**Nazwa przedmiotu:**

Mechanika

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Michał Wilczyński, adiunkt, e-mail: michal.wilczynski@pw.edu.pl

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Fizyka Techniczna

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

1050-FT000-ISP-3MEC

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2020/2021

**Liczba punktów ECTS:**

6

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

1. godziny kontaktowe – 67 h; w tym
 a) obecność na wykładach – 30 h
 b) obecność na ćwiczeniach – 30 h
 c) obecność na egzaminie – 3 h
 d) uczestniczenie w konsultacjach – 4 h
2. praca własna studenta – 83 h; w tym
 a) przygotowanie do ćwiczeń i do kolokwiów – 18 h
 b) zapoznanie się z literaturą – 30 h
 c) przygotowanie do egzaminu – 15 h
 d) rozwiązywanie zadań domowych – 20h

Razem w semestrze 150 h, co odpowiada 6 pkt. ECTS

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

1. obecność na wykładach –30 h
2. obecność na ćwiczeniach – 30 h
3. obecność na egzaminie – 3 h
4. uczestniczenie w konsultacjach – 4 h
Razem w semestrze 67 h, co odpowiada 3 pkt. ECTS

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

0

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

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

**Wymagania wstępne:**

Podstawy fizyki 1, Analiza matematyczna 1, Analiza matematyczna 2

**Limit liczby studentów:**

brak

**Cel przedmiotu:**

Poznanie podstaw mechaniki klasycznej w szczególności formalizmu Lagrange’a, Hamiltona oraz zasad wariacyjnych mechaniki stanowiących fundament fizyki teoretycznej.

**Treści kształcenia:**

1. Treści wykładów:
a) Krzywoliniowe ortogonalne układy współrzędnych. Transformacja prędkości i przyspieszenia przy przejściu do obracającego się układu odniesienia. Dynamika układu złożonego z kilku ciał w układzie środka masy.
b) Zagadnienie dwóch ciał oddziałujących siłą centralną. Masa zredukowana. Całka energii i momentu pędu. Potencjał efektywny. Wzór Bineta. Ruch pod wpływem siły o wartości odwrotnie proporcjonalnej do kwadratu odległości ciał. Wektor Runge-Lenza.
c) Więzy. Przesunięcia wirtualne. Zasada d'Alemberta. Siła reakcji więzów. Równania Lagrange'a pierwszego rodzaju.
d) Współrzędne uogólnione, siła uogólniona, pęd uogólniony. Funkcja Lagrange'a. Równania Lagrange'a drugiego rodzaju. Współrzędne cykliczne. Całki pierwsze ruchu. Potencjał uogólniony dla naładowanej cząstki poruszającej się w obszarze pola magnetycznego.
e) Małe drgania układu o wielu stopniach swobody; współrzędne normalne.
f) Proste przykłady zagadnień wariacyjnych. Równania Eulera-Lagrange'a dla zagadnienia wariacyjnego. Zasada wariacyjna Hamiltona. Twierdzenie Noether; związek całek ruchu z symetrią układu.
g) Funkcja Hamiltona i równania kanoniczne Hamiltona. Przestrzeń fazowa. Twierdzenie Liouville'a. Nawiasy Poissona. Transformacje kanoniczne.
h) Równanie Hamiltona-Jacobiego. Separacja zmiennych w równaniu Hamiltona-Jacobiego.
i) Dynamika bryły sztywnej. Tensor momentu bezwładności, moment pędu i energia kinetyczna bryły w układzie związanym z bryłą i w układzie nieruchomym; osie główne tensora momentu bezwładności. Równania Eulera. Katy Eulera. Zasada d'Alemberta i równania Lagrange'a II rodzaju dla bryły sztywnej. Opis ruchu swobodnego bąka symetrycznego. Wpływ siły ciężkości na ruch bąka.
2. Treści ćwiczeń:
a) Krzywoliniowe układy współrzędnych.
b) Ruch w polu siły centralnej.
c) Zasada d'Alemberta. Równania Lagrange'a pierwszego rodzaju.
d) Równania Lagrange'a drugiego rodzaju.
e) Małe drgania.
f) Elementy rachunku wariacyjnego.
g) Funkcja Hamiltona, równania Hamiltona.
h) Nawiasy Poissona. Przekształcenia kanoniczne.
i) Równania Hamiltona-Jacobiego.

**Metody oceny:**

Egzamin: 50 punktów Ocena łączna: 90 punktów 5,0 5,0
Kolokwia: 40 punktów 80 4,5 4,5
Zadania domowe: 10 punktów 70 4,0 4,0
 60 3,5
 50 3,0

