**Nazwa przedmiotu:**

Fizyka 2/ Physics 2

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. Franciszek Krok - wykład i ćwiczenia, mgr inż. Andrzej Kubiaczyk- laboratrium

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Inżynieria Materiałowa

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowy

**Kod przedmiotu:**

FIZ2

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

5

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

Liczba godzin pracy studenta - razem 150 godzin, obejmuje:
1) godziny kontaktowe - 95 godzin, w tym:
• obecność na wykładach - 30 godzin,
• udział w ćwiczeniach - 15 godzin,
• udział w laboratoriach – 30 godzin,
• konsultacje do wykładu i ćwiczeń i laboratoriów - 20 godzin;
2) Zapoznanie się ze wskazaną literaturą i przygotowanie do ćwiczeń i laboratoriów, wykonanie zadań domowych, sprawozdań – 35 godzin;
3) Przygotowanie do egzaminu i obecność na egzaminie – 20 godzin.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

3 punkty ECTS - godziny kontaktowe - 95 godzin, w tym: obecność na wykładach - 30 godzin, udział w ćwiczeniach - 15 godzin, udział w laboratoriach – 30 godzin, konsultacje do wykładu i ćwiczeń i laboratoriów - 20 godzin.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

2 punkty ECTS – udział w laboratoriach (30 godzin), przygotowanie do laboratoriów, wykonanie sprawozdań – 20 godzin.

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 15h |
| Laboratorium:  | 30h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Laboratorium: Nie jest wymagane wcześniejsze zaliczenie innych przedmiotów. Wymagana jest znajomość podstaw fizyki na poziomie maturalnym. Zalecane jest wcześniejsze odbycie kursu Fizyki 1 i Matematyki 1.

**Limit liczby studentów:**

Wykłady - bez limitu, ćwiczenia 15-30 studentów, laboratoria 8-12 studentów.

**Cel przedmiotu:**

Wykład i ćwiczenia (2 ECTS Wykład+1 ECTS Ćwiczenia): Przedmiot Fizyka 2 jest kontynuacją przedmiotu Fizyka 1 w zakresie fizyki współczesnej (zjawisk falowych, szczególnej teorii względności, mechaniki kwantowej, fizyki jądrowej). Szczególnym celem przedmiotu jest zapoznanie studentów, przy wykorzystaniu efektów kształcenia osiągniętych w ramach Fizyki 1, ze zjawiskami fizycznymi, bez których zrozumienie współczesnej techniki i trendów jej rozwoju byłoby niemożliwe. Przedmiot rozwija w dalszym ciągu umiejętności samodzielnego stosowania fizycznych metod badawczych i metod matematycznych (zwłaszcza analizy matematycznej) opisu zjawisk fizyki współczesnej. Otrzymany w ramach tego przedmiotu zestaw narzędzi poznawczych umożliwi studiowanie większości prac badawczych z dziedziny inżynierii materiałowej.

Laboratorium (2ECTS): Celem zajęć jest zapoznanie studentów ze zjawiskami fizycznymi w zakresie podstaw fizyki, z zasadami przeprowadzania pomiarów wielkości fizycznych, analizy wyników tych pomiarów, tworzenia wykresów, obliczania niepewności wyznaczonych wielkości, metod weryfikacji założonych wielkości teoretycznych oraz dokumentowania wyników pracy.

**Treści kształcenia:**

Treści kształcenia na wykładzie :
Zjawiska falowe. Równanie różniczkowe fali. Równanie fali harmonicznej. Zasada Huygensa i zasada Fermata. Prędkość fazowa i prędkość grupowa fali. Dyspersja. Zjawiska interferencji i dyfrakcji fal. Współczesne techniki dyfrakcyjne. Polaryzacja fal elektromagnetycznych. Widmo i właściwości fal elektromagnetycznych. Wektor Poyntinga. Promieniowanie dipola elektrycznego.
Szczególna teoria względności. Zasada względności Einsteina. Transformacja Galileusza a transformacja Lorentza. Transformacja prędkości. Relatywistyczny pomiar długości obiektu. Dylatacja czasu. Interwał czasoprzestrzenny. Dynamika relatywistyczna. Relatywistyczny związek energii i pędu, czterowektor pędu.
Podstawy doświadczalne mechaniki kwantowej Prawa promieniowania cieplnego: prawo Kirchhoffa, prawo przesunięć Wiena, prawo Stefana-Boltzmanna. Teoria Plancka widma promieniowania temperaturowego. Zjawisko fotoelektryczne, zjawisko Comptona – korpuskularne właściwości promieniowania elektromagnetycznego. Budowa atomu, widma atomowe. Promieniowanie rentgenowskie, widmo ciągłe i widmo charakterystyczne. Fale materii – hipoteza de Broglie'a. Doświadczenie Davissona-Germera.
Elementy mechaniki kwantowej. Równanie Schrodingera. Funkcja falowa i jej sens fizyczny. Zasada nieoznaczoności Heisenberga. Wartości oczekiwane i operatory. Rozwiązanie równania Schrodingera dla cząstki swobodnej, skoku potencjału, bariery (efekt tunelowy) i studni potencjału. Oscylator harmoniczny w mechanice kwantowej. Kwantowa teoria atomu wodoropo-dobnego. Liczby kwantowe. Kwantowy opis cząstek identycznych. Zakaz Pauliego. Układ okresowy pierwiastków. Emisja i absorpcja promieniowania. Emisja wymuszona – laser. Statystyki fizyczne: Maxwella, Boltzmanna, Fermiego-Diraca, Bosego-Einsteina.
 Elementy fizyki jądrowej. Oddziaływanie promieniowania jądrowego z materią. Energia wiązania jądra atomowego. Model kroplowy i model powłokowy jądra atomowego. Promieniotwórczość naturalna. Reakcje jądrowe. Energetyka jądrowa. Reakcje termojądrowe. Cykl Bethego. Energetyka termojądrowa. Cząstki elementarne

