**Nazwa przedmiotu:**

Mechanika ogólna I

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. inż. Włodzimierz Kurnik

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechanika Pojazdów i Maszyn Roboczych

**Grupa przedmiotów:**

Fizyka i mechanika

**Kod przedmiotu:**

1150-MB000-ISP-0118

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

5

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

1) Liczba godzin kontaktowych– 65, w tym:
a) wykład – 30 godz.;
b) ćwiczenia- 30 godz.;
c) konsultacje - 5 godz.;

2) Praca własna studenta – 60 godz., w tym:
a) 30 godz. – bieżące przygotowywanie się studenta do ćwiczeń,
b) 15 godz. - studia literaturowe i przygotowanie się do kolokwiów,
c) 15 godz. – przygotowywanie się studenta do egzaminu.

3) RAZEM–125 godz.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

2,6 punktów ECTS – liczba godzin kontaktowych - 65, w tym:
a) wykład - 30 godz.;
b) ćwiczenia - 30 godz.;
c) konsultacje - 5 godz.;

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

2,4 punktów ECTS – 60 godz., w tym:
a) uczestnictwo w ćwiczeniach audytoryjnych – 30 godz.;
b) samodzielne rozwiązywanie zadań w domu -15 godz.;
c) przygotowanie się do kolokwiów – 10 godz.;
d) przygotowanie się do części zadaniowej egzaminu – 10 godz.;

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 30h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Wiedza i umiejętności z matematyki, obejmujące:
• wektory i rachunek wektorowy,
• macierze i ich podstawowe właściwości,
• rachunek różniczkowy i całkowy,
• podstawy geometrii różniczkowej,
• podstawy równań różniczkowych zwyczajnych,
• wiadomości z geometrii i trygonometrii z zakresu szkoły średniej.

**Limit liczby studentów:**

zgodnie z zarządzeniem Rektora PW

**Cel przedmiotu:**

Przekazanie studentom podstawowej wiedzy dotyczącej mechaniki klasycznej Newtona, umożliwiającej:
• poznanie podstawowych i pomocniczych wielkości występujących w mechanice oraz ich jednostek fizycznych,
• poznanie podstawowych metod stosowanych w mechanice (metody geometryczne i metody analityczne) oraz optymalny dobór metody do rozpatrywanego zadania,
• klasyfikowanie problemów występujących w mechanice ogólnej (problemy statyki, kinematyki, dynamiki, geometrii mas),
• rozumienie obserwowanych zjawisk związanych z ruchem lub równowagą ciał materialnych i ich układów,
• rozumienie związków przyczynowo-skutkowych w mechanice, wyrażonych przez prawa mechaniki (warunki równowagi i prawa zmienności pędu, krętu i energii kinetycznej),
• modelowanie realnych układów mechanicznych na potrzeby ich analizy statycznej lub dynamicznej,
• rozwiązywanie zadań o znaczeniu praktycznym z zakresu statyki, kinematyki i dynamiki układów mechanicznych przy użyciu ich modeli - punktu materialnego, układu punktów materialnych, bryły i układu punktów i brył.

**Treści kształcenia:**

Wykład:
1. Wiadomości wstępne (2 godz.)
Przedmiot mechaniki. Klasyfikacja wewnętrzna mechaniki. Rys historyczny. Działy Mechaniki ogólnej. Mechanika ogólna jako teoria. Pojęcia pierwotne. Aksjomaty mechaniki klasycznej. Wektory w Mechanice ogólnej. Funkcje wektorowe. Pochodna funkcji wektorowej w układzie stałym i ruchomym, całka z funkcji wektorowej.

2. Geometria mas (6 godz.)
Przedmiot i znaczenie geometrii mas w mechanice. Masowe momenty statyczne punktów materialnych i brył. Środek masy układu punktów i bryły. Geometryczne momenty statyczne brył. Środek geometryczny bryły. Środki mas ciał jednorodnych. Wyznaczanie położenia środka masy ciał 3D, 2D i 1D. Twierdzenia Pappusa-Guldina. Momenty bezwładności punktu materialnego i bryły względem punktu, prostej i płaszczyzny. Zależności między momentami bezwładności względem początku, osi i płaszczyzn prostokątnego układu współrzędnych. Momenty dewiacji. Tensor bezwładności bryły w punkcie. Wzory transformacyjne, twierdzenie Steinera. Elipsoida bezwładności. Główne osie bezwładności i główne momenty bezwładności ciała w punkcie.

