**Nazwa przedmiotu:**

Mechanika ogólna II

**Koordynator przedmiotu:**

Prof. dr hab. inż. Włodzimierz Kurnik

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Inżynieria Pojazdów Elektrycznych i Hybrydowych

**Grupa przedmiotów:**

Fizyka i mechanika

**Kod przedmiotu:**

1150-00000-ISP-0201

**Semestr nominalny:**

3 / 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 - 3 godz.;
d) egzamin – 2 godz.

2) Praca własna studenta – 60 godz., w tym:
a) 30 godz. – bieżące przygotowywanie się do ćwiczeń, prace domowe,
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 - 3 godz.;
d) egzamin 2 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 - 15 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:**

1. 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.
2. Zdany egzamin z Mechaniki ogólnej I.

**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 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. Kinematyka ciała sztywnego (5 godz.)
Opis położenia ciała sztywnego w przestrzeni. Współrzędne punktów ciała sztywnego. Kąty Eulera. Klasyfikacja ruchów bryły: ruch postępowy, ruch kulisty, ruch płaski, ruch śrubowy. Prędkości punktów ciała sztywnego. Wektor prędkości kątowej bryły. Przyspieszenia punktów ciała sztywnego. Wektor przyspieszenia kątowego bryły. Przyspieszenie obrotowe i doosiowe. Prędkości i przyspieszenia bryły w ruchu obrotowym i postępowym. Ruch płaski bryły. Środek prędkości i środek przyspieszeń. Aksoidy i centroidy bryły w ruchu płaskim. Ruch kulisty bryły. Chwilowa oś obrotu i aksoidy bryły w ruchu kulistym. Precesja regularna. Ruch śrubowy bryły.

2. Ruch złożony punktu (3 godz.)
Ruch układu odniesienia. Ruch unoszenia i ruch względny. Prędkość i przyspieszenie punktu w ruchu złożonym. Prędkość unoszenia i prędkość względna. Przyspieszenie unoszenia, przyspieszenie względne, przyspieszenie Coriolisa. Dynamika ruchu złożonego punktu. Dynamika punktu w ruchu względnym. Równowaga względna.

3. Dynamika ciała sztywnego (8 godz.)
Energia kinetyczna ciała sztywnego. Twierdzenie Königa. Prawo zmienności energii kinetycznej bryły. Pęd bryły i prawo jego zmienności. Prawo ruchu środka masy bryły. Kręt bryły i prawo jego zmienności. Równania ruchu bryły wynikające z praw pędu i krętu. Dynamika ruchu postępowego. Dynamika ruchu obrotowego. Reakcje dynamiczne łożysk. Dynamika bryły w ruchu kulistym. Moment precesyjny. Zjawisko giroskopowe. Dynamika bryły w ruchu płaskim. Dynamika toczącego się koła. Dynamika pojazdów.

4. Elementy mechaniki analitycznej (6 godz.)
Więzy i współrzędne uogólnione układu punktów materialnych. Przemieszczenia wirtualne. Praca wirtualna. Siły uogólnione. Zasada prac wirtualnych. Warunki równowagi ciała sztywnego wynikające z zasady prac wirtualnych. Zasada d'Alemberta i ogólne równanie mechaniki. Równania Lagrange'a II rodzaju.

5. Elementarna teoria zderzenia (5 godz.)
Siły zderzeniowe. Dynamika punktu materialnego pod działaniem siły zderzeniowej. Zderzenie punktu materialnego z przegrodą. Zderzenie dwóch punktów materialnych. Działanie siły zderzeniowej na ciało sztywne. Środek uderzenia. Zderzenie dwu brył w ruchu płaskim.

6. Dynamika punktu materialnego o zmiennej masie (3 godz.)
Przykłady układów o zmiennej masie. Dynamika punktu materialnego o zmiennej masie. Równanie Mieszczerskiego. Szczególne przypadki ruchu punktu o zmiennej masie. Równanie ruchu rakiety. Dynamika bryły o zmiennym momencie bezwładności w ruchu obrotowym.

