



Podstawy fizyki teoretycznej

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Fizyka Techniczna	Cykl dydaktyczny 2020/2021
Specjalność -	Kod przedmiotu FiISFTCS.li20K.e29b95737121694a288aee00f844bdf.20
Jednostka organizacyjna Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej	Języki wykładowe polski
Poziom kształcenia Studia inżynierskie I stopnia	Obligatoryjność Obowiązkowy
Forma studiów Stacjonarne	Blok zajęciowy Przedmioty kierunkowe
Profil studiów Ogólnoakademicki	Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak
Koordynator przedmiotu	Tomasz Chwiej
Prowadzący zajęcia	Tomasz Chwiej

Okres Semestr 6	Forma zaliczenia Egzamin	Liczba punktów ECTS 4
	Forma prowadzenia i godziny zajęć Wykład: 30 Ćwiczenia audytoryjne: 18 Ćwiczenia laboratoryjne: 12	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	zapoznanie studentów z podstawami teoretycznymi mechaniki i elektrodynamiki klasycznej oraz mechaniki relatywistycznej
C2	nabycie przez studentów umiejętności analitycznego oraz numerycznego rozwiązywania problemów z zakresu wybranych działów fizyki teoretycznej

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	Student poznaje podstawowe narzędzia pracy fizyka teoretyka: formalizm Lagrange'a, Hamiltona, równania Maxwella i uczy się nimi posługiwać.	FTC1A_W01, FTC1A_W03	Aktywność na zajęciach, Egzamin
W2	Ideą przewodnią wykładu polega na przejściu przez trzy działy fizyki: mechanikę klasyczną, relatywistyczną i elektrodynamikę z łączącą te działy zasadą najmniejszego działania, przy pomocy której uzyskiwane są równania ruchu oraz równania pól. Student ma okazję poznać spójność tych działów fizyki, a w szczególności elektrodynamiki i teorii relatywistycznej.	FTC1A_W01, FTC1A_W03, FTC1A_W04, FTC1A_W06	Aktywność na zajęciach, Egzamin
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	Potrafi przy pomocy formalizmem Lagrange'a lub Hamiltona wygenerować równania ruchu dla układów cząstek lub brył sztywnych oraz równania Maxwella w elektrodynamice.	FTC1A_U02, FTC1A_U03, FTC1A_U04, FTC1A_U05	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń, Kolokwium
U2	Potrafi rozwiązać równania ruchu dla układów mechanicznych oraz wyznaczać rozkłady potencjałów/pola w elektrodynamice.	FTC1A_U02, FTC1A_U03, FTC1A_U04, FTC1A_U05	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń, Kolokwium
U3	Potrafi numerycznie rozwiązać problem w przypadku gdy rozwiązanie analityczne jest trudne lub niemożliwe oraz przedstawić i przedyskutować uzyskane wyniki.	FTC1A_U02, FTC1A_U03, FTC1A_U04	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Sprawozdanie
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	Rozumie istotę i zasady pracy w grupie	FTC1A_K01	Aktywność na zajęciach

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

Student ma okazję poznać spójność trzech działów fizyki: mechaniki klasycznej, relatywistycznej i elektrodynamiki poprzez poznanie zasady najmniejszego działania.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	30
Ćwiczenia audytoryjne	18
Ćwiczenia laboratoryjne	12
Przygotowanie do zajęć	25
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	30

Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	1
Przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	4
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 120
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu	Formy prowadzenia zajęć
-----	-------------------	-----------------------------------	-------------------------