Treści kształcenia na ćwiczeniach :
Fale. Obliczanie prędkości rozchodzenia się fal sprężystych, natężenia, ciśnienia fali akustycznej, częstotliwości fali akustycznej emitowanej przez ruchome źródło. Obliczanie parametrów obwodów drgań elektrycznych z tłumieniem i bez. Określenie amplitudy pola elektrycznego fali o danej wartości wektora Poyntinga. Analiza rozchodzenia się światła na granicy ośrodków (zasada Fermata, prawo odbicia, załamania, odbicie wewnętrzne i polaryzacja przez odbicie). Długość fali światła ze zjawiska interferencji. Odległości płaszczyzn sieciowych w krysztale z dyfraktogramu rentgenowskiego (prawo Wulfa-Braggów).
 Teoria względności. Określenie czasu życia mionu w ruchu. Zadania na wydłużenie czasu i skrócenie długości obiektów w ruchu, relatywistyczne dodawanie prędkości, relatywistyczny związek energii i pędu. Określenie energii kreacji pionu i anihilacji pary elektron-pozyton.
Mechanika kwantowa. Zadania dotyczące praw promieniowania cieplnego (Stefana-Boltzman-na, Wiena). Zadania związane z prawem Einsteina zjawiska fotoelektrycznego i prawem Comptona rozpraszania promieniowania gamma. Określenie wartości stałej Plancka na podstawie zjawiska fotoelektrycznego. Analiza obliczeniowa postulatów de Broglie’a. Poziomy energetyczne cząstki w studni potencjału. Prawdopodobieństwo tunelowania elektronu przez skończoną barierę potencjału

Laboratorium:
Program przedmiotu obejmuje następujące treści merytoryczne z następujących dziedzin fizyki:
MECHANIKA, DYNAMIKA I DRGANIA - Wahadło matematyczne. Mechanika bryły sztywnej. Drgania harmoniczne. Drgania tłumione w obwodzie szeregowym RLC. Współczynnik tłumienia, częstość drgań własnych, logarytmiczny dekrement drgań. Prawa Kirchhoffa. Przesunięcie fazowe i amplituda napięcia zmiennego na kondensatorze w szeregowym obwodzie RLC. Dobroć obwodu, współczynnik tłumienia. Drgania relaksacyjne.
TERMODYNAMIKA - Zależność temperatury wrzenia od ciśnienia. Wyznaczanie współczynnika kappa dla powietrza metodą Clementa Desormesa. Prawa termodynamiki, przemiany gazowe, własności par, przejścia fazowe. Równanie izotermy van der Waalsa. Strumień ciepła. Prawo Fouriera. Prawo Newtona przepływu ciepła przez powierzchnię. Mechanizmy przenoszenia ciepła w ciele stałym. Generacja i anihilacja ciepła. Teoria ciepła właściwego Debye’a. Drgania sieci krystalicznej. Rozwiązanie równania przepływu ciepła w przypadku sinusoidalnej fali temperatury.
OPTYKA - Dyfrakcja światła. Rozkład natężeń światła w obrazie dyfrakcyjnym. Zasada Huygensa. Zasada Bobineta. Podstawy optyki falowej. Siatka dyfrakcyjna. Wyznaczanie długości fali światła generowanych przez atomy różnych pierwiastków. Obserwacja pierścieni Newtona w świetle lampy sodowej oraz światła o nieznanej długości fali. Podstawy optyki geometrycznej. Interferometr Michelsona – wyznaczanie długości fali świetlnej. Wyznaczanie współczynnika załamania światła dla różnych rodzajów szkła i cieczy. Podstawy optyki geometrycznej. Rozszczepienie światła w pryzmacie. Zależność współczynnika załamania od długości fali. Polaryzacja fali elektromagnetycznej, metody polaryzowania światła. Skręcenie płaszczyzny polaryzacji światła, aktywność optyczna naturalna i wymuszona (zjawisko Faraday’a).
FIZYKA WSPÓŁCZESNA - Model atomu Bohra. Stała Rydberga. Liniowe widma emisyjne. Ruch ładunku w polu elektrycznym i magnetycznym. Siła Lorentza. Efekt fotoelektryczny zewnętrzny. Równanie Einsteina i cząsteczkowa teoria światła. Dyfrakcja elektronów i dyfrakcja światła na sieci krystalicznej. Równania de Broglie’a i Bragga. Emisja termiczna, polowa i wtórna elektronów. Praca wyjścia elektronów z metalu
WŁASNOŚCI MATERII - Zjawisko piezoelektryczne. Prawo Hooke’a. Skalowanie galwanometru w jednostkach ładunku. Podatność magnetyczna paramagnetyków i diamagnetyków. Oddziaływanie materii z polem magnetycznym. Ferromagnetyzm. Ferromagnetyk w polu magnetycznym. Materiały magnetyczne twarde i miękkie. Pętla histerezy. Temperatura Curie. Prawo Curie –Weissa.

