



Nazwa modułu:	Podstawy fizyki teoretycznej				
Rok akademicki:	2017/2018	Kod:	JFT-1-601-s	Punkty ECTS:	4
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:	6
Strona www:	—				
Osoba odpowiedzialna:	dr hab. inż. Chwiej Tomasz (chwiej@fis.agh.edu.pl)				
Osoby prowadzące:	dr hab. inż. Chwiej Tomasz (chwiej@fis.agh.edu.pl) prof. dr hab. Bednarek Stanisław (bednarek@fis.agh.edu.pl)				

Krótką charakterystyka modułu

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

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 poznaje podstawowe narzędzia pracy fizyka teoretyka: formalizm Lagrange'a, Hamiltona, równania Maxwella i uczy się nimi posługiwać.	FT1A_W03, FT1A_W03, FT1A_W01, FT1A_W01	Aktywność na zajęciach, Egzamin
M_W002	Ideaą 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.	FT1A_W03, FT1A_W03, FT1A_W01, FT1A_W06, FT1A_W01, FT1A_W06	Aktywność na zajęciach, Egzamin
Umiejętności			

M_U001	Potrafi przy pomocy formalizmem Lagrange'a lub Hamiltona wygenerować równania ruchu dla układów cząstek lub brył sztywnych oraz równania Maxwella w elektrodynamice.	FT1A_U05, FT1A_U04, FT1A_U04, FT1A_U05	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Wykonanie ćwiczeń
M_U002	Potrafi rozwiązać równania ruchu dla układów mechanicznych i rozkłady potencjału i pola w elektrodynamice.	FT1A_U05, FT1A_U04, FT1A_U04, FT1A_U05	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Wykonanie ćwiczeń
M_U003	Potrafi numerycznie rozwiązać problem w przypadku gdy rozwiązanie analityczne jest trudne lub niemożliwe oraz przedstawić i przedyskutować uzyskane wyniki.	FT1A_U11, FT1A_U08, FT1A_U09	Aktywność na zajęciach, Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
Kompetencje społeczne			
M_K001	Rozumie istotę i zasady pracy w grupie		Aktywność na zajęciach

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 poznaje podstawowe narzędzia pracy fizyka teoretyka: formalizm Lagrange'a, Hamiltona, równania Maxwella i uczy się nimi posługiwać.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	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.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności												

M_U001	Potrafi przy pomocy formalizmem Lagrange'a lub Hamiltona wygenerować równania ruchu dla układów cząstek lub brył sztywnych oraz równania Maxwella w elektrodynamice.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	Potrafi rozwiązać równania ruchu dla układów mechanicznych i rozkłady potencjału i pola w elektrodynamice.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U003	Potrafi numerycznie rozwiązać problem w przypadku gdy rozwiązanie analityczne jest trudne lub niemożliwe oraz przedstawić i przedyskutować uzyskane wyniki.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne												
M_K001	Rozumie istotę i zasady pracy w grupie	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

Treść modułu zajęć (program wykładów i pozostałych zajęć)

Wykład

Podstawowe pojęcia mechaniki klasycznej (4godz).

Więzy. Współrzędne uogólnione. Zasada najmniejszego działania. Transformacja Galileusza. Konstrukcja Funkcji Lagrange'a. Przykładowe zastosowanie formalizmu Lagrange'a. Cząstka w polu centralnego potencjału. Wahadło matematyczne.

Prawa zachowania (2godz).

Podstawowe całki ruchu. Energia. Pęd. Moment pędu. Zmienne cykliczne. Równania kanoniczne Hamiltona. Formalizm Hamiltona. Nawiasy Poissona.

Kłopoty mechaniki klasycznej (2godz).

Eksperyment Michelsona Morleya. Zasada względności Einsteina. Przedział czasoprzestrzenny. Transformacja Lorentza. Kontrakcja długości i dylatacja czasu.

Relatywistyczna całka działania (2godz)

Formalizm Lagrange'a i Hamiltona w mechanice relatywistycznej. Pęd i energia cząstki swobodnej. Relatywistyczna zasada zachowania energii. Transformacja energii i pędu, czterowektory.

Geometria czasoprzestrzeni (2godz).