3. Statyka układów mechanicznych (8 godz.)
Wstęp: modele ciał, klasyfikacja sił, więzy, rodzaje podpór, zadania i metody statyki. Redukcja układu sił: skrętnik i oś centralna; przypadki szczególne - moment swobodny i siła wypadkowa. Warunki równowagi punktu materialnego, bryły i układu mechanicznego. Równowaga z uwzględnieniem tarcia: obszary stanów równowagi, niewyznaczalność statyczna, dwoistość zakłócenia równowagi, samohamowność i zakleszczanie, tarcie opasania. Opory toczenia w ujęciu fenomenologicznym. Wyznaczanie sił w prętach kratownic płaskich.

4. Kinematyka punktu (4 godz.)
Wstęp: funkcje wektorowe, różniczkowanie funkcji wektorowych, pochodna wektora jednostkowego o zmiennym kierunku, pochodna lokalna. Wektorowy i analityczny opis ruchu punktu. Tor punktu. Opis ruchu punktu po torze. Prędkość i przyspieszenie punktu. Naturalne kierunki odniesienia, trójścian Freneta, przyspieszenie styczne i normalne do toru, promień krzywizny toru. Szczególne przypadki ruchu punktu – ruch punktu w jednorodnym i w środkowym polu przyspieszeń, ruch jednostajny i jednostajnie zmienny, ruch harmoniczny.

5. Dynamika punktu materialnego (6 godz.)
Wstęp: uzupełnienia z rachunku wektorowego. Równania ruchu punktu materialnego swobodnego. Proste i odwrotne zagadnienie dynamiki. Ruch punktu pod działaniem siły stałej, siły zależnej od czasu, położenia i prędkości. Badanie ruchu punktu. Ruch punktu materialnego nieswobodnego. Więzy i ich klasyfikacja, reakcje więzów. Równania dynamiki punktu materialnego w naturalnym układzie odniesienia. Pęd punktu materialnego i prawo jego zmienności. Kręt punktu materialnego względem punktu nieruchomego oraz względem punktu poruszającego się z zadaną prędkością. Prawo zmienności krętu. Praca i moc siły. Energia kinetyczna punktu materialnego i prawo jej zmienności. Potencjalne pole sił. Energia potencjalna pola sił. Prawo zmienności energii kinetycznej punktu materialnego w potencjalnym polu sił.

6. Dynamika układu punktów materialnych (4 godz.)
Równania ruchu swobodnego i nieswobodnego układu punktów materialnych. Więzy. Pęd układu punktów materialnych i prawo jego zmienności. Prawo ruchu środka masy. Kręt układu punktów materialnych i prawo jego zmienności. Prawo zmienności energii kinetycznej układu punktów materialnych. Ruch układu punktów w potencjalnym polu sił. Zasada zachowania energii mechanicznej.

Ćwiczenia audytoryjne:

1. Wyznaczanie położenia środków masy układów punktów materialnych i brył. Obliczanie momentów bezwładności i dewiacji brył. Zastosowanie twierdzenia Steinera. Wyznaczanie osi głównych i głównych momentów bezwładności brył i figur płaskich. Zastosowanie wzorów transformacyjnych.
2. Wyznaczanie położeń równowagi oraz reakcji podpór brył i układów mechanicznych, bez tarcia i z uwzględnieniem tarcia suchego według modelu Coulomba.
3. Wyznaczanie toru ruchu, prędkości i przyspieszenia punktu w różnych układach współrzędnych. Ruch prostoliniowy punktu – ruch jednostajnie zmienny, ruch harmoniczny. Rzut ukośny punktu w jednorodnym polu grawitacyjnym.
4. Rozwiązywanie równania ruchu punktu materialnego swobodnego i nieswobodnego w przypadkach siły zależnej od położenia, prędkości i czasu.
5. Posługiwanie się prawami zmienności pędu, krętu i energii kinetycznej do rozwiązywania zadań z dynamiki punktu materialnego. Siły potencjalne i zasada zachowania energii mechanicznej. Rzut pionowy w jednorodnym i niejednorodnym polu grawitacyjnym ziemskim.
6. Rozwiązywanie zadań z dynamiki układu punktów materialnych przy zastosowaniu praw zmienności pędu, krętu i energii kinetycznej.

