



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Mechanika [S1IMat1>Mech]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Inżynieria materiałowa

Rok/Semestr

1/2

Studia w zakresie (specjalność)

–

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

30

Laboratorium

15

Inne

0

Ćwiczenia

15

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

5,00

### Koordynatorzy

dr hab. inż. Grażyna Sypniewska-Kamińska  
grazyna.sypniewska-kaminska@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Student powinien posiadać podstawową wiedzę z matematyki i fizyki na poziomie pierwszego stopnia studiów. Powinien także wykazywać umiejętności rozumienia i interpretowania przekazywanych wiadomości, efektywnego samokształcenia oraz mieć gotowość do podjęcia współpracy w ramach zespołu.

### Cel przedmiotu

Poznanie podstawowych pojęć i praw mechaniki. Kształcenie umiejętności modelowania układów mechanicznych oraz rozwiązywania zagadnień dotyczących ruchu i równowagi układów mechanicznych.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

1. student zna i potrafi wyjaśnić podstawowe pojęcia mechaniki technicznej oraz podać treść, zapisać wzorami i szczegółowo objaśnić podstawowe prawa mechaniki.
2. ma uporządkowaną wiedzę z mechaniki, która pozwala formułować oraz rozwiązywać zagadnienia statyczne i kinematyczne oraz formułować zagadnienia dynamiczne układów materialnych.

Umiejętności:

1. student potrafi sformułować i rozwiązać równania równowagi układów materialnych.
2. potrafi przeprowadzić analizę strukturalną układów wieloczłonowych oraz wyznaczyć prędkości i przyspieszenia elementów tych układów.
3. potrafi napisać dynamiczne równania ruchu punktu materialnego, sformułować warunki początkowe oraz rozwiązać zagadnienie.
4. umie formułować prawa dotyczące zmian pędu i momentu pędu swobodnych i nieswobodnych układów materialnych.

Kompetencje społeczne:

1. student rozumie znaczenie wiedzy we współczesnym świecie. rozumie wynikającą z szybkiego rozwoju wiedzy potrzebę uczenia się przez całe życie.
2. potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny, a praca w grupie stymuluje ponadto rozwój umiejętności społecznych.

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wykład: egzamin pisemny obejmujący zagadnienia praktyczne i teoretyczne. Poszczególne elementy egzaminu oceniane są w skali punktowej, do zdania egzaminu wymagane jest zgromadzenie przynajmniej 50% całkowitej liczby punktów.

Ćwiczenia: sprawdziany, ocena aktywności na zajęciach. Za oba elementy przyznawane są punkty. Zaliczenie ćwiczeń po przekroczeniu progu 50% całkowitej liczby punktów.

Laboratorium: sprawdziany z tematu aktualnych zajęć, ocena samodzielnie rozwiązywanych zadań. Zaliczenie na ocenę pozytywną po uzyskaniu co najmniej 50% całkowitej sumy punktów.

### Treści programowe

Przedmiot mechaniki. Podstawowe pojęcia.

Elementy rachunku wektorowego.

Wprowadzenie do statyki i dynamiki – siła jako model oddziaływań między ciałami.

Układy sił. Równoważne układy sił. Redukcja układu sił.

Statyka. Równania równowagi. Nieswobodne układy materialne. Więzy. Równowaga układu brył związanych.

Kinematyka punktu. Opis ruchu punktu w kartezjańskim układzie współrzędnych. Opis ruchu w naturalnym układzie współrzędnych.

Kinematyka bryły sztywnej. Ruch ogólny bryły sztywnej. Ruch obrotowy, ruch postępowy i ruch płaski bryły sztywnej.

Dynamika punktu materialnego. Proste i odwrotne zagadnienia dynamiki punktu materialnego.

Geometria mas. Tensor bezwładności. Transformacje euklidesowe tensora bezwładności.

Dynamika swobodnego i nieswobodnego układu materialnego. Dynamika bryły sztywnej. Pęd. Moment pędu. Energia kinetyczna.

### Tematyka zajęć

Wykłady: Przedmiot mechaniki. Ruch. Układ odniesienia. Punkt materialny i bryła sztywna jako modele ciał rzeczywistych w mechanice teoretycznej. Wielkość fizyczna. Wielkości skalarnie i wektorowe w mechanice. Elementy rachunku wektorowego. Kartezjański prawoskrętny układ współrzędnych. Rozkład wektora. Składowe kartezjańskie wektora. Rozkład wektora na składowe w kartezjańskim układzie współrzędnych - sposób analityczny. Rozkład wektora na składowe w kartezjańskim układzie współrzędnych - sposób geometryczny. Iloczyn skalarny i wektorowy w kartezjańskim układzie współrzędnych.