**Metody oceny:**

Wykład i ćwiczenia: zaliczenie na podstawie sprawdzianów z ćwiczeń rachunkowych (40%) i wykładów (60%),

Laboratorium: System punktowy, na ocenę końcową składa się ocena z każdego ćwiczenia (na ocenę składa się ocena z przygotowania i ocena samodzielnie wykonanego sprawozdania) oraz ocena z kolokwium z metod określania niepewności pomiarów. Do zaliczenia przedmiotu konieczne jest zdobycie co najmniej 50% maksymalnej liczby punktów.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. W. Bogusz, J.Garbarczyk, F. Krok; Podstawy fizyki , OW PW 2016.
Laboratorium:
Do wszystkich ćwiczeń dostępne są on-line instrukcje, czyli kilku lub kilkunastostronicowe opracowania zawierające podstawy fizyczne danego ćwiczenia, opis wykonania i analizy pomiarów, pytania kontrolne oraz literaturę właściwą dla danego zagadnienia. Przykładowe podstawowe podręczniki ogólnego kursu fizyki:
1. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, Podstawy fizyki, PWN 2015.
2. J. Orear, Fizyka, PWN 1993.
3. Cz. Bobrowski, Fizyka – krótki kurs, WNT 2007.

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka F II\_W4:**

Posiada wiedzę dotyczącą statystyki fizycznej Maxwella, Boltzmana, Fermmiego-Diraca, Bosego-Einsteina

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM1\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

**Charakterystyka F1LABW\_05:**

Ma wiedzę w zakresie obliczania niepewności, analizy wyników, metod weryfikacji hipotez i wizualizacji wyników pomiarów

Weryfikacja:

Kolokwium wstępne przed rozpoczęciem ćwiczenia

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM1\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

**Charakterystyka F II\_W1:**

Posiada wiedzę dotyczącą zjawisk falowych, interferencji i dyfrakcji fal oraz współczesnych technik dyfrakcyjnych

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM1\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

**Charakterystyka F II\_W2:**

Zna szczególną teorię względności i zasadę względności Einsteina

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM1\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

**Charakterystyka F II\_W3:**

Zna podstawy mechaniki kwantowej, równanie Schroedingera i zasadę nieoznaczoności Heisenberga

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM1\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

**Charakterystyka F II\_W5:**

Zna zagadnienia promieniotwórczości naturalnej, reakcji jądrowych i termojądrowych oraz cząstek elementarnych

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM1\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

**Charakterystyka F II\_W6:**

Posiada wiedzę na temat praw promieniowania cieplnego Kirchhoffa, Wiena, Stefana-Boltzmana

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM1\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

**Charakterystyka F1LAB\_W01:**

Ma wiedzę w zakresie mechaniki, dynamiki i drgań pozwalającym na rozumienie podstawowych zjawisk fizycznych w tych dziedzinach

Weryfikacja:

Kolokwium wstępne przed rozpoczęciem ćwiczenia

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM1\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

**Charakterystyka F1LAB\_W02:**

Ma wiedzę w zakresie własności elektrycznych i magnetycznych materii pozwalającym na rozumienie podstawowych zjawisk fizycznych w tej dziedzinie

Weryfikacja:

Kolokwium wstępne przed rozpoczęciem ćwiczenia

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM1\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