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. W. Rubinowicz, W. Królikowski, Mechanika teoretyczna, PWN, Warszawa, 1998.
2. J. R. Taylor, Mechanika klasyczna t. 1, 2, PWN, Warszawa, 2006.
3. K. Stefański, Wstęp do mechaniki klasycznej, PWN, Warszawa, 1999.
4. G. Białkowski, Mechanika klasyczna: mechanika punktu materialnego i bryły sztywnej, PWN, Warszawa, 1975.
5. L.D. Landau, J.M. Lifszyc, Mechanika, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2007.
6. I.I. Olchowski, mechanika teoretyczna, PWN, Warszawa, 1978.
7. H. Goldstein, C. Poole, J. Safko, Classcal mechanics, Addison-Wesley, 1980.
8. W. Greiner, Classical mechanics: systems of particles and Hamiltonian dynamics, Springer, 2010.
9. D. Morin, Introduction to classical mechanics with problems and solutions, Cambridge University Press, 2009.
10. R.D. Gregory, Classical mechanics, Cambridge University Press, 2006.
11. M. Wierzbicki, Mechanika klasyczna w zadaniach, OWPW, Warszawa, 2010.
12. E. Karaśkiewicz, Zbiór zadań z mechaniki teoretycznej, PWN Warszawa, 1959.
13. G.L. Kotkin, V.G. Serbo, Zbiór zadań z mechaniki klasycznej, WNT, Warszawa, 1972.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt MECH\_W01:**

Posiada uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie podstaw teoretycznych i metod rozwiązywania równań ruchu punktu materialnego i układu punktów materialnych, w tym na temat formalizmu Lagrange’a, Hamiltona i Hamiltona-Jacobiego.

Weryfikacja:

Egzamin pisemny, Egzamin ustny

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT1\_W02, FT1\_W04, FT1\_W07

**Powiązane efekty obszarowe:** X1A\_W01, T1A\_W01, T1A\_W03, X1A\_W01, X1A\_W03, T1A\_W01, T1A\_W02, X1A\_W02, X1A\_W03, T1A\_W02

**Efekt MECH\_W02:**

Posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie metod wyznaczania drgań własnych prostych układów oddziałujących punktów materialnych.

Weryfikacja:

Egzamin pisemny, Egzamin ustny

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT1\_W02, FT1\_W04, FT1\_W07

**Powiązane efekty obszarowe:** X1A\_W01, T1A\_W01, T1A\_W03, X1A\_W01, X1A\_W03, T1A\_W01, T1A\_W02, X1A\_W02, X1A\_W03, T1A\_W02

**Efekt MECH\_W03:**

Posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie podstaw teoretycznych i metod rozwiązywania równań ruchu bryły sztywnej.

Weryfikacja:

Egzamin pisemny, Egzamin ustny

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT1\_W02, FT1\_W04, FT1\_W07

**Powiązane efekty obszarowe:** X1A\_W01, T1A\_W01, T1A\_W03, X1A\_W01, X1A\_W03, T1A\_W01, T1A\_W02, X1A\_W02, X1A\_W03, T1A\_W02

**Efekt MECH\_W04:**

Posiada uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę na temat zasad wariacyjnych, ich roli w fizyce i związku z własnościami symetrii układów fizycznych.

Weryfikacja:

Egzamin pisemny, Egzamin ustny

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT1\_W02

**Powiązane efekty obszarowe:** X1A\_W01, T1A\_W01, T1A\_W03

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt MECH\_U01:**

Potrafi sformułować i rozwiązać równania ruchu punktu materialnego i układu punktów materialnych o średnim stopniu złożoności w formalizmie Lagrange’a I i II rodzaju i formalizmie Hamiltona.

Weryfikacja:

Kolokwium, Egzamin pisemny

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT1\_U05, FT1\_U06

**Powiązane efekty obszarowe:** X1A\_U01, T1A\_U07, T1A\_U09, InzA\_U07, X1A\_U01, X1A\_U02, T1A\_U07, T1A\_U09

**Efekt MECH\_U02:**

Potrafi wyznaczyć, w przybliżeniu małych drgań, drgania własne prostego układu punktów materialnych.

Weryfikacja:

Kolokwium, Egzamin pisemny

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT1\_U05, FT1\_U06

**Powiązane efekty obszarowe:** X1A\_U01, T1A\_U07, T1A\_U09, InzA\_U07, X1A\_U01, X1A\_U02, T1A\_U07, T1A\_U09

**Efekt MECH\_U03:**

Potrafi sformułować i rozwiązać proste równania Eulera dla bryły sztywnej.

Weryfikacja:

Kolokwium, Egzamin pisemny

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT1\_U05, FT1\_U06

**Powiązane efekty obszarowe:** X1A\_U01, T1A\_U07, T1A\_U09, InzA\_U07, X1A\_U01, X1A\_U02, T1A\_U07, T1A\_U09

**Efekt MECH\_U04:**

Potrafi rozwiązać proste zagadnienia z zakresu rachunku wariacyjnego.

Weryfikacja:

Kolokwium, Egzamin pisemny

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT1\_U05, FT1\_U06

**Powiązane efekty obszarowe:** X1A\_U01, T1A\_U07, T1A\_U09, InzA\_U07, X1A\_U01, X1A\_U02, T1A\_U07, T1A\_U09

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt MECH\_K01:**

Potrafi pracować samodzielnie

Weryfikacja:

Kolokwium, Egzamin pisemny, Egzamin ustny

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT1\_K01, FT1\_K03

**Powiązane efekty obszarowe:** X1A\_K01, X1A\_K05, T1A\_K01, X1A\_K02, T1A\_K03