1.	<p>1. Podstawowe pojęcia mechaniki klasycznej: Więzy. Współrzędne uogólnione. Zasada najmniejszego działania. Transformacja Galileusza. Konstrukcja Funkcji Lagrange'a. Przykładowe zastosowanie formalizmu Lagrange'a. Częstka w polu centralnego potencjału. Wahadło matematyczne.</p> <p>2. Prawa zachowania : Podstawowe całki ruchu. Energia. Pęd. Moment pędu. Zmienne cykliczne. Równania kanoniczne Hamiltona. Formalizm Hamiltona. Nawiasy Poissona.</p> <p>3. Kłopoty mechaniki klasycznej: Eksperyment Michelsona Morleya. Zasada względności Einsteina. Przedział czasoprzestrzenny. Transformacja Lorentza. Kontrakcja długości i dylatacja czasu.</p> <p>4. Relatywistyczna całka działania: Formalizm Lagrange'a i Hamiltona w mechanice relatywistycznej. Pęd i energia cząstki swobodnej. Relatywistyczna zasada zachowania energii. Transformacja energii i pędu, czterowektory.</p> <p>5. Geometria czasoprzestrzeni : Elementy rachunku tensorowego. Tensory kontrawariantne i kowariantne. Tensor metryczny. Tensorowe własności operatorów różniczkowych.</p> <p>6. Działanie dla zewnętrznego pola elektrycznego: Cząstka w zewnętrznym polu elektrycznym i magnetycznym, czteropotencjał pola elektromagnetycznego. Niezmienniczość cechowania potencjałów elektromagnetycznych. Transformacja Lorentza dla pól elektrycznego i magnetycznego.</p> <p>7. Pierwsza para równań Maxwella. Czterowektor gęstości prądu, równanie ciągłości. Całka działania dla pola elektromagnetycznego, druga para równań Maxwella. Jawnie relatywistyczny zapis równań Maxwella.</p> <p>8. Proste zastosowania równań Maxwella: Równania Maxwella w postaci całkowej i ich zastosowania. Prawo Coulomba. Układ kilku ładunków punktowych. Ciągły rozkład gęstości ładunku. Problemy o symetrii walcowej i prostokątnej. Transformacja Lorentza w magnetostatyce. Zastosowania równań Maxwella w postaci różniczkowej. Równanie Poissona i Laplace'a. Prawo Biota-Savarta.</p> <p>9. Przykładowe problemy elektrodynamiki: Przewodniki i warunki brzegowe na ich powierzchniach. Ładunki indukowane. Metoda obrazów. Rozwinięcie multipolowe. Metoda separacji zmiennych w równaniu Laplace'a. Pola elektryczne i magnetyczne w ośrodkach. Polaryzacja dielektryka. Granice ośrodków.</p> <p>10. Zmienne pole elektromagnetyczne : Równanie d'Alamberta. Równanie fali elektromagnetycznej w próżni. Energia fali elektromagnetycznej. Potencjały opóźnione.</p> <p>11. Proste modele źródeł pola elektromagnetycznego : Wyprowadzenie równań opisujących potencjał wektorowy drgającego dipola elektrycznego i magnetycznego, opis generowanych przez nie pól: elektrycznego i magnetycznego, analiza rozwiązań w dużej odległości od źródła pola.</p>	W1, W2, U1, U2	Wykład
----	---	----------------	--------

2.	<p>1. Podstawy rachunku wariacyjnego: Na zajęciach rozważane są zadania z zakresu rachunku wariacyjnego, w tym sposoby wariacyjnego formułowania problemu, zapisu funkcyjonału oraz poszukiwania jego ekstremów z wykorzystaniem równania Eulera.</p> <p>2. Mechanika klasyczna, wyznaczanie trajektorii układu ciał z wykorzystaniem równań Newtona i formalizmu Lagrange'a.: W trakcie zajęć, studenci korzystając z formalizmu Newtona i Lagrange'a konstruuja równania ruchu dla prostych układów mechanicznych (pojedynczych ciał, ich układów czy brył sztywnych) bez więzów i z więzami w różnych układach współrzędnych. Dla przypadków rozwiązywalnych analitycznie, analizowane są rozwiązania wyprowadzonych równań ruchu.</p> <p>3. Formalizm Hamiltona.: W trakcie zajęć studenci doskonalą swoje umiejętności w zakresie wykorzystania formalizmu Hamiltona do rozwiązywania problemów z zakresu mechaniki klasycznej, a w szczególności: konstrukcji lagranżjanu, wykonywania transformacji Legendre'a i konstrukcji funkcji Hamiltona, generowania równań ruchu i poszukiwania ich rozwiązań oraz wykorzystania nawiasów Poissona do poszukiwania całek ruchu.</p> <p>4. Mechanika relatywistyczna, geometria czasoprzestrzeni.: W trakcie zajęć studenci oskonalą swoje umiejętności w zakresie posługiwania się aparatem matematycznym szczególnej teorii względności, w tym: zastosowaniem transformacji Lorentza, zastosowania relatywistycznej wersji formalizmu Lagrange'a i Hamiltona w celu wyprowadzenia równań ruchu dla prostych układów relatywistycznych, poszukiwania rozwiązań równań ruchu i ich analizy oraz zastosowania rachunku tensorowego.</p> <p>5. Elektrodynamika.: W trakcie zajęć, studenci stosując poznane w trakcie wykładu metody rozwiązywania problemów z obszaru elektrostatyki, magnetostatyki i elektrodynamiki doskonalą swoje umiejętności w zakresie: wyznaczania rozkładów potencjałów: skalarnego i wektorowego oraz pól: elektrycznego i magnetycznego dla układów charakteryzujących się określoną symetrią przestrzenną.</p>	U1, U2	Ćwiczenia audytoryjne
----	--	--------	-----------------------