**Charakterystyka F1LAB\_W03:**

Ma wiedzę w zakresie optyki pozwalającym na rozumienie podstawowych zjawisk fizycznych w tej dziedzinie

Weryfikacja:

Kolokwium wstępne przed rozpoczęciem ćwiczenia

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM1\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

**Charakterystyka F1LAB\_W04:**

Ma wiedzę w zakresie fizyki współczesnej pozwalającym na rozumienie podstawowych zjawisk fizycznych w tej dziedzinie

Weryfikacja:

Kolokwium wstępne przed rozpoczęciem ćwiczenia

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM1\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka F II\_U2:**

Umie zastosować w obliczeniach prawa promieniowania cieplnego

Weryfikacja:

Ocena sprawozdania z laboratorium, obserwacja i ocena umiejętności praktycznych studenta w trakcie zajęć.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM1\_U08, IM1\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.1.o, III.P6S\_UW.2.o, III.P6S\_UW.4.o

**Charakterystyka F II\_U1:**

Potrafi dokonać obliczeń parametrów obwodów drgań elektrycznych

Weryfikacja:

Ocena sprawozdania z laboratorium, obserwacja i ocena umiejętności praktycznych studenta w trakcie zajęć

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM1\_U08, IM1\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.1.o, III.P6S\_UW.2.o, III.P6S\_UW.4.o

**Charakterystyka F II\_U3:**

Potrafi dokonać obliczeń prędkości rozchodzenia sie fal w różnych ośrodkach

Weryfikacja:

Ocena sprawozdania z laboratorium, obserwacja i ocena umiejętności praktycznych studenta w trakcie zajęć.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM1\_U08, IM1\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** III.P6S\_UW.2.o, III.P6S\_UW.4.o, I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.1.o

**Charakterystyka F II\_U4:**

Umie zastosować w obliczeniach prawo Einsteina(zjawisko fotoelektryczne) i prawo Comptona (rozpraszanie promieniowania gamma)

Weryfikacja:

Ocena sprawozdania z laboratorium, obserwacja i ocena umiejętności praktycznych studenta w trakcie zajęć.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM1\_U08, IM1\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.1.o, III.P6S\_UW.2.o, III.P6S\_UW.4.o

**Charakterystyka F1LAB\_U01:**

Potrafi zabudować prosty układ pomiarowy zgodnie z zadanym schematem i specyfikacją oraz sprawdzić poprawność jego działania

Weryfikacja:

Ocena umiejętności studenta w trakcie zajęć

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM1\_U09, IM1\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.1.o, III.P6S\_UW.2.o, III.P6S\_UW.4.o

**Charakterystyka F1LAB\_U02:**

Potrafi samodzielnie przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary wspomagane komputerowo

Weryfikacja:

Ocena sprawozdania z ćwiczenia

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM1\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.1.o, III.P6S\_UW.2.o, III.P6S\_UW.4.o

**Charakterystyka F1LAB\_U03:**

Potrafi wizualizować i analizować wyniki pomiarów, obliczać niepewności wyznaczonych wielkości oraz weryfikować doświadczalnie założone zależności teoretyczne

Weryfikacja:

Ocena sprawozdania z ćwiczenia

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM1\_U08, IM1\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.1.o, III.P6S\_UW.2.o, III.P6S\_UW.4.o

**Charakterystyka F1LAB\_U04:**

Potrafi dokumentować wyniki pracy i przedstawić je w formie pisemnego opracowania

Weryfikacja:

Ocena sprawozdania z ćwiczenia

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM1\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.1.o, III.P6S\_UW.2.o, III.P6S\_UW.4.o

**Charakterystyka F1LAB\_U05:**

W trakcie wykonywania doświadczeń w laboratorium stosuje zasady bezpieczeństwa i higieny pracy

Weryfikacja:

Obserwacja i ocena umiejętności studenta w trakcie zajęć.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM1\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW

**Charakterystyka FII\_U6:**

Umie na podstawie wykładu, zalecanej literatury lub innych fachowych źródeł rozszerzyć - poprzez pracę własną-posiadaną dotychczas wiedzę i umiejętności z zakresu fizyki.

Weryfikacja:

Kolokwium, obserwacja i ocena umiejętności studenta w trakcie zajęć.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM1\_U05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UU

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka F1LAB\_K01:**

Razem z innymi uczestnikami zespołu aktywnie współpracuje nad przeprowadzeniem doświadczenia oraz opracowaniem wyników. W trakcie prac zespołu dzieli się sposób konstruktywny posiadaną wiedzą i umiejętnościami z innymi uczestnikami. Umie odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania.

Weryfikacja:

Obserwacja studenta w trakcie zajęć.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM1\_K03, IM1\_K04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_KO, I.P6S\_KK