**Metody oceny:**

• egzamin,
• sprawdziany pisemne na ćwiczeniach,
• ocena zadanych prac domowych,
• ocena aktywności na ćwiczeniach.
Zasady zaliczania

Ćwiczenia audytoryjne
• Podstawą zaliczenia ćwiczeń są sprawdziany pisemne polegające na samodzielnym rozwiązywaniu zadań z części materiału określonych w harmonogramie zajęć.
• Podczas sprawdzianów student nie korzysta z żadnych materiałów ani urządzeń pomocniczych.
• Oceniana jest poprawność zastosowanych metod, praw i formuł oraz poprawność jednostek fizycznych i uzyskanych wartości liczbowych.
• Ustalając ocenę z ćwiczeń, prowadzący bierze również pod uwagę aktywność studenta na zajęciach, wykazującą wiedzę z wykładów i świadczącą o samodzielnej pracy w domu.
• Ćwiczenia oceniane są w skali 2-5, przy czym do zaliczenia wymagana jest ocena co najmniej 3.
• Wstępna niedostateczna ocena z ćwiczeń może być poprawiona w wyniku jednego sprawdzianu zbiorczego, przeprowadzanego w ramach ćwiczeń przez osobę prowadzącą te ćwiczenia.
• Formą ogłoszenia wyników zaliczenia ćwiczeń jest wpis oceny do systemu USOS przez uprawnioną do tego osobę – prowadzącego ćwiczenia lub egzaminatora.
• Zaliczenie ćwiczeń jest warunkiem koniecznym przystąpienia studenta do egzaminu.

Wykład
• Na wykładzie nie przeprowadza się sprawdzianów nabytej wiedzy.
• Zaliczenie wykładu ma formę egzaminu składającego się z części pisemnej zadaniowej, części pisemnej teoretycznej oraz części ustnej w formie rozmowy oceniającej.
• Podstawą oceny części zadaniowej egzaminu jest samodzielne rozwiązanie przez studenta zadań sformułowanych przez egzaminatora.
• Część pisemna teoretyczna polega na odpowiedziach na pytania, których pełna lista jest jawna i dostępna w podstawowym podręczniku do wykładu oraz w materiałach do pobrania dotyczących przedmiotu, na stronie internetowej Zakładu Mechaniki.
• Uzyskanie oceny co najmniej dobrej (4) zaliczenia ćwiczeń zwalnia studenta z części zadaniowej egzaminu.
• Obydwie części pisemne egzaminu wymagają oceny co najmniej dostatecznej (3).
• Ostateczną ocenę z przedmiotu ustala egzaminator, biorąc pod uwagę ocenę umiejętności zdobytych na ćwiczeniach oraz ocenę wiedzy zdobytej na wykładach.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1) Włodzimierz Kurnik - Wykłady z mechaniki ogólnej, Oficyna Wydawnicza PW, 2017 – podręcznik podstawowy.
2) Zbigniew Osiński - Mechanika ogólna, PWN, 1994 - podręcznik uzupełniający do wykładów.
3) I.W. Mieszczerski - Zbiór zadań z mechaniki, PWN, Warszawa, 1973.
4) Materiały do ćwiczeń dostępne na stronie www Zakładu Mechaniki.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

-

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka 1150-MB000-ISP-0188\_W1:**

Student zna podstawowe wielkości występujące w mechanice takie jak siła, masa, moment siły względem punktu, prędkość, przyspieszenie, prędkość kątowa, przyspieszenie kątowe, pęd, kręt, energia kinetyczna, energia potencjalna, potrafi określić ich jednostki fizyczne i znaczenie.

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMiBM\_W01, KMiBM\_W02, KMiBM\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-MB000-ISP-0188\_W2:**

Student zna podstawowe metody stosowane w mechanice ogólnej i potrafi dobrać odpowiednią metodę do postawionego zdania.

Weryfikacja:

Egzamin, sprawdziany pisemne na ćwiczeniach, ocena prac domowych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMiBM\_W01, KMiBM\_W02, KMiBM\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-MB000-ISP-0188\_W3:**

Student potrafi wyjaśnić zjawiska o znaczeniu praktycznym występujące w mechanice ciał i mechanizmów, związane z równowagą lub ruchem tych układów, takie jak samohamowność, zakleszczanie, dwoistość utraty równowagi, statyczna niewyznaczalność, opory ruchu, zachowanie ruchu środka masy, zachowanie energii mechanicznej, swobodny spadek w polu grawitacyjnym etc.

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMiBM\_W01, KMiBM\_W02, KMiBM\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-MB000-ISP-0188\_W4:**

Student rozumie związki przyczynowo-skutkowe w mechanice, wyrażone przez prawa mechaniki (warunki równowagi, prawa zmienności pędu, krętu i energii kinetycznej) i ma podstawową wiedzę umożliwiającą ich zastosowanie do rozwiązywania zadań praktycznych.

Weryfikacja:

Egzamin, sprawdziany pisemne na ćwiczeniach, ocena prac domowych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMiBM\_W01, KMiBM\_W02, KMiBM\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-MB000-ISP-0188\_W5:**

Student potrafi zbudować model fizyczny realnego układu mechanicznego na potrzeby analizy statycznej lub dynamicznej w postawionym zadaniu.

Weryfikacja:

Egzamin, sprawdziany pisemne na ćwiczeniach, ocena prac domowych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMiBM\_W01, KMiBM\_W02, KMiBM\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka 1150-MB000-ISP-0188\_U1:**

Student potrafi wybrać i zastosować odpowiednie prawo mechaniki oraz właściwą metodę do rozwiązania postawionego zadania.

Weryfikacja:

Egzamin, sprawdziany pisemne, ocena zadanych prac domowych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMiBM\_U01, KMiBM\_U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-MB000-ISP-0188\_U10:**

Student potrafi zdobywać informacje dotyczące treści przedmiotu z literatury i baz internetowych

Weryfikacja:

Egzamin, sprawdziany pisemne, ocena zadanych prac domowych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMiBM\_U19

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-MB000-ISP-0188\_U2:**

Student potrafi ocenić prawidłowość uzyskanego wyniku pod względem ilościowym i jakościowym.

Weryfikacja:

Egzamin, sprawdziany pisemne, ocena zadanych prac domowych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMiBM\_U01, KMiBM\_U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-MB000-ISP-0188\_U3:**

Student potrafi wyznaczać położenie środka masy układu punktów materialnych i bryły oraz obliczać momenty bezwładności brył korzystając z twierdzenia Steinera.

Weryfikacja:

Egzamin, sprawdziany pisemne, ocena zadanych prac domowych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMiBM\_U01, KMiBM\_U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-MB000-ISP-0188\_U4:**

Student potrafi redukować dowolny przestrzenny układ sił do skrętnika.

Weryfikacja:

Egzamin, sprawdziany pisemne, ocena zadanych prac domowych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMiBM\_U01, KMiBM\_U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-MB000-ISP-0188\_U5:**

Student potrafi obliczać reakcje podpór statycznie wyznaczalnych układów mechanicznych płaskich i przestrzennych.

Weryfikacja:

Egzamin, sprawdziany pisemne, ocena zadanych prac domowych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMiBM\_U01, KMiBM\_U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-MB000-ISP-0188\_U6:**

Student potrafi rozwiązywać zdania statyki układów z uwzględnieniem tarcia.

Weryfikacja:

Egzamin, sprawdziany pisemne, ocena zadanych prac domowych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMiBM\_U01, KMiBM\_U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-MB000-ISP-0188\_U7:**

Student umie wyznaczać prędkość i przyspieszenie punktu materialnego w układach: kartezjańskim, biegunowym i w układzie kierunków naturalnych.

Weryfikacja:

Egzamin, sprawdziany pisemne, ocena zadanych prac domowych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMiBM\_U01, KMiBM\_U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-MB000-ISP-0188\_U8:**

Student potrafi rozwiązywać zadania rzutów punktu materialnego w jednorodnym polu grawitacyjnym z oporami ruchu oraz rzutu pionowego w polu niejednorodnym.

Weryfikacja:

Egzamin, sprawdziany pisemne, ocena zadanych prac domowych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMiBM\_U01, KMiBM\_U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-MB000-ISP-0188\_U9:**

Student umie stosować w zadaniach prawo zachowania energii mechanicznej w przypadku punktu materialnego i układu punktów materialnych.

Weryfikacja:

Egzamin, sprawdziany pisemne, ocena zadanych prac domowych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMiBM\_U01, KMiBM\_U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**