3.	<p>1. Numeryczne rozwiązywanie równań ruchu.: Studenci realizują projekty polegające na numerycznym rozwiązaniu równań ruchu ciał (formalizm Newtona/Lagrange'a/Hamiltona) w zadanych zewnętrznych polach z uwzględnieniem narzuconych na ruch ciała więzów, symulacji ruchu ciał i graficznym przedstawieniu uzyskanych trajektorii. W trakcie zajęć studenci doskonalą swoje umiejętności w zakresie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - numerycznego poszukiwania rozwiązań równań ruchu dla prostych układów - konstruowania prostych modeli komputerowych opisujących ruch ciała z nałożonymi więzami - wykonywania prostych symulacji komputerowych - prezentacji graficznej wyników symulacji <p>- krytycznej analizy uzyskanych wyników w tym określania zależności dokładności uzyskanych wyników numerycznych od przyjętych parametrów symulacji</p> <p>2. Wyznaczanie rozkładu przestrzennego potencjału elektrycznego.: W trakcie zajęć studenci realizują projekt polegający na numerycznym wyznaczeniu rozkładu potencjału elektrycznego w układzie o zadanej geometrii poprzez rozwiązanie równania Poissona.</p> <p>3. Wyznaczanie rozkładu przestrzennego pola magnetycznego: W trakcie zajęć studenci realizują projekt polegający na numerycznym wyznaczeniu rozkładu pola magnetycznego w przestrzeni wykorzystując do tego celu zasadę superpozycji.</p>	U3, K1	Ćwiczenia laboratoryjne
----	---	--------	-------------------------

Informacje rozszerzone

Metody i techniki kształcenia:

Mini wykład

Rodzaj zajęć	Metody zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
Wykład	Egzamin	zdany egzamin końcowy
Ćwiczenia audytoryjne	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń, Kolokwium	pozytywna ocena końcowa będąca średnią ocen z kolokwiów i odpowiedzi ustnych
Ćwiczenia laboratoryjne	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Sprawozdanie	pozytywna ocena będąca średnią ocen z raportów z poszczególnych projektów laboratoryjnych

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

Ćwiczenia audytoryjne: Na zajęciach studenci rozwiązują problemy związane z tematyką prezentowaną na wykładzie. Wiedza, umiejętności i stopień przygotowania studentów do zajęć oceniane są: 1) podczas prezentacji rozwiązań problemów zadanych przez prowadzącego, i/lub, 2) w ramach kolokwiów. Ocena końcowa stanowi średnią ocen cząstkowych. W przypadku braku zaliczenia w terminie podstawowym, studentom przysługują dwa terminy poprawkowe. Osoby mające więcej niż dwie nieusprawiedliwione nieobecności na zajęciach audytoryjnych mogą zostać pozbawione możliwości zaliczenia w terminach poprawkowych przez prowadzącego. Ćwiczenia laboratoryjne: Na zajęciach studenci realizują projekty, których celem jest numeryczne rozwiązanie problemów związanych z tematyką poruszaną na wykładzie. Studenci zobowiązani są do sporządzenia sprawozdania z każdego projektu, które są oceniane. Ocena końcowa jest średnią z ocen cząstkowych. W

przypadku braku zaliczenia, student może poprawić oceny z dwóch najgorzej ocenionych projektów realizując dodatkowe projekty wskazane przez prowadzącego na dwóch terminach poprawkowych. Osoby mające więcej niż dwie nieusprawiedliwione nieobecności na zajęciach laboratoryjnych mogą zostać pozbawione możliwości zaliczania w terminach poprawkowych przez prowadzącego. Egzamin: Warunkiem dopuszenia do egzaminu jest posiadanie zaliczenia z ćwiczeń audytoryjnych i laboratoryjnych.

Sposób obliczania oceny końcowej

Oceny obliczane są następująco: - z ćwiczeń rachunkowych (C) procent uzyskanych punktów przeliczany jest na ocenę zgodnie z Regulaminem Studiów AGH - z ćwiczeń laboratoryjnych (L) średnia ocen ze sprawozdań - ocena końcowa (OK) obliczana jest jako średnia ważona ocen z egzaminu (E), ćwiczeń rachunkowych (C) i laboratoryjnych (L): $OK = 0.6 * E + 0.2 * (C+L)$ Uzyskanie pozytywnej oceny końcowej (OK) wymaga uzyskania pozytywnej oceny z ćwiczeń rachunkowych (C), laboratoryjnych (L) i egzaminu (E).

Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach

W przypadku nieobecności na zajęciach audytoryjnych, student ma obowiązek nadrobić zaległości we własnym zakresie. Jeśli nieobecność została usprawiedliwiona i dotyczyła zajęć na których odbywało się kolokwium, wówczas prowadzący zajęcia informuje tę osobę o dodatkowym terminie kolokwium z tygodniowym wyprzedzeniem. W przypadku nieobecności na zajęciach laboratoryjnych, student zobowiązany jest do samodzielnego wykonania projektu realizowanego na tych zajęciach w domu i przesłania odpowiedniego sprawozdania do prowadzącego zajęcia. Sprawozdanie to podlega ocenie na zwykłych zasadach.