Siła jako model oddziaływań między ciałami. Siły polowe i kontaktowe. Siły skupione i ciągłe. Gęstość sił liniowych, powierzchniowych i objętościowych. Trzecie prawo Newtona. Aksjomat o sile wypadkowej. Aksjomat o siłach działających na ciała sztywne. Moment siły względem punktu. Moment siły względem osi. Momenty siły względem osi kartezjańskiego układu współrzędnych.

Układ sił. Wektor główny i moment główny układu sił. Twierdzenie o zmianie bieguny wektora głównego. Parametr układu sił. Para sił. Moment pary sił. Równoważne układy sił. Redukcja układu sił. Przypadki szczególne redukcji układu sił. Siła wypadkowa.

Układ sił równoważny zeru. Aksjomaty statyki. Równowaga mechaniczna. Równowaga statyczna. Warunki równowagi dla dowolnego układu sił. Warunki równowagi dla zbieżnego i płaskiego układu sił oraz układu sił równoległych. Więzy. Aksjomat o więzach. Reakcje więzów: nieważki pręt, przegub walcowy, przegub

kulisty, podpora przegubowa ruchoma i nieruchoma, jednopunktowy styk bezpośredni gładki i rzeczywisty, ciągnie, utwierdzenie, moment utwierdzenia. Siła wypadkowa zmiennego liniowego obciążenia ciągłego. Równowaga układu brył związanych. Statyczna wyznaczalność zagadnień. Podstawowe pojęcia kinematyki punktu. Kinematyczne równania ruchu punktu w postaci wektorowej. Tor ruchu. Wektor przemieszczenia i prędkość punktu. Wektor przyrostu prędkości i przyspieszenie punktu. Opis ruchu punktu w kartezjańskim układzie współrzędnych. Naturalny układ współrzędnych. Osie i wersory naturalnego układu współrzędnych. Współrzędna łukowa. Opis ruchu punktu w naturalnym układzie współrzędnych. Interpretacja składowej stycznej i normalnej wektora przyspieszenia punktu. Kinematyka bryły sztywnej. Więzy sztywne. Twierdzenie o rzutach prędkości dwóch punktów bryły. Stopnie swobody swobodnej bryły sztywnej. Położenie bryły sztywnej względem nieruchomego obserwatora. Kinematyczne równania ruchu swobodnej bryły sztywnej. Pochodne względem czasu wektorów jednostkowych ruchomego układu odniesienia. Prędkość kątowa i przyspieszenia kątowe bryły. Prędkość i przyspieszenie dowolnego punktu bryły w ruchu ogólnym. Ruch postępowy bryły sztywnej. Ruch obrotowy bryły sztywnej - kinematyczne równanie ruchu obrotowego bryły sztywnej, prędkość kątowa i przyspieszenie kątowe, ruch obrotowy przyspieszony i opóźniony, prędkość i przyspieszenie dowolnego punktu bryły sztywnej, interpretacja składowych wektora przyspieszenia. Ruch płaski bryły sztywnej - kinematyczne równania ruchu, prędkość kątowa i przyspieszenie kątowe w ruchu płaskim, prędkość i przyspieszenie dowolnego punktu bryły w ruchu płaskim. Prędkość i przyspieszenie w punkwie styku z podłożem koła toczącego się bez poślizgu. Chwilowy środek obrotu. Ruch płaski - wyznaczanie chwilowych prędkości i przyspieszeń mechanizmu o strukturze otwartego łańcucha kinematycznego. Analiza prędkości w zamkniętym łańcuchu kinematycznym. Prawa Newtona dynamiki punktu materialnego. Inercjalne układy odniesienia. Zasada niezależności sił. Drugie prawo Newtona dla nieswobodnego punktu materialnego. Zagadnienia proste i zagadnienia odwrotne dynamiki punktu materialnego. Zagadnienia odwrotne dynamiki swobodnego i nieswobodnego punktu materialnego. Równanie ruchu i warunki początkowe. Sformułowanie zagadnień odwrotnych dynamiki punktu w kartezjańskim układzie współrzędnych. Sformułowanie zagadnień odwrotnych dynamiki punktu materialnego w naturalnym układzie współrzędnych. Wahadło sferyczne. Wahadło matematyczne. Wprowadzenie do geometrii mas. Gęstość masy. Moment statyczny układu materialnego. Środek masy. Moment statyczny układu materialnego względem środka masy. Moment bezwładności układu materialnego względem osi. Odśrodkowe momenty bezwładności. Kartezjański tensor bezwładności. Centralny tensor bezwładności. Główne osie bezwładności. Twierdzenie Steinera. Macierz obrotu. Transformacja współrzędnych wektora i tensora przy obrocie osi układu współrzędnych. Niezmienniki wektorów i tensorów drugiego rzędu przy obrocie osi układu współrzędnych. Swobodne i nieswobodne układy materialne. Pęd układu materialnego. Twierdzenie o pędzie. Pęd układu materialnego w ruchu względem (wokół) środka masy. Prawo zmienności pędu dla swobodnego i nieswobodnego układu materialnego. Prawo zachowania pędu. Twierdzenie o ruchu środka masy. Moment pędu układu materialnego. Moment pędu układu materialnego względem środka masy. Moment pędu bryły sztywnej względem środka masy. Relacja między momentami pędu układu materialnego względem nieruchomego bieguna i względem środka masy. Twierdzenie o zmienności momentu pędu dla swobodnego oraz nieswobodnego układu materialnego. Zasada zachowania momentu pędu. Energia kinetyczna układu materialnego. Twierdzenie Koeniga. Energia kinetyczna bryły względem układu centralnego. Praca siły i moc siły. Prawo zmienności energii kinetycznej dla punktu materialnego - sformułowanie różniczkowe i całkowite. Prawo zmienności energii kinetycznej dla układu punktów materialnych - sformułowanie różniczkowe i całkowite. Prawo zmienności energii kinetycznej dla bryły sztywnej - sformułowanie różniczkowe i całkowite.