Elementy rachunku tensorowego. Tensory kontrawariantne i kowariantne. Tensor metryczny. Tensorowe własności operatorów różniczkowych.

Działanie dla zewnętrznego pola elektrycznego (2godz).

Cząstka w zewnętrznym polu elektrycznym i magnetycznym, czteropotencjał pola elektromagnetycznego. Niezmienniczość cechowania potencjałów elektromagnetycznych. Transformacja Lorentza dla pól elektrycznego i magnetycznego.

Równania Maxwella (2godz).

Pierwsza para równań Maxwella. Czerowektor gęstości prądu, równanie ciągłości. Całka działania dla pola elektromagnetycznego, druga para równań Maxwella. Jawnie relatywistyczny zapis równań Maxwella.

Proste zastosowania równań Maxwella (4godz).

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.

Przykładowe problemy elektrodynamiki (4godz).

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.

Zmienne pole elektromagnetyczne (2godz).

Równanie d'Alamberta. Równanie fali elektromagnetycznej w próżni. Energia fali elektromagnetycznej. Potencjały opóźnione (2godz).

Najnowsze zastosowania elektrodynamiki klasycznej (2godz).

Elektrostatyczne kropki kwantowe.

Ćwiczenia audytoryjne

Mechanika klasyczna, wyznaczanie trajektorii układu ciał z wykorzystaniem równań Newtona i formalizmu Lagrange'a. (4 godz.)

- student potrafi napisać i rozwiązać równanie ruchu dla prostych układów ciał korzystając z zasad dynamiki Newtona. a dla układów z więzami
- korzystając z równań Lagrange'a potrafi znaleźć równania ruchu dla układów cząstek punktowych oraz układów brył sztywnych w warunkach występowania więzów.
- swobodnie posługuje się różnymi układami współrzędnych

Formalizm Hamiltona. (2 godz.)

- student potrafi posługiwać się transformacją Lorentza, przy pomocy formalizmu Lagrange'a generować równania ruchu i znajdować trajektorie dla układów relatywistycznych.
- potrafi sprawdzić własności transformacyjne składowych różnych wielkości fizycznych i konstruować przy ich pomocy skalary.

Mechanika relatywistyczna, geometria czasoprzestrzeni. (4 godz.)

- student potrafi wygenerować równania ruchu korzystając z formalizmu Hamiltona,
- potrafi wyliczyć nawiasy Poissona dla różnych wielkości fizycznych,
- umie wykorzystać nawiasy Poissona przy poszukiwaniu całek ruchu.

Elektrodynamika. (4 godz.)

- student potrafi obliczyć rozkład potencjału i pola elektrycznego wokół różnych rozkładów ładunku,
- umie znaleźć rozkład pola magnetycznego wokół przewodnika z prądem.
- potrafi posłużyć się metodą obrazów w obecności przewodnika
- umie zastosować do obliczeń metodę separacji zmiennych

Ćwiczenia laboratoryjne

Numeryczne rozwiązywanie równań ruchu.

Ćwiczenia wykonywane są w laboratorium komputerowym i są uzupełnieniem ćwiczeń

rachunkowych. Studenci wykonują cztery ćwiczenia (4 • 3 godz.) polegające na numerycznym rozwiązaniu uzyskanych na ćwiczeniach rachunkowych (formalizm Newtona lub Lagrange'a) równań ruchu ciał w zadanych zewnętrznych polach z uwzględnieniem narzuconych na ruch ciała więzów, symulacji ruchu ciał i graficznym przedstawieniu uzyskanych trajektorii.

Efekty kształcenia:

- student potrafi rozwiązać numeryczne równania ruchu dla prostych układów.
- potrafi skonstruować model komputerowy ruchu ciała z nałożonymi więzami.
- potrafi zasymulować jego ruch.
- umie zaprezentować graficznie wyniki symulacji.
- potrafi przedstawić graficznie uzyskane wyniki i porównać z rozwiązaniami analitycznymi (o ile istnieją)
- potrafi przedyskutować wyniki oraz zależność dokładności uzyskanych wyników numerycznych od przyjętych parametrów

Sposób obliczania oceny końcowej

Oceny obliczane są następująco:

