

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu: Mechanika teoretyczna

Rok akademicki: 2017/2018 Kod: JFT-1-044-s Punkty ECTS: 3

Wydział: Fizyki i Informatyki Stosowanej

Kierunek: Fizyka Techniczna Specjalność: —

Poziom studiów: Studia I stopnia Forma i tryb studiów: Stacjonarne

Język wykładowy: Polski Profil kształcenia: Ogólnoakademicki (A) Semestr: 0

Strona www: —

Osoba odpowiedzialna: dr inż. Strzałka Radosław (Radoslaw.Strzalka@fis.agh.edu.pl)

Osoby prowadzące: dr inż. Strzałka Radosław (Radoslaw.Strzalka@fis.agh.edu.pl)

Krótką charakterystyka modułu

Celem wykładu jest wypełnienie luki między podstawowym kursem mechaniki a kursem mechaniki kwantowej oraz prezentacja bardziej zaawansowanych narzędzi mechaniki teoretycznej.

Opis efektów kształcenia dla modułu zajęć

Kod EKM	Student, który zaliczył moduł zajęć wie/umie/potrafi	Powiązania z EKK	Sposób weryfikacji efektów kształcenia (forma zaliczeń)
Wiedza			
M_W001	Student zna zaawansowany formalizm mechaniki teoretycznej, w szczególności podejście Lagrange'a, Hamiltona i Jacobiego.	FT1A_W03, FT1A_W01, FT1A_W01, FT1A_W03	Wykonanie ćwiczeń, Udział w dyskusji, Aktywność na zajęciach
M_W002	Student zna zastosowanie metod mechaniki teoretycznej do opisu współczesnych zagadnień fizyki teoretycznej (teorii drgań, astrofizyki, teorii chaosu i dynamiki nieliniowej).	FT1A_W03, FT1A_W01, FT1A_W06, FT1A_W01, FT1A_W06, FT1A_W03, FT1A_W11, FT1A_W09	Udział w dyskusji, Aktywność na zajęciach
Umiejętności			

M_U001	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.	FT1A_U04, FT1A_U09, FT1A_U02, FT1A_U04, FT1A_U02	Wykonanie ćwiczeń, Udział w dyskusji, Prezentacja, Esej, Aktywność na zajęciach
Kompetencje społeczne			
M_K001	Student potrafi zabrać głos w merytorycznej dyskusji, udowodnić swoje stanowisko w oparciu o dane literaturowe i własne opracowanie zagadnienia.	FT1A_K04, FT1A_K08, FT1A_K05	Udział w dyskusji, Prezentacja, Esej

Matryca efektów kształcenia w odniesieniu do form zajęć

Kod EKM	Student, który zaliczył moduł zajęć wie/umie/potrafi	Forma zajęć										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Inne	E-learning
Wiedza												
M_W001	Student zna zaawansowany formalizm mechaniki teoretycznej, w szczególności podejście Lagrange'a, Hamiltona i Jacobiego.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
M_W002	Student zna zastosowanie metod mechaniki teoretycznej do opisu współczesnych zagadnień fizyki teoretycznej (teorii drgań, astrofizyki, teorii chaosu i dynamiki nieliniowej).	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Umiejętności												
M_U001	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.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne												
M_K001	Student potrafi zabrać głos w merytorycznej dyskusji, udowodnić swoje stanowisko w oparciu o dane literaturowe i własne opracowanie zagadnienia.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-

Treść modułu zajęć (program wykładów i pozostałych zajęć)

Konwersatorium

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.

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.

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.

Formalizm Lagrange'a (2)

Współrzędne uogólnione; więzy; proste zastosowania równań Lagrange'a: wahadło matematyczne, koralik na drucie, współrzędne cykliczne – zachowanie pędu uogólnionego, wahadło na sprężynie.

Formalizm Lagrange'a (3)

Przybliżanie lagranżjanu i równań Lagrange'a, zadania; rachunek wariacyjny i zasada Hamiltona, niejednoznaczność lagranżjanu.

Formalizm Lagrange'a (4)

Prawa zachowania: pęd uogólniony, energia całkowita, twierdzenie Noether; układy nieholonomiczne: siły reakcji więzów, mnożniki Lagrange'a.

Małe drgania

Podejście newtonowskie: zapis macierzowy, mody normalne; podejście lagranżzowskie: wahadło podwójne, wahadła sprzężone; ogólny przypadek o wielu stopniach swobody, współrzędne normalne.

Ruch w polu centralnym

Zagadnienie dwóch ciał: lagranżjan, środek masy i masa zredukowana; równanie ruchu w polu sił centralnych: ogólne rozwiązanie, 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.

Formalizm Hamiltona (1)

Równania Hamiltona: wyprowadzenie przez „zgadnięcie” oraz metodą różniczki zupełnej lagranżjanu, proste przykłady; nawiasy Poissona: definicja i własności, całki ruchu, zachowanie energii.

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.

Formalizm Hamiltona (3)

Przestrzeń fazowa: trajektorie w przestrzeni fazowej, przekroje Poincare, twierdzenie

Liouville'a i twierdzenie Poincare o powrocie.

Formalizm Hamiltona-Jacobiego (1)

Równania Hamiltona-Jacobiego, całka zupełna, przypadki szczególne, metoda rozdzielania zmiennych.

Formalizm Hamiltona-Jacobiego (2)

Ruch układu całkownego i zaburzonego: układ całkowny, zmienne działanie-kąta.

Formalizm Hamiltona-Jacobiego (3)

Twierdzenie KAM, niezmienniki adiabatyckie; zasada odpowiedniości: przejście do mechaniki kwantowej.

Prezentacje studentów

Prezentacje samodzielnie opracowanych przez studentów zagadnień z listy prowadzącego lub własnych, spoza podstawowej tematyki wykładu.

Sposób obliczania oceny końcowej

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.

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) i przedstawi je w formie **prezentacji** (referatu, w formie prezentacji multimedialnej, lub mini-wykładu tablicowego itp.), albo eseju (w razie ograniczonych możliwości czasowych).

Prowadzący nie przewiduje kolokwium zaliczeniowego ani egzaminu końcowego.

Wymagania wstępne i dodatkowe

- Najodpowiedniejszym czasem do przystąpienia do kursu byłyby wg prowadzącego 2.-4. semestr studiów I stopnia. Od studentów wymagane jest przygotowanie z podstawowego kursu mechaniki (1. semestr) oraz analizy matematycznej na poziomie 1. roku studiów.
- Zajęcia w zamyśle prowadzącego mają mieć formę „wykłado-ćwiczeń” (konwersatorium), 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.
- Regularne ćwiczenia nie są planowane. Zadania do samodzielnego rozwiązania przez studentów będą proponowane w trakcie wykładów. Dodatkowe zadania można znaleźć w literaturze i zbiorach zadań zaproponowanych przez prowadzącego.

Zalecana literatura i pomoce naukowe

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

Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu

Nie podano dodatkowych publikacji

Informacje dodatkowe

Sposób i tryb wyrównania 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 wyrównania 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.

Wykład powstał w oparciu o podręczniki: Landaua, Taylora, Greinera, Goldsteina i Rubinowicza, a także wykład prof. P. Bizonia dla studentów fizyki teoretycznej UJ.

Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w konwersatoriach	45 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	15 godz
Przygotowanie sprawozdania, pracy pisemnej, prezentacji, itp.	30 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	90 godz
Punkty ECTS za moduł	3 ECTS