiuk@pwr.edu.pl

Faculty of Mechanical Engineering

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Mechanika II**

Name in English: **Mechanics II**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Level and form of studies: **I level, full-time**

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **RAM031039**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	30			
Number of hours of total student workload (CNPS)	90	60			
Form of crediting	Examination	Crediting with grade			
Group of courses					
Number of ECTS points	3	2			
including number of ECTS points for practical (P) classes		2			
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.8	1.4			

## PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. mathematical analysis (differentiation, integration)
2. differential equations (ordinary, linear) in the variables separation methods and the characteristic equation areas
3. mechanics in range of statics and kinematics

## SUBJECT OBJECTIVES

C1. Knowledge of analytical methods for the application of the principles of classical dynamics for typical mechanical systems (discrete systems: a material point, system of material points with holonomic constraints, rigid body).

C2. Resolving some technical problems of structure and mechanical systems under dynamic loads.

C3. The acquisition and consolidation of social skills including emotional intelligence relying ability to work in a group of students with a view to effective problem solving.

Responsibility, honesty and fairness in conduct; observance of manners in the academic community and society

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - He is able to define key concepts in the dynamics of mechanical systems (momentum, angular momentum, force of inertia, work, kinetic and potential energy)

PEK\_W02 - He knows the basic concepts in the field of free and forced vibration of mechanical system with one degree of freedom (natural frequency, frequency characteristics, resonance)

PEK\_W03 - He knows the basic principles of dynamic (move of the center of mass, momentum, angular momentum, d'Alembert's principle). He is familiar with the term of conservative system and with energy conservation law. He knows the dynamics equations of rotational motion and plane motion of a rigid body.

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - He can calculate the velocity and acceleration in plane motion of a rigid body and in the relative motion of a point. He can derive the equations of motion of a free and constrained material point for time-varying dynamic loads using Newton's second principle.

PEK\_U02 - It can calculate the frequency of free vibration for systems with one degree of freedom of the linear viscous damping and without damping. He can derive the equations of motion and calculate its parameters (rotational velocity and acceleration) for rigid body loaded by torque and moves rotation.

PEK\_U03 - He can determine the reaction force constraints under dynamic loads. It can calculate the kinetic and potential energy for complex mechanical systems. He is able to apply the energy conservation law to determine the differential equations of conservative system motion

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - He can search information and is able to critical review

PEK\_K02 - He can objectively evaluate the arguments and rationally explain and justify own point of view.

PEK\_K03 - He can observe the customs and rules of the academic community.

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Program, requirements, literature. The basic principles of classical mechanics. Kinematics and dynamics. Models of discrete and continuous dynamical systems in mechanics. A brief reminder of the kinematics of the material from the previous semester.	2

Lec2	Newton's second law (applicable in the dynamics of the free and constrained point)	2
Lec3	The vibrations of the one-mass single degree of freedom system with the linear viscous damping and without damping. Complex notation. Free vibrations.	2
Lec4	Harmonically forced vibration, frequency characteristics, resonance. Dynamic and kinematic excitations	2
Lec5	The forces of inertia and d'Alembert's principle. Momentum, and momentum principle. Angular momentum and angular momentum principle.	2
Lec6	The notion of work. Elementary work. The kinetic and potential energy. The principle of work and kinetic energy equivalence.	2
Lec7	The principle of conservation of energy. Conservative systems. Examples of applications.	2
Lec8	Multi-mass systems. Constraints, degrees of freedom. The use of second Newton's laws in multi-mass constrained material systems	2
Lec9	The principle of the center of mass motion and the principle of momentum in multi-mass systems	2
Lec10	Total angular momentum and angular momentum principle in the multi-mass systems. Introduction to the dynamics of a rigid body. The equation of the dynamics of a rigid body rotation.	2
Lec11	Using the principle of angular momentum and the equation of rotational dynamics in determining the frequency of free vibration of complex systems. Equivalent mass and stiffness	2
Lec12	Determination of the dynamic response in a rotating motion. The method of reduction of inertial forces.	2
Lec13	Angular momentum in the plane motion of a rigid body and dynamics of plane motion.	2
Lec14	The kinetic energy of a rigid body in a general motion. König's theorem. Determination of the differential equations of motion and natural frequency of the dynamical conservative systems based on the energy conservation law.	2
Lec15	Test	2
		Total hours: 30
Form of classes – Classes		Number of hours
CI1	Practical problems of kinematics and rotation of a rigid body	2
CI2	Practical problems of plane motion of rigid body	2
CI3	Practical problems of kinematics of relative motion of point	2
CI4	Solving examples of tasks with dynamic free material point using Newton's second law (rectilinear and curvilinear motion excited by forces: constant, time-varying, depending on the velocity of movement).	2
CI5	Solving examples of tasks in dynamics of a constrained point using Newton's second law	2
CI6	Colloquium I: kinematics of point and rigid body. Application of Newton's second law to determine the equations of a material point motion	2

CI7	Examples of tasks from free vibration of simple mechanical systems with one degree of freedom (determination of free vibration frequencies and the motion equations)	2
CI8	Examples of tasks from harmonically forced vibrations of simple mechanical systems with one degree of freedom.	2
CI9	Examples of the tasks of the dynamics of particle (momentum principle, the principle of conservation of energy)	2
CI10	Examples of the tasks of the dynamics and rotational motion of the rigid body using the rules of the center of mass, angular momentum and the principle of dynamic equation of rigid body rotation.	2
CI11	The tasks to calculations of dynamic reactions in supports of the rotating rigid body	2
CI12	Examples of determining the motion equations for rigid bodies moving in plane motion	2
CI13	The technique for calculating the kinetic energy of a rigid body using the formula König (examples of tasks). Application of the principle of conservation of energy to derive the differential equations of motion in complex conservative systems.	2
CI14	Colloquium II: the dynamics of particles and rigid bodies, vibratory systems with one degree of freedom	2
CI15	Assessment, colloquia improvement	2
		Total hours: 30

TEACHING TOOLS USED		
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. calculation exercises N3. self study - self studies and preparation for examination N4. tutorials		

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Lecture)		
Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03, PEK_K01, PEK_K02, PEK_K03	written and oral exam
P = F1		

## EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Classes)

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_U01	I test, oral answers
F2	PEK_U02, PEK_U03	II test, oral answers
$P = (F1+F2):2$		

## PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

### PRIMARY LITERATURE

- 1 B. Gabryszewska, A. Pszonka: "Mechanics", Mon. II "Kinematics and dynamics", WUT, 1998
- 2 J. Zawadzki, W. Siuta: "General Mechanics", PWN, Warsaw 1971
- 3 J. Misiak: "General Mechanics. Dynamics ". Volume II, WNT, Warsaw, 1993

### SECONDARY LITERATURE

- 1 J. Giergiel: "General Mechanics", WNT, Warsaw, 1980
- 2 B. Skalmierski: "Mechanics" PWN, Warsaw, 1977
- 3 J. Leyko: "General Mechanics", WNT, Warsaw, 1980
- 4 M. Klasztorny: "Mechanics" Lower Silesia Ed. Education, Wrocław 2000

## SUBJECT SUPERVISOR

dr hab. inż. Grzegorz Lesiuk tel.: 713203919 email: grzegorz.lesiuk@pwr.edu.pl