Wymagania wstępne i dodatkowe

- Znajomość rachunku różniczkowego i całkowego w zakresie podstawowym
- Podstawowa umiejętność programowania w C++ lub innym języku (np. fortranie)

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

Wykład: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego. Ćwiczenia audytoryjne: Studenci przystępując do ćwiczeń są zobowiązani do przygotowania się w zakresie wskazanym każdorazowo przez prowadzącego (np. w formie zestawów zadań). Ocena pracy studenta może bazować na wypowiedziach ustnych lub pisemnych w formie kolokwium, co zgodnie z regulaminem studiów AGH przekłada się na ocenę końcową z tej formy zajęć. Ćwiczenia laboratoryjne: Studenci wykonują ćwiczenia laboratoryjne zgodnie z materiałami udostępnionymi przez prowadzącego. Student jest zobowiązany do przygotowania się w przedmiocie wykonywanego ćwiczenia, co może zostać zweryfikowane kolokwium w formie ustnej lub pisemnej. Zaliczenie zajęć odbywa się na podstawie zaprezentowania rozwiązania postawionego problemu.

Literatura

Obowiązkowa

1. W. Rubinowicz, W. Królikowski "Mechanika Teoretyczna"
2. L.D.Landau, E.M. Lifszyc „Krótki kurs fizyki teoretycznej” tom 1, „Mechanika, Elektrodynamika”
3. D.J. Griffiths "Podstawy elektrodynamiki"
4. Stanisław Bednarek - Podstawy Fizyki Teoretycznej , <http://www.zftik.agh.edu.pl/elektrodynamika/>

Dodatkowa

1. W. Greiner "Classical Mechanics: Point Particles and Relativity"
2. W. Greiner "Classical Mechanics: Systems of Particles and Hamiltonian Dynamics"
3. I. M. Gelfand, S.W. Fomin "Rachunek wariacyjny"

Badania i publikacje

Publikacje

1. "Coulomb-interaction driven anomaly in the Stark effect for an exciton in vertically coupled quantum dots", T. Chwiej, S. Bednarek, J. Adamowski, B. Szafran, F. M. Peeters, *Journal of Luminescence* ; ISSN 0022-2313. — 2005 vol. 112 iss. 1-4, s. 122-126.
2. "Effect of Coulomb correlation on electron transport through a concentric quantum ring-quantum dot structure", T. Chwiej, K. Kutorasiński, *Physical Review B : condensed matter*. — 2010 vol. 81 iss. 16, s. 165321-1-165321-11
3. "Effect of picosecond magnetic pulse on dynamics of electron's subbands in semiconductor bilayer nanowire", T. Chwiej, *Physica. E, Low-Dimensional Systems & Nanostructures* ; ISSN 1386-9477. — 2017 vol. 94, s. 139-147.
4. "Electron motion induced by magnetic pulse in a bilayer quantum wire", T. Chwiej, *Physical Review B, Condensed Matter and Materials Physics* ; ISSN: 1098-0121. — 2016 vol. 93 iss. 23, s. 235405
5. "Quantum ring conductance sensitivity to potential perturbation in an external magnetic field", T. Chwiej, B. Szafran, *Physical Review B : condensed matter*. — 2014 vol. 89 iss. 19, s. 195442-1-195442-7.
6. "Schrödinger-Poisson calculations for scanning gate microscopy of quantum rings based on etched two-dimensional electron gas", T. Chwiej, B. Szafran, *Physical Review. B, Condensed Matter and Materials Physics* ; ISSN 1098-0121. — Tytuł poprz.: Tyt. poprz.: *Physical Review B : condensed matter*. — 2013 vol. 87 iss. 8, s. 085302-1-085302-12.

Kierunkowe efekty uczenia się

Kod	Treść
FTC1A_K01	pojmuje istotę i zasady pracy w grupie, ma świadomość odpowiedzialności za zespołowo realizowane zadania oraz potrafi zaplanować pracę wieloetapową i oszacować czas jej wykonania
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_U03	potrafi wyodrębnić elementarne procesy składowe badanego zjawiska, dokonać algorytmizacji problemu oraz opracować odpowiednie oprogramowanie w wybranym języku
FTC1A_U04	potrafi zaplanować, przeprowadzić oraz przeanalizować proste zadania inżynierskie odpowiednio dobierając metody i narzędzia stosowane w fizyce i statystyce
FTC1A_U05	potrafi przeprowadzać eksperymenty wykorzystując potrzebne w tym celu urządzenia dbając o bezpieczeństwo swoje i otoczenia
FTC1A_W01	zna i rozumie podstawowe zagadnienia z zakresu fizyki oraz podstawowe mechanizmy fizyczne procesów zachodzących w przyrodzie
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