

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Mechanika II**

Nazwa w języku angielskim: **Mechanics II**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Mechanika i Budowa Maszyn**

Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM031018 (MMM031318)**

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 INNYCH KOMPETENCJI

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. Znajomość metod analitycznych w zakresie stosowania zasad dynamiki klasycznej dla typowych układów mechanicznych (układy dyskretnie: 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 KSZTAŁCENIA

### 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. Zna dynamikę ruchu kulistego.

### II. Z zakresu umiejętności:

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 - 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 - 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

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Program, wymagania, literatura. Podstawowe zasady mechaniki klasycznej. Kinematyka a dynamika. Modele dyskretne i ciągłe układów dynamicznych w mechanice.	2
Wy2	Skrótowe przypomnienie materiału kinematyki z poprzedniego semestru. Uzupełnienie: kinematyka ruchu kulistego ciała sztywnego.	2
Wy3	Druga zasada dynamiki Newtona (zastosowania w dynamice punktu swobodnego i nieswobodnego).	2
Wy4	Drgania układu jedno-masowego o jednym stopniu swobody z liniowym tłumieniem wiskotycznym i bez tłumienia. Zapis zespolony. Drgania swobodne.	2
Wy5	Drgania wymuszone harmonicznymi, charakterystyki częstotliwościowe, rezonans. Wymuszenia dynamiczne i kinematyczne.	2
Wy6	Pojęcie sił bezwładności i zasada d'Alemberta. Pęd i zasada pędu. Kręt i zasada krętu.	2
Wy7	Pojęcie pracy. Praca elementarna. Energia kinetyczna i potencjalna. Zasada równowagi pracy i energii kinetycznej.	2
Wy8	Zasada zachowania energii. Układy zachowawcze. Przykłady zastosowań.	2
Wy9	Układy wielo-masowe. Więzy, stopnie swobody. Wykorzystanie drugiej zasady dynamiki Newtona w układach wielo-masowych nieswobodnych.	2

Wy10	Zasada ruchu środka masy i zasada pędu w układach wielo-masowych.	2
Wy11	Kręt ogólny i zasada krętu w układach wielo-masowych. Wprowadzenie do dynamiki ciała sztywnego. Dynamika ruchu postępowego i obrotowego ciała sztywnego.	2
Wy12	Wykorzystanie zasady krętu i równania dynamiki ruchu obrotowego w określaniu częstości drgań swobodnych układów złożonych. Masy i sztywności zastępcze.	2
Wy13	Wyznaczanie reakcji dynamicznych w ruchu obrotowym. Metoda redukcji sił bezwładności.	2
Wy14	Kręt w ruchu płaskim ciała sztywnego i dynamika ruchu płaskiego ciała. Energia kinetyczna ciała sztywnego w ruchu ogólnym. Twierdzenie Königa.	2
Wy15	Kręt w ruchu ogólnym ciała sztywnego. Dynamika ruchu kulistego.	2
		Suma: 30
Forma zajęć – Ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Zadania z kinematyki punktu, ruchu obrotowego i płaskiego ciała sztywnego.	2
Ćw2	Zadania z kinematyki ruchu względnego punktu.	2
Ćw3	Zadania z kinematyki ruchu kulistego ciała sztywnego.	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 reakcje dynamiczne w podporach ciała 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 kolokwίων	2
		Suma: 30

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów.  
 N2. Ćwiczenia rachunkowe.  
 N3. konsultacje.  
 N4. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu.

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA (Wykład)

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

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA (Ćwiczenia)

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03	kolokwium I, odpowiedzi ustne
F2	PEK_K01, PEK_K02, PEK_K03,	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 19713.
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 19773.
3. J. Leyko : „Mechanika ogólna”, WNT, Warszawa 1980
4. M. Kłasztorny: „Mechanika” Dolnośląskie Wyd. Edukacyjne, Wrocław 2000

#### MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

##### **Mechanika II**

##### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

##### **Mechanika i Budowa Maszyn**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03	K1MBM_W07	C1	Wy1 do Wy15	N1, N3, N4
PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03	K1MBM_U05, K1MBM_U08	C2	Ćw1 do Ćw15	N2, N3, N4
PEK_K01, PEK_K02, PEK_K03	K1MBM_K01, K1MBM_K03, K1MBM_K04	C3	Ćw 1 do Ćw 15	N2, N3, N4

#### OPIEKUN PRZEDMIOTU

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

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Mechanika II**

Name in English: **Mechanics II**

Main field of study (if applicable): **Mechanical Engineering and Machine Building**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM031018 (MMM031318)**

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, trigonometry
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: .massl particle, system of masses particles with holonomic constrains, rigid body).
- C2. Resolving some technical problems of structure and mechanical systems under dynamic loads.
- C3. 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 behaviour; observance of customs in the academic community and society.

## SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

### 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. Dynamics of the rigid body rotation about a fixed point

### 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 and in the rotation about a fixed point. He can derive the equations of motion of a free and constrained material point for time-varying dynamic loads using the 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 (angular 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.

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - He can search information and is able to review it critically.

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

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

## PROGRAMME 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.	2
Lec2	A brief reminder of the kinematics of the material from the previous semester. Addendum: Kinematics of the rigid body rotation about a fixed point.	2
Lec3	The Newton's second law (applicable in the dynamics of the free and constrained point).	2
Lec4	The vibrations of the one-mass single degree of freedom system with the linear viscous damping and without damping. Complex notation. Free vibrations.	2
Lec5	Harmonically forced vibration, frequency characteristics, resonance. Dynamic and kinematic excitations.	2
Lec6	The forces of inertia and d'Alembert's principle. Momentum, and momentum principle. Angular momentum and angular momentum principle.	2
Lec7	The definition of work. Elementary work. The kinetic and potential energy. The principle of work and kinetic energy equivalence.	2
Lec8	The principle of conservation of energy. Conservative systems. Examples of applications.	2

Lec9	Multi-mass systems. Constraints, degrees of freedom. The use of second Newton's laws in multi-mass constrained material systems.	2
Lec10	The principle of the center of mass motion and the principle of momentum in multi-mass systems.	2
Lec11	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
Lec12	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
Lec13	Determination of the dynamic response in a rotating motion. The method of reduction of inertial forces.	2
Lec14	Angular momentum in the plane motion of a rigid body and dynamics of plane motion. The kinetic energy of rigid body in a general motion. The König's theorem.	2
Lec15	Determination of the differential equations of motion and natural frequency of the dynamical conservative systems based on the energy conservation law.	2
		Total hours: 30
Form of classes – Classes		Number of hours
CI1	Practical problems of kinematics of particle, rotational motion and plane motion of rigid body.	2
CI2	Practical problems of kinematics of relative motion of particle.	2
CI3	Solving examples of tasks of Kinematics of rigid body rotation about a fixed point.	2
CI4	Solving examples of tasks with dynamic free massl particle using The Newton's second law (rectilinear and curvilinear motion)	2
CI5	The Newton's second law (applicable in the dynamics of the constrained massl particle).	2
CI6	Test 1: Kinematics of massl particle and rigid body. The Newton's second law application in the derivation of the equations of motion of massl particle.	2
CI7	Examples of tasks from free vibrations of simple mechanical systems with one degree of freedom (determination of free vibration frequencies and the motion equations)	2
CI8	Examples of tasks from forced vibration 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 momentum principle, angular momentum principle and mass center movement rule.	2
CI11	Dynamic force responses in the supports of rotated body.	2
CI12	Equations of motion for rigid body in plane movement.	2
CI13	The kinetic energy of a rigid body in a general motion. The König's theorem. Determination of the differential equations of motion of the dynamical conservative systems based on the energy conservation law.	2
CI14	Test 2: Dynamics of the particles system and rigid body, vibrations of mechanical systems with one degree of freedom.	2



CI15	Passing talks, last chance tests.	2
		Total hours: 30

#### TEACHING TOOLS USED

- N1. Traditional lecture with the use of transparencies and slides.  
N2. Calculation exercises.  
N3. Tutorials.  
N4. Self study - self studies and preparation for examination.

#### EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT (Lecture)

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03	oral-writing exam
P = F1		

#### EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT (Classes)

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03	test 1, oral answers
F2	PEK_K01, PEK_K02, PEK_K03,	test 2, oral answers
P = (F1+F2):2		

#### PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

#### PRIMARY LITERATURE

1. J.L. Meriam, L.G. Kraige, Engineering Mechanics, volume 1, Statics, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1998
2. J.L. Meriam, L.G. Kraige, Engineering Mechanics, volume 2, Dynamics, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1998

#### SECONDARY LITERATURE

1. Mary Lunn, A First Course in Mechanics, Oxford Science Publications, Oxford 1991
2. Philip Dyke, Roger Whitworth, Guide to Mechanics, MacMillan Press, London 1992
3. Herbert Goldstein, Classical Mechanics, Addison-Wesley Publishing Company, London

MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR SUBJECT  
**Mechanics II**  
AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY  
**Mechanical Engineering and Machine Building**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)	Subject objectives	Programme content	Teaching tool number
PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03	K1MBM_W07	C1	Lec1 to Lec15	N1, N3, N4
PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03	K1MBM_U05, K1MBM_U08	C2	CI1 to CI15	N2, N3, N4
PEK_K01, PEK_K02, PEK_K03	K1MBM_K01, K1MBM_K03, K1MBM_K04	C3	CI1 to CI15	N2, N3, N4

SUBJECT SUPERVISOR

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