

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Mechanika II**

Nazwa w języku angielskim: **Mechanics II**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Biomechanika Inżynierska**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **BIM031017**

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), algebra liniowa, geometria euklidesowa, trygonometria
2. równania różniczkowe (zwyckie, liniowe) w zakresie metody rozdzielania zmiennych i metody równania charakterystycznego
3. mechanika w zakresie statyki i kinematyki

CELE PRZEDMIOTU

- C1. C1. Znajomość metod analitycznych w zakresie stosowania zasad dynamiki klasycznej dla typowych układów mechanicznych (układy dyskretnie: punkt, układ punktów z więzami holonomicznymi, ciało sztywne)
- C2. C2. Rozwiązywanie problemów technicznych konstrukcji i układów mechanicznych pod obciążeniami dynamicznymi.
- C3. 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 - PEK_W01 - Potrafi zdefiniować podstawowe pojęcia w dynamice układów mechanicznych (pęd, kręt, siła

bezwładności, praca, energia kinetyczna i potencjalna)

PEK_W02 - 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 - 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. Zna dynamikę ruchu kulistego.

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - PEK_U01 - Potrafi obliczać prędkości i przyspieszenia w ruchu płaskim i kulistym ciała sztywnego. Potrafi

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

PEK_U02 - 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 kątowe) dla ciał sztywnych obciążonych momentem.

PEK_U03 - 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 - PEK_K01 - Potrafi wyszukiwać informacje oraz potrafi poddać je krytycznej analizie.

PEK_K02 - PEK_K02 - Potrafi obiektywnie oceniać argumenty oraz racjonalnie tłumaczyć i uzasadniać własny punkt widzenia

PEK_K03 - PEK_K03 - Potrafi przestrzegać obyczajów i zasad obowiązujących w środowisku akademickim.

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	Dynamika ruchu kulistego.	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	Rozwiązywanie zadań z ruchu kulistego	2
Ćw15	Kolokwium nr 2, poprawy poprzednich prac	2
		Suma: 30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów
- N2. ćwiczenia problemowe
- N3. ćwiczenia rachunkowe
- N4. prezentacja multimedialna

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	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,PEK_U02,PEK_U03	kolokwium 1, odpowiedzi ustne
F2	PEK_K01,PEK_K02, PEK_K03,	kolokwium 2, 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): **Engineering Biomechanics**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **BIM031017**

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), linear algebra, Euclidean geometry, trigonometry
2. differential equations (ordinary, linear) for the variable separation method and the method of the characteristic equation
3. static and kinematics mechanics

SUBJECT OBJECTIVES

C1. C1. Knowledge of analytical methods in the application of the principles of classical dynamics for typical mechanical systems

(discrete systems: a point, a system of points with holonomic constraints)

C2. C2. Solving technical problems of structures and mechanical systems under dynamic load

C3. C3. Achieving and consolidating social competences including emotional intelligence consisting of

The student group's ability to work in a group of students in order to solve problems effectively.

Responsibility, fairness and integrity in conduct; observance of applicable morality and customs in academia and society.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - PEK_W01 - Is able to define basic concepts in the dynamics of mechanical systems (momentum, angular momentum, force, etc.).

(e.g. inertia, work, kinetic and potential energy)

PEK_W02 - PEK_W02 - Knows basic concepts in the field of free vibration and forced mechanical systems o one degree of freedom (natural frequency, frequency characteristics, resonance).

PEK_W03 - PEK_W03 - knows the basic principles of dynamics (motion of the centre of mass, momentum, angular momentum, d'Alembert rule). Knows the term

behavioural systems and the principle of energy conservation. Knows the equation of rotational and flat motion dynamics

a rigid body. Knows the dynamics of spherical movement.

II. Relating to skills:

PEK_U01 - PEK_U01 - Can calculate velocities and accelerations in plane and spherical motion of a rigid body. Able to

derive equations of free and non-freedom material point motion for time variables

dynamic loads using Newton's 2nd Dynamic Principle

PEK_U02 - PEK_U02 - Can calculate free vibration frequencies for single degree of freedom systems z linear viscous damping and no damping. Able to derive equations of motion and calculate its parameters

(speeds and angular accelerations) for moment loaded rigid bodies.

PEK_U03 - PEK_U03 - Is able to determine the reaction forces of ties in dynamic load conditions. Is able to calculate energy:

kinetic and potential for complex mechanical systems. Is able to apply the principle of energy conservation to determination of differential equations of motion of conservative systems.

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - PEK_K01 - Is able to search for information and subject it to critical analysis.

PEK_K02 - PEK_K02 - Is able to evaluate arguments objectively and to explain and justify one's own point of view rationally

PEK_K03 - PEK_K03 - Is able to observe academic rules and practices.

PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture

Number of
hours

Lec1	Program, requirements, literature. Basic principles of classical mechanics. Kinematics and dynamics. Discrete and continuous models of dynamic systems in Brief summary of kinematics from previous one 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	Dynamics of spherical movement.	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, timevarying, 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 the tasks of the dynamics of particle (momentum principle, the principle of conservation of energy)	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	Solution of spherical movement tasks	2
CI15	Colloquium 2, improvement of previous works	2
		Total hours: 30

TEACHING TOOLS USED	
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. problem exercises N3. calculation exercises N4. multimedia presentation	

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	written and oral examination
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,PEK_U02,PEK_U03	Colloquium 1, oral answers
F2	PEK_K01,PEK_K02, PEK_K03,	Colloquium 2, oral answers
$P = (F1+F2)/2$		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

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

SECONDARY LITERATURE

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. Kłasztorny: „Mechanika” Dolnośląskie Wyd. Edukacyjne, Wrocław 2000

SUBJECT SUPERVISOR

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