Elektromagnetyzm i optyka

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Fizyka Techniczna	**Cykl dydaktyczny** 2023/2024
Specjalność -	**Kod przedmiotu** JFTCS.Ii2K.ee5efc27cc1f225db82af91a0a3b50ec.23
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** Nie

Koordynator przedmiotu	Wojciech Łużny
Prowadzący zajęcia	Wojciech Łużny, Radosław Strzałka, Paweł Janowski

Okres Semestr 2	**Forma zaliczenia** Egzamin **Forma prowadzenia i godziny zajęć** Wykład: 60 Ćwiczenia audytoryjne: 60	**Liczba punktów ECTS** 8

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Głównym celem przedmiotu "Elektromagnetyzm i optyka" jest przekazanie studentom podstawowych pojęć i narzędzi, związanych z naczelnym tematem którym jest "światło jako fala elektromagnetyczna", takich jak np.: ruch falowy, podstawy szczególnej teorii względności, ładunek elektryczny i prąd elektryczny, pole elektromagnetyczne, widmo fal elektromagnetycznych.
C2	Dzięki rozwiązywaniu zadań i problemów, a także licznych przykładów praktycznych, studenci uzyskują wprawę w posługiwaniu się ważnymi narzędziami matematycznymi, jak np. operatory różniczkowe i rachunek zespolony. Szczególny nacisk położony jest na rozumienie równań Maxwella. Pod koniec semestru - fakultatywnie - studenci mają możliwość zapoznania się z podstawami optyki kwantowej, relatywistycznym ujęciem praw elektromagnetyzmu, a także z wybranymi efektami z obszaru ogólnej teorii względności i kosmologii, co ma realizować cel zachęcenia do dalszego studiowania fizyki.
C3	Ważnym celem przedmiotu "Elektromagnetyzm i optyka" jest pokazanie studentom Fizyki Technicznej, że fizyka opisuje świat, w którym żyjemy i podaje prawa nim rządzące. W tym celu pokazywany jest cały szereg doświadczeń, oraz wiele przykładów z życia codziennego.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy – Student zna i rozumie:			
W1	zjawiska elektrostatyki, elektrodynamiki, magnetyzmu i optyki.	FTC1A_W01, FTC1A_W03	Egzamin
W2	podstawy elektryczności i magnetyzmu, w tym prawa elektromagnetyzmu (Gaussa, Ampere'a, Faradaya, równania Maxwella) oraz zna teoretyczny opis fal elektromagnetycznych i ich właściwości.	FTC1A_W02, FTC1A_W04	Egzamin
W3	podstawowe mechanizmy fizyczne procesów zachodzących wokół nas, a zwłaszcza dotyczących ładunków i prądów elektrycznych, magnetyków i zjawisk optycznych.	FTC1A_W01, FTC1A_W02	Aktywność na zajęciach, Egzamin
Umiejętności – Student potrafi:			
U1	formułować fizyczne podstawy zjawisk elektromagnetycznych i optycznych w przyrodzie i technice, poprzez wskazanie praw i zasad nimi rządzących i decydujących o ich przebiegu.	FTC1A_U01, FTC1A_U03	Kolokwium
U2	samodzielnie rozwiązywać proste problemy i zadania z zakresu elektromagnetyzmu i optyki, w szczególności sformułować poprawne równania opisujące obwody prądu stałego, pola elektryczne i magnetyczne, zjawiska optyki geometrycznej i falowej.	FTC1A_U01, FTC1A_U02, FTC1A_U03	Kolokwium
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:			
K1	przejrzystego zaprezentowania rozwiązania prostego problemu inżynierskiego z obszaru elektromagnetyzmu i optyki.	FTC1A_K01, FTC1A_K03	Odpowiedź ustna

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

Kurs obejmuje najważniejsze pojęcia dotyczące fizyki fal, opisu pola elektromagnetycznego, praw Maxwella i podstaw optyki. Program uwzględnia aspekty relatywistyczne i kwantowe.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane aktywności**
Wykład	60
Ćwiczenia audytoryjne	60
Przygotowanie do zajęć	40
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	48
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2
Dodatkowe godziny kontaktowe	5
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 215
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 120

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

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

1.	1. Ruch falowy – 3 godz. Efekty kształcenia: - student potrafi zapisać zależność opisywanej wielkości fizycznej od zmiennych przestrzennych i czasowych (równanie fali); rozumie znaczenie parametrów fali użytych w zapisie jej równania i związki miedzy nimi (okres, długość fali, prędkość propagacji); potrafi poprawnie opisać zjawisko interferencji fal i warunki powstawania fal stojących; potrafi określić wpływ ruchu źródła i odbiornika na parametry propagującej się fali. - student potrafi wykorzystywać w zadaniach relacje pomiędzy różnymi parametrami fali; potrafi wyliczyć fazę fali w dowolnym punkcie i różnicę faz między dwoma fali; przy nakładaniu się fal potrafi określić warunki na powstanie węzłów i strzałek fali stojącej; potrafi używać wzorów opisujących zjawisko Dopplera; - Forma zajęć: prezentacja i dyskusja problemów z dostarczonej wcześniej listy zadań; dla bardziej zaawansowanych studentów dyskusja obrazu interferencji fal w dwóch wymiarach. 2. Szczególna teoria względności – 4 godz. Efekty kształcenia: - Student rozumie problemy związane z opisem ruchu światła w różnych układach odniesienia; potrafi wypisać równania transformacji Lorentza i rozumie relacje czasoprzestrzenne między zdarzeniami; potrafi zilustrować te relacje na diagramie Minkowskiego; potrafi przeprowadzić dyskusję problemów jednoczesności zdarzeń i dylatacji czasu; potrafi zilustrować rachunkowo i graficznie problem skrócenia Fitzgeralda-Lorentza; - Student potrafi przeliczać współrzędne czasoprzestrzenne zdarzeń między różnymi układami odniesienia; potrafi wyliczać interwały czasoprzestrzenne i odległości między zdarzeniami w danym układzie; potrafi poprawnie wykorzystać wzór na składanie prędkości; potrafi opisać wzorami efekt Dopplera wynikający z ruchu względnego między dwoma układami odniesienia. - Forma zajęć: prezentacja i dyskusja problemów z dostarczonej wcześniej listy zadań; dla zaawansowanych studentów dyskusja bardziej wymagających tematów z kinematyki relatywistycznej. 3. Wprowadzenie do analizy pól skalarnych i wektorowych – 2 godz. Efekty kształcenia: - Student rozumie podstawowe pojęcia używane w analizie wektorowej (linie, powierzchnie stałej wartości, linie sił) i relacje miedzy nimi; umie się posługiwać podstawowymi narzędziami analizy wektorowej takimi jak gradient, dywergencja i rotacja; - Student potrafi analizować zachowanie linii i powierzchni stałej wartości dla pól skalarnych; umie stosować poprawnie operator gradientu do generowania lokalnego kierunki linii sił; potrafi zastosować operator dywergencji dla typowych pól wektorowych; - Forma zajęć: prezentacja i dyskusja problemów z dostarczonej wcześniej listy zadań; dla zaawansowanych studentów dyskusja numerycznie rozwiązywalnych problemów w 2D i 3D. 4. Elektrostatyka ładunków punktowych – 3 godz. Efekty kształcenia: - Student umie poprawnie zapisać w postaci wektorowej wzór na oddziaływanie ładunków punktowych; potrafi zdefiniować natężenie pola elektrycznego w danym punkcie przestrzeni; rozumie poprawnie zasadę superpozycji dla pola elektrycznego jako wielkości wektorowej; potrafi zdefiniować pojęcie potencjału elektrostatycznego i rozumie relacje między polem potencjału a odpowiednim natężeniem pola elektrycznego. - Student potrafi wyliczać natężenie pola elektrycznego w danym punkcie przestrzeni przez wektorowe sumowanie pól od poszczególnych ładunków punktowych; potrafi wyliczać sumaryczne pole potencjału od kilku ładunków punktowych i odpowiadające mu natężenie pola elektrycznego. - Forma zajęć: prezentacja i dyskusja problemów z dostarczonej wcześniej listy zadań; dla zaawansowanych studentów dyskusja wyliczania postaci pola z wykorzystaniem symetrii układu ładunków. 5. Elektrostatyka ładunków rozciągłych – 3 godz. Efekty kształcenia: - Student umie poprawnie zapisać wzór na natężenie pola lub potencjał od danego fragmentu ładunku rozciągłego z właściwym wyborem zmiennych odpowiednio parametryzujących geometrię rozkładu ładunku w dwóch i trzech wymiarach; umie przeprowadzić operację całkowania; potrafi poprawnie sformułować prawo Gaussa dla pola elektrycznego i wykorzystać go do wyliczania pola elektrycznego w przypadkach wysokiej symetrii. - Student potrafi wyliczać natężenie pola elektrycznego w danym punkcie przestrzeni od szczególnych konfiguracji ładunków rozciągłych takich jak jednorodnie naładowany pręt, okrąg, sfera i kula z wykorzystaniem operacji całkowania i zastosowania prawa Gaussa. - Forma zajęć: prezentacja i dyskusja problemów z dostarczonej wcześniej listy zadań; dla zaawansowanych studentów dyskusja konfiguracji ładunku ważnych technologicznie (cylinder, tarcza naładowana). 6. Indukcja dielektryczna, kondensatory, dielektryki –3 godz. Efekty kształcenia: - Student umie poprawnie opisać pole ładunku punktowego w pobliżu powierzchni metalowej (metoda obrazów), potrafi wyliczać gęstość ładunku indukowanego w metalu; potrafi wyliczać pole w okolicy dwóch przeciwnie naładowanych elektrod metalowych i poprawnie zdefiniować pojęcie pojemności dielektrycznej kondensatora; zna wzory na połączenia szeregowe i równoległe kondensatorów; potrafi przeanalizować i wyliczyć wpływ obecności dielektryka na pojemność kondensatora; student rozumie poprawnie pojęcie energii naładowanego kondensatora. - Student potrafi wyliczać natężenie pola elektrycznego wewnątrz kondensatorów o różnej geometrii (kondensator płaski, walcowy, sferyczny); potrafi wyliczać pojemność zastępczą układu kilku kondensatorów, który daje się zredukować do połączeń szeregowych i równoległych; student potrafi analizować energię układu kondensatorów przy stałym napięciu i stałym ładunku (dołączone i odłączone zasilanie). - Forma zajęć: prezentacja i dyskusja problemów z dostarczonej wcześniej listy zadań; dla zaawansowanych studentów obliczenia gęstości ładunków na dwóch metalowych sferach polaryzujących się wzajemnie. 7. Obwody stałego prądu elektrycznego – 4 godz. Efekty kształcenia: - Student umie poprawnie sformułować podstawowe prawa przepływu prądu stałego w obwodach (prawa Kirchhoffa, prawo Ohma) i zdefiniować pojęcie oporu właściwego materiału; potrafi podać wzory na połączenia szeregowe i równoległe oporników; potrafi zapisać wzory na moc prądu wydzieloną na danym elemencie obwodu. - Student potrafi wyliczać prądy i spadki napięć w obwodzie, który da się zredukować o połączeń szeregowych i równoległych; potrafi określić wpływ oporu wewnętrznego w obwodach zasilanych z baterii; potrafi rozwiązać prostsze przypadki obwodów mostkowych bezpośrednio z praw Kirchhoffa; potrafi wyliczać moc wydzieloną na poszczególnych elementach obwodu;. - Forma zajęć: prezentacja i dyskusja problemów z dostarczonej wcześniej listy zadań; dla zaawansowanych studentów obliczenia pól rozpływu prądów w cieczach przy zadanej geometrii elektrod. 8. Stałe pola magnetyczne – 3 godz. Efekty kształcenia: - Student umie poprawnie wyrazić wzorami indukcję pola magnetycznego od najprostszych konfiguracji źródeł (długi liniowy przewodnik z prądem, pętla z prądem, solenoid); potrafi sformułować prawo Ampera i prawo Biota-Savarta; rozumie związek między natężeniem pola magnetycznego a indukcją magnetyczną dla próżni i w materiałach magnetycznych; - Student potrafi poprawnie wyliczać wektor indukcji magnetycznej od źródeł rozciągłych poprzez zastosowanie prawa Biota-Savarta lub prawa Ampere'a (dla układów z odpowiednią symetrią);. - Forma zajęć: prezentacja i dyskusja problemów z dostarczonej wcześniej listy zadań; dla zaawansowanych studentów obliczenia pola dla technologiczne ważnych geometrii (cewka o skończonej długości, kabel koncentryczny). 9. Ruch ładunków w stałych polach elektrycznych i magnetycznych – 3 godz. Efekty kształcenia: - Student umie poprawnie zapisać wzory na siłę działającą na ładunek w polu elektrycznym i polu magnetycznym (siłę Lorentza); umie poprawnie opisać ruch ładunku punktowego w stałym polu magnetycznym; umie sformułować wzór na oddziaływanie pola magnetycznego na przewodnik z prądem; umie określić oddziaływanie pola magnetycznego na ładunki w przewodniku (zjawisko Halla). - Student potrafi poprawnie zapisać równania ruchu ładunku w jednorodnym polu elektrycznym; umie zapisać równania ruchu ładunku w stałym polu magnetycznym i określić parametry orbity (promień, okres obiegu, skok śruby); umie wykorzystać wzór na oddziaływanie przewodnika z polem magnetycznym do obliczeń siły działającej przy najprostszych konfiguracjach przewodnika; potrafi wyliczyć napięcie generowane w przewodnikach poruszających się w polu magnetycznym. - Forma zajęć: prezentacja i dyskusja problemów z dostarczonej wcześniej listy zadań; dla zaawansowanych studentów obliczenia przebiegu prądów w obwodach z poruszającymi się przewodnikami. 10. Indukcja elektromagnetyczna – 4 godz. Efekty kształcenia: - Student umie poprawnie zdefiniować pojęcie strumienia indukcji magnetycznej; umie poprawnie zapisać prawo indukcji Faraday'a i zinterpretować poprawnie tzw. regułę przekory (Lenza); potrafi zdefiniować pojęcia indukcyjności własnej i indukcyjności wzajemnej; potrafi poprawnie opisać działanie transformatora; potrafi podać wzór na energię pola magnetycznego zgromadzonego w obwodzie z prądem; potrafi poprawnie opisać przepływ prądu przemiennego w obwodzie RLC i zdefiniować odpowiednie parametry zastępcze elementów obwodu; potrafi podać podstawowe zależności dla drgających obwodów elektrycznych typu LC i opisać zjawisko rezonansu w takich obwodach; - Student potrafi poprawnie wyliczać sygnał elektryczny generowany w obwodach umieszczonych w zmiennym polu magnetycznym; umie obliczyć współczynniki indukcyjności własnej im wzajemnej przy najprostszych geometriach przewodnika; potrafi wykorzystać zespoloną reprezentację sygnału przemiennego do wyliczania prądów w obwodach RLC. - Forma zajęć: prezentacja i dyskusja problemów z dostarczonej wcześniej listy zadań; dla zaawansowanych studentów obliczenia najprostszego modelu transformatora z obciążeniem. 11. Fale elektromagnetyczne – 4 godz. Efekty kształcenia: - Student umie poprawnie zapisać równania Maxwella i objaśnić wszystkie pojęcia występujące w tych równaniach; potrafi zapisać równanie falowe dla pól EM w próżni i podać jego rozwiązania oraz objaśnić związki między występującymi w nim parametrami; student kojarzy poszczególne pasma widma fal EM z ich podstawowymi cechami i zastosowaniami technicznymi; umie objaśnić pojęcie relacji dyspersji i zdefiniować pojęcia prędkości fazowej i grupowej fali; - Student potrafi poprawnie napisać rozwiązania elektromagnetycznych fal płaskich w próżni i wyliczyć relacje między wektorami pola elektrycznego i indukcji magnetycznej w danej fali; potrafi wyznaczyć rozwiązania równania falowego w prostych przypadkach z zadanymi warunkami brzegowymi (najprostszy falowód) i wyznaczyć dla tych rozwiązań relację dyspersji oraz prędkości fazową i grupową; - Forma zajęć: prezentacja i dyskusja problemów z dostarczonej wcześniej listy zadań; dla zaawansowanych studentów przykład z rozwiązaniem propagacji fali w metalu (obecność prądów wirowych) i pokazanie zjawiska naskórkowego. 12. Optyka geometryczna – 3 godz. Efekty kształcenia: - Student umie poprawnie zapisać prawa odbicia i załamania światła na powierzchniach rozdziału między ośrodkami; potrafi wykorzystać prawa odbicia i załamania do opisu działania zwierciadeł i soczewek; zna wzory na położenie ogniska i równanie soczewki; zna zasady konstruowania obrazów w soczewkach; potrafi objaśnić działanie najprostszych przyrządów optycznych (lupa, luneta, mikroskop); - Student potrafi poprawnie opisać rysunkowo tworzenie obrazów w zwierciadłach i soczewkach; potrafi wykorzystać równanie soczewki do wyznaczania położenia obrazu i jego powiększenia; - Forma zajęć: prezentacja i dyskusja problemów z dostarczonej wcześniej listy zadań; dla zaawansowanych studentów przykład z układem soczewek skończonej odległości (płaszczyzny główne). 13. Optyka falowa – 3 godz. Efekty kształcenia: - Student umie poprawnie zinterpretować zjawiska interferencji i dyfrakcji fali. Potrafi podać ilościowy opis tych zjawisk dla najprostszych układów (pojedyncza szczelina, układ szczelin, siatka dyfrakcyjna); potrafi zinterpretować ograniczenia rozdzielczości optycznej (kryterium Rayleigha) wynikające ze zjawisk falowych; - Student potrafi poprawnie wyliczać położenia maksimów i minimów dyfrakcyjnych dla pojedynczej szczeliny i siatki dyfrakcyjnej; potrafi podać wzory na kąty ugięcia wiązki dla siatki transmisyjnej i odbiciowej i rozumie poprawnie pojęcie rzędu widma; potrafi zastosować kryterium Rayleigha do określenia zdolności rozdzielczej przyrządu optycznego; - Forma zajęć: prezentacja i dyskusja problemów z dostarczonej wcześniej listy zadań; dla zaawansowanych studentów przykład z dyfrakcją na otworze kołowym, numeryczne przykłady dyfrakcji na innych kształtach.	W2, W3, U1, U2, K1	Ćwiczenia audytoryjne
2.	1. Ruch falowy 2. Szczególna teoria względności 3. Podstawowe operatory różniczkowe 4. Elektrostatyka ładunków punktowych 5. Pole elektrostatyczne ładunków przestrzennych 6. Elektrostatyka dielektryków, pojemność elektryczna 7. Obwody prądu stałego, energia i moc prądu stałego 8. Pole magnetyczne wytworzone przez prąd elektryczny 9. Indukcja elektromagnetyczna 10. Magnetyczne własności materii 11. Prąd przemienny, drgania elektromagnetyczne 12. Ruch ładunku w polu elektrycznym i magnetycznym 13. Równania Maxwella, fale elektromagnetyczne 14. Odbicie i załamanie światła: powierzchnie płaskie i kuliste 15. Interferencja i dyfrakcja, siatka dyfrakcyjna 16. Polaryzacja	W1, W2, W3, U1, U2, K1	Wykład

Informacje rozszerzone

Metody i techniki kształcenia:

Mini wykład, Dyskusja, Praca grupowa

Rodzaj zajęć	Metody zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
Wykład	Aktywność na zajęciach, Egzamin, Odpowiedź ustna	
Ćwiczenia audytoryjne	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Egzamin, Odpowiedź ustna	Warunkiem zaliczenia jest uzyskanie co najmniej 50% punktów możliwych do zdobycia (suma z cotygodniowych kolokwiów i aktywności na ćwiczeniach).

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

Zasady zaliczania ćwiczeń audytoryjnych: 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 przystąpienie do egzaminu jest wcześniejsze uzyskanie zaliczenia z ćwiczeń audytoryjnych. Egzamin przeprowadzany jest zgodnie z Regulaminem Studiów AGH § 16.

Sposób obliczania oceny końcowej

Ocena z ćwiczeń rachunkowych _C_ obliczana jest następująco: procent uzyskanych punktów (suma punktów z cotygodniowych kolokwiów i punktów za aktywność na ćwiczeniach) przeliczany jest na ocenę zgodnie z Regulaminem Studiów AGH. Ocena z egzaminu (E) obliczana jest następująco: procent punktów uzyskanych z pracy pisemnej przeliczany jest na ocenę zgodnie z Regulaminem Studiów AGH. Ocena końcowa (OK) obliczana jest jako średnia ważona ocen z egzaminu (E) i z ćwiczeń rachunkowych _C_: OK = 0.6 x E + 0.4 x C

Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach

Sposób i tryb wyrównania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na ćwiczenia audytoryjnych: 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 niż 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.

Wymagania wstępne i dodatkowe

Znajomość rachunku pochodnych i rachunku całkowego
Dobra znajomość podstawowych pojęć i zasad fizyki (w tym mechaniki)

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 syllabusem 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.

Literatura

Obowiązkowa

1. Halliday D., Resnick R., Walker J., – Podstawy fizyki, tomy 3 i 4, PWN 2011.
2. Massalski J., Massalska M., Fizyka dla inżynierów, tom 1. WNT 2005
3. Andrzej K. Wróblewski, Janusz A. Zakrzewski, Wstęp do fizyki tomy 1 i 2, PWN 1984
4. Jay Orear, Fizyka, t.1 i t.2, WNT.
5. W. Moebs et al., Fizyka dla szkół wyższych. Tom 2, OpenStax Poland, 2018: https://openstax.pl/podreczniki?q=fizyka+tom+2
6. W. Moebs et al., Fizyka dla szkół wyższych. Tom 3, OpenStax Poland, 2018: https://openstax.pl/podreczniki?q=fizyka+tom+3

Kierunkowe efekty uczenia się

Kod	Treść
FTC1A_K01	pojmuje istotę i zasady pracy w grupie, ma świadomość odpowiedzialności za zespołowo realizowane zadania praz potrafi zaplanować pracę wieloetapową i oszacować czas jej wykonania
FTC1A_K03	rozumie skutki działalności techniczno-inżynierskiej w środowisku naturalnym i społecznym, wykazuje postawę proekologiczną, potrafi przekazać społeczeństu w sposób zrozumiały informację o osiągnięciach i ich wpływie na rozwój technologi 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_U03	potrafi wyodrębnić elementarne procesy składowe badanego zjawiska, dokonać algorytmizacji problemu oraz opracować odpowiednie oprogramowanie w wybranym języku
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