



Mechanika teoretyczna

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Fizyka Techniczna	Cykl dydaktyczny 2024/2025	
Specjalność -	Kod przedmiotu JFTCS.li8.01339.24	
Jednostka organizacyjna Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej	Języki wykładowe polski	
Poziom kształcenia Studia inżynierskie I stopnia	Obligatoryjność Do wyboru	
Forma studiów Stacjonarne	Blok zajęciowy Przedmioty kierunkowe	
Profil studiów Ogólnoakademicki	Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak	
Koordynator przedmiotu	Radosław Strzałka	
Prowadzący zajęcia	Radosław Strzałka	
Okres Semestr 4	Forma zaliczenia Zaliczenie	Liczba punktów ECTS 3
	Forma prowadzenia i godziny zajęć Konwersatorium: 45	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem wykładu jest wypełnienie luki między podstawowym kursem mechaniki (1. lub 2. semestr) a kursem mechaniki kwantowej, oraz prezentacja zaawansowanych narzędzi mechaniki teoretycznej, wypracowanych w XVIII, XIX i XX wieku. Naturalną kontynuacją tematyki wykładu może być kurs mechaniki relatywistycznej, astronomii teoretycznej, dynamiki nieliniowej i teorii chaosu oraz elektrodynamiki klasycznej.
----	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	Student zna zaawansowany formalizm mechaniki teoretycznej, w szczególności podejście Lagrange'a, Hamiltona i Jacobiego.	FTC1A_W01, FTC1A_W02, FTC1A_W03	Aktywność na zajęciach, Udział w dyskusji, Wykonanie ćwiczeń, Referat, Esej, Prezentacja
W2	Student zna zastosowanie metod mechaniki teoretycznej do opisu współczesnych zagadnień fizyki teoretycznej (teorii drgań, astrofizyki, teorii chaosu i dynamiki nieliniowej).	FTC1A_W01, FTC1A_W03, FTC1A_W04, FTC1A_W06	Aktywność na zajęciach, Udział w dyskusji, Wykonanie ćwiczeń, Referat, Esej, Prezentacja
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	Student potrafi stosować formalizm Lagrange'a i Hamiltona do opisu problemów mechaniki, w tym małych drgań, ruchu w polu centralnym, opisu w przestrzeni fazowej, czy układów nieliniowych i chaotycznych.	FTC1A_U01, FTC1A_U02, FTC1A_U04	Aktywność na zajęciach, Udział w dyskusji, Wykonanie ćwiczeń, Referat, Esej, Prezentacja
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	Student potrafi zabrać głos w merytorycznej dyskusji, udowodnić swoje stanowisko w oparciu o dane literaturowe i własne opracowanie zagadnienia.	FTC1A_K02, FTC1A_K03	Udział w dyskusji, Referat, Esej, Prezentacja

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

Prawa Newtona, Nieinercjalne układy odniesienia, Ogólne rozwiązanie równań ruchu, Ruch okresowy, Podobieństwo mechaniczne, Problemy formalizmu Newtona, Funkcja Lagrange'a, Współrzędne uogólnione, Więzy, Proste zastosowania równań Lagrange'a, Rachunek wariacyjny i zasada Hamiltona, Prawa zachowania, Układy nieholonomiczne, Mnożniki Lagrange'a, Małe drgania, Zagadnienie dwóch ciał, Równanie ruchu w polu sił centralnych, Ruch periodyczny i kwaziperiodyczny w polu centralnym, Równania Hamiltona, Nawiasy Poissona, Zasada najmniejszego działania, Transformacja kanoniczna, Przestrzeń fazowa, Metoda Hamiltona-Jacobiego, Ruch układu całkowalnego i zaburzonego, Zasada odpowiedniości: przejście do mechaniki kwantowej.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Konwersatorium	45
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	30
Przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	5
Dodatkowe godziny kontaktowe	5
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 85
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 45