- z ćwiczeń rachunkowych (C) procent uzyskanych punktów podczas kolokwium przeliczany jest na ocenę zgodnie z Regulaminem Studiów AGH.
- z ćwiczeń laboratoryjnych (L) średnia arytmetyczna ocen zaliczenia ćwiczeń.
- ocena końcowa (OK) obliczana jest jako średnia ważona ocen z egzaminu (E), ćwiczeń rachunkowych (C) i laboratoryjnych (L): $OK = 0.6 \cdot E + 0.2 \cdot (C+L)$

Uzyskanie pozytywnej oceny końcowej (OK) wymaga uzyskania pozytywnej oceny z ćwiczeń rachunkowych ©, laboratoryjnych (L) i egzaminu (E).

Wymagania wstępne i dodatkowe

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

Zalecana literatura i pomoce naukowe

L.D.Landau, E.M. Lifszyc „Krótki kurs fizyki teoretycznej” tom 1, „Mechanika, Elektrodynamika”
Stanisław Bednarek – Podstawy Fizyki Teoretycznej , <http://www.zftik.agh.edu.pl/elektrodynamika/>

Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu

S. Bednarek, B. Szafran, and K. Lis

“Electron soliton in semiconductor nanostructures”

Phys. Rev. B72 (2005) 075319 (27)

S. Bednarek, B. Szafran,

“Energy dissipation of electron solitons in a quantum well”

Phys. Rev. B73 (2006) 155318

S. Bednarek, K. Lis, B. Szafran

„Quantum dot defined in a two-dimensional electron gas at n-AlGaAs/GaAs heterojunction: Simulation of electrostatic potential and charging properties”

Phys. Rev. B77, (2008) 115320

S. Bednarek, B. Szafran, R. J. Dudek, K. Lis

„Induced quantum dots and wires: Electron storage and delivery”

Phys. Rev. Lett. 100, (2008) 126805

S. Bednarek, B. Szafran,

“Spin rotations induced by an electron running in closed trajectories in gated semiconductor nanodevices”

Phys. Rev. Lett. 101, (2008) 216805

Informacje dodatkowe

Sposób i tryb wyrównania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach:Ćwiczenia

rachunkowe i laboratoryjne: Nieobecność na jednych ćwiczeniach zajęciach wymaga od studenta samodzielnego opanowania przerabianego na tych zajęciach materiału. Nieobecność na więcej niż jednych ćwiczeniach wymaga od studenta samodzielnego opanowania przerabianego na tych zajęciach materiału i jego zaliczenia w formie pisemnej w wyznaczonym przez prowadzącego terminie lecz nie później jak w ostatnim tygodniu trwania zajęć. Student który bez usprawiedliwienia opuścił więcej niż dwa ćwiczenia i jego cząstkowe wyniki w nauce były negatywne może zostać pozbawiony, przez prowadzącego zajęcia, możliwości wyrównania zaległości. Obecność na wykładzie: zgodnie z Regulaminem Studiów AGH. Zasady zaliczania zajęć: ćwiczenia rachunkowe i laboratoryjne: Podstawowym terminem uzyskania zaliczenia jest koniec zajęć w danym semestrze. Student może dwukrotnie przystąpić do poprawkowego zaliczania. Student który bez usprawiedliwienia opuścił więcej niż dwa zajęcia i jego cząstkowe wyniki w nauce były negatywne może zostać pozbawiony, przez prowadzącego zajęcia, możliwości poprawkowego zaliczania zajęć. Od takiej decyzji prowadzącego zajęcia student może się odwołać do prowadzącego przedmiot (moduł) lub Dziekana. Warunkiem przystąpienia do egzaminu jest wcześniejsze uzyskanie zaliczenia z ćwiczeń audytoryjnych. Egzamin przeprowadzany jest zgodnie z Regulaminem Studiów AGH § 16.

Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w wykładach	30 godz
Udział w ćwiczeniach audytoryjnych	16 godz
Udział w ćwiczeniach laboratoryjnych	12 godz
Przygotowanie do zajęć	25 godz
Przygotowanie sprawozdania, pracy pisemnej, prezentacji, itp.	4 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	30 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	1 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	118 godz
Punkty ECTS za moduł	4 ECTS