Ćwiczenia audytoryjne:

1. Wyznaczanie prędkości i przyspieszeń punktów bryły poruszającej się ruchem postępowym, obrotowym, płaskim lub kulistym. Centroidy i aksoidy bryły w ruchu płaskim i w precesji regularnej.
2. Wyznaczanie prędkości i przyspieszeń punktów w ruchu złożonym. Przyspieszenie Coriolisa.
3. Wyznaczanie równań i badanie ruchu względnego punktu materialnego. Wyznaczanie położeń równowagi względnej.
4. Obliczanie energii kinetycznej bryły z zastosowaniem twierdzenia Koeniga. Zastosowanie praw zmienności pędu, krętu i energii kinetycznej do badania ruchu bryły. Wykorzystanie zasady zachowania energii mechanicznej w przypadku sił potencjalnych.
5. Wyznaczanie reakcji dynamicznych w łożyskach bryły obracającej się względem osi stałej.
6. Wyznaczanie równań ruchu ciała poruszającego się ruchem płaskim.
7. Wyznaczanie równań ruchu układów mechanicznych w oparciu o równania Lagrange'a II rodzaju.
8. Wyznaczanie ruchu ciała w przypadku zderzenia z przegrodą lub z innym ciałem w ruchu płaskim. Wyznaczanie położenia środka uderzenia bryły.
9. Wyznaczanie równań ruchu punktu o zmiennej masie w przypadkach szczególnych.

**Metody oceny:**

• egzamin,
• sprawdziany pisemne na ćwiczeniach,
• ocena zadanych prac domowych,
• ocena aktywności na ćwiczeniach.
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 1150-00000-ISP-0201\_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:** K\_W01, K\_W02, K\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-00000-ISP-0201\_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:** K\_W01, K\_W02, K\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-00000-ISP-0201\_W3:**

Student potrafi wyjaśnić zjawiska o znaczeniu praktycznym występujące w mechanice ciał i mechanizmów, związane z ruchem układów, takie jak zjawisko żyroskopowe, równowaga względna, opory ruchu w ośrodku, opory toczenia, toczenie z poślizgiem, trakcja pojazdu, zderzenie ciał, jego właściwości i skutki, efekt ciągłej zmiany masy w dynamice punktu materialnego.

Weryfikacja:

Egzamin

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

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-00000-ISP-0201\_W4:**

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

Weryfikacja:

Egzamin.

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

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-00000-ISP-0201\_W5:**

Student zna podstawy teoretyczne umożliwiające stosowanie metod mechaniki analitycznej do budowania równań równowagi i równań ruchu układów mechanicznych (zasada prac wirtualnych, zasada d’Alemberta, równania Lagrange’a).

Weryfikacja:

Egzamin.

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

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka 1150-00000-ISP-0201\_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:** K\_U01, K\_U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-00000-ISP-0201\_U2:**

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

Weryfikacja:

Egzamin, sprawdziany pisemne, ocena zadanych prac domowych.

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

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-00000-ISP-0201\_U3:**

Student potrafi obliczać prędkości i przyspieszenia punktu materialnego w ruchu złożonym (w tym przyspieszenie Coriolisa).

Weryfikacja:

Egzamin, sprawdziany pisemne, ocena zadanych prac domowych.

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

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-00000-ISP-0201\_U4:**

Student potrafi rozwiązywać zdania dynamiki ruchu względnego punktu materialnego i analizować równowagę względną.

Weryfikacja:

Egzamin, sprawdziany pisemne, ocena zadanych prac domowych.

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

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-00000-ISP-0201\_U5:**

Student potrafi obliczać energię kinetyczną ciała sztywnego korzystając z wzoru Koeniga.

Weryfikacja:

Egzamin, sprawdziany pisemne, ocena zadanych prac domowych.

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

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-00000-ISP-0201\_U6:**

Student potrafi wyznaczać reakcje dynamiczne w łożyskach wirującej bryły.

Weryfikacja:

Egzamin, sprawdziany pisemne, ocena zadanych prac domowych.

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

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-00000-ISP-0201\_U7:**

Student potrafi budować równania ruchu układów mechanicznych korzystając z metody analitycznej równań Lagrange’a.

Weryfikacja:

Egzamin, sprawdziany pisemne, ocena zadanych prac domowych.

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

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-00000-ISP-0201\_U8:**

Student umie rozwiązywać modelowe zadania dotyczące zderzenia punktów i brył.

Weryfikacja:

Egzamin, sprawdziany pisemne, ocena zadanych prac domowych.

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

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-00000-ISP-0201\_U9:**

Student umie rozwiązywać podstawowe zadania dotyczące ruchu punktu materialnego o zmiennej masie.

Weryfikacja:

Egzamin, sprawdziany pisemne, ocena zadanych prac domowych.

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

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**