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu	Formy prowadzenia zajęć
1.	Mechanika Newtona 1. Prawa Newtona (zasady dynamiki): Prawo Newtona bezwładności, II prawo Newtona, Siły zachowawcze, O transformacji Galileusza; Nieinercjalne układy odniesienia: Transformacja przyspieszenia, Obrót + translacja.	W1, W2, U1, K1	Konwersatorium
2.	Mechanika Newtona 2. Ogólne rozwiązanie równań ruchu (Całkowanie równań ruchu); Ruch okresowy: Wahadło matematyczne, Ogólnie o okresie w ruchu drgającym, Określenie energii potencjalnej na podstawie okresu drgań, Poprawka do potencjału; Podobieństwo mechaniczne: Twierdzenie o wiriale.	W1, W2, U1, K1	Konwersatorium
3.	Formalizm Lagrange'a 1. Problemy formalizmu Newtona: Problem więzów, Problem niezmienniczości względem transformacji układu współrzędnych; Nowe podejście - funkcja Lagrange'a: Wyprowadzenie lagranżjanu z transformacji Galileusza oraz z hipotezy d'Alemberta.	W1, W2, U1, K1	Konwersatorium
4.	Formalizm Lagrange'a 2. Współrzędne uogólnione; Więzy; Proste zastosowania równań Lagrange'a: Wahadło matematyczne, Koralek na drucie, Współrzędne cykliczne - zachowanie pędu uogólnionego, Wahadło na sprężynie.	W1, W2, U1, K1	Konwersatorium
5.	Formalizm Lagrange'a 3. Przybliżanie lagranżjanu i równań Lagrange'a, Zadania; Rachunek wariacyjny i zasada Hamiltona, Niejednoznaczność lagranżjanu.	W1, W2, U1, K1	Konwersatorium
6.	Formalizm Lagrange'a 4. Prawa zachowania: Pęd uogólniony, Energia całkowita, Twierdzenie Noether; Układy nieholonomiczne: Siły reakcji więzów, Mnożniki Lagrange'a.	W1, W2, U1, K1	Konwersatorium
7.	Małe drgania. Podejście newtonowskie: Zapis macierzowy, Mody normalne; Podejście lagranżjowskie: Wahadło podwójne, Wahadła sprzężone; Ogólny przypadek o wielu stopniach swobody, Współrzędne normalne.	W1, W2, U1, K1	Konwersatorium
8.	Ruch w polu centralnym. Zagadnienie dwóch ciał: Lagranżjan, Środek masy i masa zredukowana; Równanie ruchu w polu sił centralnych: Ogólne rozwiązanie dla $U(r)$, II prawo Keplera, Zagadnienie Keplera, Ukryta symetria w problemie Keplera, Orbita eliptyczna; Ruch periodyczny i kwaziperiodyczny w polu centralnym: Periodyczność ruchu, Twierdzenie Bertranda, Małe drgania w polu centralnym.	W1, W2, U1, K1	Konwersatorium
9.	Formalizm Hamiltona 1. Równania Hamiltona: Wyprowadzenie przez „zgadnięcie” oraz metodą różniczeki zupełnej lagranżjanu, Proste przykłady; Nawiasy Poissona: Definicja i własności, Całki ruchu, Zachowanie energii.	W1, W2, U1, K1	Konwersatorium

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu	Formy prowadzenia zajęć
10.	Formalizm Hamiltona 2. Zasada najmniejszego działania. Transformacja kanoniczna: Całka działania w formalizmie Hamiltona, Równania Hamiltona z zasady najmniejszego działania, Zmienne kanoniczne, Transformacja kanoniczna, Podejście symplektyczne.	W1, W2, U1, K1	Konwersatorium
11.	Formalizm Hamiltona 3. Przestrzeń fazowa: Trajektorie w przestrzeni fazowej, Przekroje Poincare, Twierdzenie Liouville'a i twierdzenie Poincare o powrocie.	W1, W2, U1, K1	Konwersatorium
12.	Formalizm Hamiltona-Jacobiego 1. Równania Hamiltona-Jacobiego, Całka zupełna, Przypadki szczególne, Metoda rozdzielania zmiennych.	W1, W2, U1, K1	Konwersatorium
13.	Formalizm Hamiltona-Jacobiego 2. Ruch układu całkownego i zaburzonego: Układ całkowny, Zamienne działanie-kąt.	W1, W2, U1, K1	Konwersatorium
14.	Formalizm Hamiltona-Jacobiego 3. Twierdzenie KAM, Niezmienniki adiabatyczne. Zasada odpowiedności: przejście do mechaniki kwantowej.	W1, W2, U1, K1	Konwersatorium
15.	Prezentacje studentów: Prezentacje samodzielnie opracowanych przez studentów zagadnień z listy prowadzącego lub własnych, spoza podstawowej tematyki wykładu.	W1, W2, U1, K1	Konwersatorium

Informacje rozszerzone

Metody i techniki kształcenia :