Ćwiczenia: Elementy rachunku wektorowego. Działania na wektorach. Iloczyn skalarny i wektorowy.

Rozkład wektora na składowe kartezjańskie.

Statyka – zagadnienia dwuwymiarowe. Równowaga bryły i układu brył pod działaniem płaskiego układu sił. Uwalnianie układu od więzów. Podział na podukłady i wprowadzanie sił wewnętrznych. Układanie równań równowagi. Statyczna wyznaczalność.

Statyka – zagadnienia trójwymiarowe. Równowaga bryły sztywnej pod działaniem dowolnego przestrzennego układu sił. Uwalnianie układu od więzów. Układanie równań równowagi.

Geometria mas. Momenty statyczne. Wyznaczanie położenia środka masy układu materialnego – metody analityczne, metoda superpozycji.

Kinematyka punktu. Analiza ruchu na podstawie równań kinematycznych w kartezjańskim układzie współrzędnych. Składowa styczna i normalna wektora przyspieszenia. Tor punktu i promień krzywizny toru. Ruch płaski bryły sztywnej i mechanizmów płaskich. Wyznaczanie prędkości i przyspieszeń kątowych członów mechanizmów oraz prędkości i przyspieszeń wybranych punktów mechanizmów.

Dynamika punktu materialnego. Formułowanie i rozwiązywanie zagadnień odwrotnych dynamiki punktu

materialnego.

Laboratorium komputerowe: Wprowadzenie do programu Mathematica z elementami rachunku wektorowego. Statyka przestrzenna na przykładzie płyty podpartej na sześciu prętach. Kinematyka punktu materialnego – analiza ruchu na podstawie znanych kinematycznych równań ruchu w kartezjańskim układzie współrzędnych. Ruch płaski – analiza kinematyczna mechanizmów płaskich. Geometria mas. Momenty bezwładności i momenty odśrodkowe. Tensor bezwładności. Twierdzenie Steinera. Macierz obrotu. Transformacja tensora przy obrocie układu współrzędnych. Rozwiązywanie zagadnień odwrotnych dynamiki punktu materialnego.

### Metody dydaktyczne

1. Wykłady: wykład wspomagany prezentacjami multimedialnymi, rozwiązywanie zadań na tablicy. Prezentacje oraz zagadnienia ułatwiające studentom przygotowanie do egzaminu są dostępne on-line na platformie e-Kursy.
2. Ćwiczenia: rozwiązywanie zadań, dyskusja. Na platformie e-Kursy dostępne są: rozwiązania zadań z komentarzami, propozycje zadań do pracy samodzielnej.
3. Ćwiczenia laboratoryjne: rozwiązywanie zadań z wykorzystaniem programu Mathematica umożliwiającego prezentację wyników w postaci graficznej oraz animację ruchu. Dyskusja wyników.

### Literatura

Podstawowa

1. Z. Osiński, Mechanika ogólna, PWN.
2. J. Leyko, Mechanika ogólna t. 1-2, PWN.
3. M. Łunc, A. Szaniawski, Zarys mechaniki ogólnej, PWN.
4. Misiak J., Zadania z mechaniki ogólnej, WNT, Warszawa.

Uzupełniająca

1. J. R. Taylor, Mechanika klasyczna, t. 1 - 2, PWN.
2. W. Szcześniak, Mechanika klasyczna, analityczna i Mathematica w zadaniach i przykładach obliczeniowych, OWPW, Warszawa.

### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

|                                                                                                                                                      | Godzin | ECTS |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|
| Łączny nakład pracy                                                                                                                                  | 130    | 5,00 |
| Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem                                                                                            | 70     | 3,00 |
| Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu) | 60     | 2,00 |