Metoda ćwiczebna (np. wykonywanie zadań przy tablicy), Metoda projektowa (ang. Project Based Learning), Mini wykład, Dyskusja

Rodzaj zajęć	Metody zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
Konwersatorium	Aktywność na zajęciach, Udział w dyskusji, Wykonanie ćwiczeń, Referat, Esej, Prezentacja	Zaliczenie zdobywa student, który regularnie uczestniczył w zajęciach i wykazał się aktywnością w trakcie zajęć. W praktyce oznacza to, że uczestniczył w co najmniej 50% zajęć i przynajmniej 1 raz wykazał się pozytywną aktywnością w trakcie zajęć. Prowadzący nie przewiduje kolokwium zaliczeniowego ani egzaminu końcowego.

Dodatkowy opis

- Zajęcia w zamyśle prowadzącego mają mieć formę konwersatorium („wykłado-ćwiczeń”), co oznacza, że będą połączeniem wykładu i ćwiczeń. W praktyce ma to być zrealizowane poprzez czynny udział studentów w wykładzie (prowadzenie obliczeń, przekształceń, wyprowadzeń; oczywiście z pomocą prowadzącego) oraz wspólne rozwiązywanie przykładów i zadań przy tablicy. Wykład będzie miał formę wykładu tablicowego (pisanego).
- Nie planowane są regularne ćwiczenia do kursu. Zadania do samodzielnego rozwiązania przez studentów będą proponowane w trakcie konwersatorium. Dodatkowe zadania można znaleźć w literaturze i zbiorach zadań zaproponowanych przez prowadzącego.
- Wykład powstał w oparciu o podręczniki: Landaua, Taylora, Greinera, Goldsteina i Rubinowicza, a także wykład prof. P. Bizonia dla studentów fizyki teoretycznej UJ.

Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu

Zaliczenie zdobywa student, który regularnie uczestniczył w zajęciach i wykazał się aktywnością w trakcie zajęć. W praktyce oznacza to, że uczestniczył w co najmniej 50% zajęć i przynajmniej 1 raz wykazał się pozytywną aktywnością w trakcie zajęć. Prowadzący nie przewiduje kolokwium zaliczeniowego ani egzaminu końcowego.

Sposób obliczania oceny końcowej

Ocena końcowa:

- Ocenę 3,0-3,5 (dst lub dst+) zdobywa student, który uczestniczył w co najmniej 50% zajęć i przynajmniej 1 raz wykazał się pozytywną aktywnością w trakcie zajęć. Jest to jednocześnie warunek zaliczenia przedmiotu dla wszystkich studentów (na ocenę 3,0).
- Ocenę 3,5 otrzyma student o większej niż jednokrotna aktywności.
- Ocenę 4,0-4,5 (db lub db+) zdobywa student, który ponad powyższe przedstawi samodzielnie wykonane i poprawne rozwiązania zadań i przykładów pozostawionych na wykładzie do samodzielnego rozwiązania (na ocenę 4,5 - wszystkich, na ocenę 4,0 - co najmniej połowę).
- Ocenę 5,0 (bdb) zdobywa student, który ponad powyższe opracuje wybrane przez siebie zagadnienie dot. mechaniki teoretycznej (np. wybrane z listy zagadnień zaproponowanej przez prowadzącego lub samodzielnie) i przedstawi je w formie prezentacji (referatu, w formie prezentacji multimedialnej, lub mini-wykładu tablicowego itp.), albo eseju (w razie ograniczonych możliwości czasowych).

Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach

Od studenta wymagana jest 50%-owa frekwencja w trakcie zajęć. Nieobecność studenta w wymiarze <50% nie wymaga dodatkowego wyrównywania zaległości, poza uzupełnieniem notatek i rozwiązaniem zadań pozostawionych do samodzielnego rozwiązania (w przypadku, gdy student aspiruje do otrzymania oceny wyższej niż 3,5). Nieobecność w wymiarze ponad 50% zajęć skutkuje niezaliczeniem przedmiotu.

Wymagania wstępne i dodatkowe

Odbyty podstawowy kurs mechaniki i analizy matematycznej (w zakresie I roku studiów I stopnia).

Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa

Konwersatorium: Obecność jest obowiązkowa. Od studenta wymagana jest 50%-owa frekwencja w trakcie zajęć.

Literatura

Obowiązkowa

1. L.D. Landau, J.M. Lifszyc, "Mechanika", Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007
2. J.R. Taylor, "Mechanika klasyczna, tom 1 i 2", Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2012.
3. W. Greiner, "Classical Mechanics", Springer-Verlag New York 2003.
4. H. Goldstein, C. Poole, J. Safko, "Classical Mechanics", Addison Wesley 2001 (dostępny online: <http://www.cmi.ac.in/~souvik/books/mech/Goldstein.pdf>).
5. W. Rubinowicz, W. Królikowski, "Mechanika teoretyczna", Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1998.

Dodatkowa

1. G.L. Kotkin, W.G. Serbo, "Zbiór zadań z mechaniki klasycznej", WNT, Warszawa 1972.
2. L.G. Grieczko, W.I. Sugakow, O.F. Tomaszewicz, "Zadania z fizyki teoretycznej", PWN, Warszawa 1975.

Badania i publikacje

Publikacje

1. Relativistic equation of motion in the presence of a moving force field / Janusz WOLNY, Radosław STRZAŁKA // Novel

- Research in Sciences [Dokument elektroniczny]. - Czasopismo elektroniczne ; ISSN 2688-836X. — 2021 vol. 6 iss. 1, s. 1-5. — Wymagania systemowe: Adobe Reader. — Bibliogr. s. 5, Abstr.. — Publikacja dostępna online od: 2021-03-03. — tekst: <https://crimsonpublishers.com/nrs/pdf/NRS.000630.pdf>
2. Description of the motion of objects with sub- and superluminal speeds / Janusz WOLNY, Radosław STRZAŁKA // American Journal of Physics and Applications ; ISSN 2330-4286. — 2020 vol. 8 iss. 2, s. 25-28. — Bibliogr. s. 28, Abstr.. — Publikacja dostępna online od: 2020-06-04. — tekst: <http://article.sciencepublishinggroup.com/pdf/10.11648.j.ajpa.20200802.12.pdf>
3. Momentum in the dynamics of variable-mass systems: classical and relativistic case / J. WOLNY, R. STRZAŁKA // Acta Physica Polonica. A ; ISSN 0587-4246. — 2019 vol. 135 no. 3, s. 475-479. — Bibliogr. s. 478-479. — tekst: <http://przyrbwn.icm.edu.pl/APP/PDF/135/app135z3p25.pdf>

Kierunkowe efekty uczenia się

Kod	Treść
FTC1A_K02	respektuje etyczne zasady wykonywanego zawodu, publikuje efekty swoich prac w sposób rzetelny i uczciwy, ma świadomość odpowiedzialności za swoje wypowiedzi oraz rozumie potrzebę stałego samokształcenia i samorozwoju zawodowego
FTC1A_K03	rozumie skutki działalności techniczno-inżynierskiej w środowisku naturalnym i społecznym, wykazuje postawę proekologiczną, potrafi przekazać społeczeństwu w sposób zrozumiały informację o osiągnięciach i ich wpływie na rozwój technologii oraz dostrzega możliwość komercjalizacji rozwiązań fizyki technicznej
FTC1A_U01	ma umiejętność samodzielnego uczenia się oraz zdobywania i integrowania wiedzy z różnych baz danych w języku polskim i angielskim
FTC1A_U02	potrafi posługiwać się językiem specjalistycznym z zakresu nauk fizycznych i technicznych zarówno w dyskusji, jak i w piśmie, także w języku obcym na poziomie B2
FTC1A_U04	potrafi zaplanować, przeprowadzić oraz przeanalizować proste zadania inżynierskie odpowiednio dobierając metody i narzędzia stosowane w fizyce i statystyce
FTC1A_W01	zna i rozumie podstawowe zagadnienia z zakresu fizyki oraz podstawowe mechanizmy fizyczne procesów zachodzących w przyrodzie
FTC1A_W02	zna i rozumie podstawowe zagadnienia z zakresu matematyki, chemii, informatyki, elektroniki potrzebne do zrozumienia podstawowych procesów technologicznych
FTC1A_W03	ma podstawową wiedzę o trendach rozwojowych i współczesnych zastosowaniach fizyki w technice oraz o cyklu życia urządzeń, obiektów i systemach technicznych
FTC1A_W04	zna i rozumie metodologię rozwiązywania prostych problemów inżynierskich oraz metody fizyczne i matematyczne analizy otrzymywanych wyników
FTC1A_W06	zna i rozumie ogólne zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości