

WYDZIAŁ Mechaniczno-Energetyczny

**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim: .....Fizyka 2.11

Nazwa w języku angielskim: .....Physics 2.11

Kierunek studiów: .....Energetyka

Stopień studiów i forma: .....I stopień, stacjonarna

Rodzaj przedmiotu: .....obowiązkowy / ogólnouczelniany

Kod przedmiotu: .....FZP001066

Grupa kursów: .....NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>		<b>30</b>		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>120</b>		<b>60</b>		
Forma zaliczenia	<b>Egzamin</b>		<b>Zaliczenie na ocenę</b>		
Liczba punktów ECTS	<b>4</b>		<b>2</b>		
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>0</b>		<b>2</b>		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	<b>4</b>		<b>2</b>		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

Kompetencje w zakresie podstaw matematyki (analizy matematycznej i algebry) oraz fizyki w zakresie kursu Fizyka 1.6

**CELE PRZEDMIOTU**

C1. Nabycie podstawowej wiedzy, uwzględniającej jej aspekty aplikacyjne, z następujących działów elektrodynamiki klasycznej:

- C1.1. Elektrostatyki
- C1.2. Prądu elektrycznego
- C1.3. Magnetostatyki
- C1.4. Indukcji elektromagnetycznej
- C1.5. Fal elektromagnetycznych
- C1.6. Optyki falowej
- C1.7. Optyki geometrycznej

C2. Nabycie podstawowej wiedzy, uwzględniającej jej aspekty aplikacyjne, z następujących działów fizyki współczesnej:

- C2.1. Szczególnej teorii względności
- C2.2. Fizyki kwantowej
- C2.3. Podstaw fizyki ciała stałego
- C2.4. Fizyki jądra atomowego

C3. Poznanie podstawowych technik i metod pomiarowych wybranych wielkości fizycznych

C4. Zdobycie umiejętności:

- C4.1. Planowania i wykonywania doświadczeń w Laboratorium Podstaw Fizyki (LPF) polegających na doświadczalnej weryfikacji wybranych praw/zasad fizyki i mierzeniu wielkości fizycznych
- C4.2. Opracowania wyników pomiarów
- C4.3. Szacowania niepewności pomiarowych
- C4.4. Opracowania pisemnego raportu z przeprowadzonych pomiarów z wykorzystaniem oprogramowania użytkowego.

C5. Nabywanie i utrwalanie kompetencji społecznych obejmujących inteligencję emocjonalną polegającą na umiejętności współpracy w grupie studenckiej mającej na celu efektywne rozwiązywanie problemów. Odpowiedzialność, uczciwość i rzetelność w postępowaniu; przestrzeganie obyczajów obowiązujących w środowisku akademickim i społeczeństwie.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### I. Z zakresu wiedzy:

Student ma podstawową wiedzę z zakresu elektrodynamiki klasycznej (elektrostatyka, prąd elektryczny, magnetostatyka, indukcja elektromagnetyczna, fale elektromagnetyczne, optyka), wybranych elementów fizyki współczesnej (szczególna teoria względności, fizyka kwantowa, fizyka: atomu, jądra atomowego, cząstek elementarnych) i astrofizyki:

PEK\_W01 – posiada wiedzę z zakresu elektrostatyki i jej zastosowań; zna i rozumie: a) podstawowe wielkości fizyczne wektorowe i skalarnie związane z polem elektrostatycznym (natężenie i potencjał pola, zasada superpozycji, kwantowanie ładunku, zasada zachowania ładunku elektrycznego) ładunku punktowego, dyskretnego układu ładunków, b) prawo Gaussa. Ma szczegółową wiedzę dotyczącą: a) strumienia wektora natężenia pola i zachowawczego charakteru pola, b) elektrostatycznej energii potencjalnej ładunku i układu ładunków, c) pola dipola elektrycznego, energii potencjalnej dipola i momentu siły działającej na dipol umieszczony w zewnętrznym polu, d) przewodnika znajdującego się w polu (zjawisko ekranowania pola), e) polaryzacji dielektryków, f) pojemności elektrycznej i zastosowań kondensatorów, g) gęstości energii pola, i) zasady działania kserokopierek i filtrów elektrostatycznych oraz wyznaczanie natężenia pola wybranych rozkładów ciągłych ładunków elektrycznych z wykorzystaniem całkowego prawa Gaussa.

PEK\_W02 – posiada wiedzę z zakresu fizyki prądu stałego i jego zastosowań, a w szczególności zna i rozumie a) pojęcia natężenia i wektora gęstości prądu elektrycznego, oporu/przewodnictwa elektrycznego/właściwego, SEM, pracy, mocy prądu elektrycznego i ciepła Joule'a, b) fizyczne mechanizmy przewodnictwa elektrycznego, c) prawo Ohma (w postaci różniczkowej i całkowitej) oraz prawa Kirchhoffa, e) zasady analizy ilościowej prostych obwodów elektrycznych.

PEK\_W03 – posiada wiedzę z zakresu magnetostatyki oraz jej zastosowań, zna i rozumie: a) pojęcie pola magnetycznego, wektora indukcji magnetycznej i natężenia pola, b) pojęcie siły Lorentza i jej wpływu na ruch ładunków elektrycznych w polu magnetycznym, c) zasady fizyczne działania: cyklotronu, selektora prędkości cząsteczek, spektrometru mas oraz metody wyznaczania  $e/m$ , d) klasyczny efekt Halla, e) działanie pola magnetycznego na przewodnik i ramkę z prądem. Ma szczegółową wiedzę dotyczącą: a) energii potencjalnej i momentu siły działającej na moment magnetyczny umieszczony w zewnętrznym polu, b) źródła pola magnetycznego, c) prawa Biot-Savarta, d) oddziaływania dwóch równoległych przewodników z prądem, e) definicji jednostki natężenia prądu elektrycznego, f) wyznaczania pól magnetycznych wybranych źródeł (prostoliniowy i kołowy przewodnik z prądem, cewka, toroid).

- PEK\_W04 – posiada wiedzę nt. zjawiska indukcji elektromagnetycznej oraz jego zastosowań; zna i rozumie: a) pojęcie strumienia pola magnetycznego, b) prawo Faradaya i regułę Lenza, c) indukcyjność, samoindukcyjność, d) pojęcia energii i gęstości energii pola magnetycznego f) pojęcie momentu magnetycznego obwodu z prądem. Zna przykłady zastosowań prądów wirowych. Zna podział materiałów ze względu na ich właściwości magnetyczne. Zna, rozumie i potrafi zastosować: a) prawo Gaussa dla pola magnetycznego, b) prawo Ampere’a.
- PEK\_W05 – zna i rozumie pojęcie prądu przesunięcia oraz sens fizyczny układu równań Maxwella (w postaci całkowitej i różniczkowej) i równań materiałowych. Potrafi rozróżnić fragmenty widma promieniowania elektromagnetycznego i zna ich znaczenie w życiu i działalności człowieka.
- PEK\_W06 – posiada podstawową wiedzę dotyczącą fal elektromagnetycznych oraz ich zastosowań, a w szczególności zna widmo fal, zna i rozumie: a) pojęcia: fali płaskiej sinusoidalnej, współczynnika załamania i jego związku ze względnymi współczynnikami przenikalności elektrycznej i magnetycznej ośrodka, b) zjawisko dyspersji fal elektromagnetycznych, c) transport energii i pędu przez falę elektromagnetyczną, d) pojęcie wektora Poyntinga, e) zjawisko wywierania ciśnienia przez falę elektromagnetyczną padającą na powierzchnię.
- PEK\_W07 – posiada podstawową wiedzę, dotyczącą pojęć i praw optyki geometrycznej, a w szczególności zna i rozumie: a) budowę i zasadę działania podstawowych elementów optycznych – zwierciadła, soczewki, pryzmatu; b) prawa optyki geometrycznej; c) zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia wraz z jego znaczeniem aplikacyjnym, d) zasady tworzenia obrazów za pomocą zwierciadeł i cienkich soczewek.
- PEK\_W08 – posiada podstawową wiedzę z zakresu optyki falowej i jej zastosowań, w szczególności ma wiedzę dotyczącą: a) interferencji i dyfrakcji światła, b) doświadczenia Younga, c) interferencji światła w cienkich warstwach, d) dyfrakcji na otworach kołowych, e) zjawisko polaryzacji światła, metody polaryzacji światła i prawo Malusa, f) zdolności rozdzielczej układów optycznych (kryterium Rayleigha), g) zasady działania hologramów.
- PEK\_W09 – zna budowę, zasadę działania i zastosowanie podstawowych przyrządów optycznych: lupy, lunety, mikroskopu.
- PEK\_W10 – posiada podstawową wiedzę z zakresu radiometrii i fotometrii, a w szczególności zna definicje podstawowych wielkości radio- i fotometrycznych, ich jednostki i podstawowe prawa fotometrii (prawo Lamberta-Beera).
- PEK\_W11 – posiada podstawową wiedzę z zakresu szczególnej teorii względności i jej zastosowań; w szczególności zna i rozumie: a) postulaty Einsteina, b) transformacje Lorentza oraz wynikające z niej konsekwencje (dylatacja czasu, skrócenie długości, niejednoczesność zdarzeń, nienaruszalność związku przyczynowo-skutkowego poprzez zmianę inercjalnego układu odniesienia), c) wzory transformacyjne prędkości; ma wiedzę w zakresie elementów dynamiki relatywistycznej, w szczególności zna pojęcia: relatywistycznego pędu cząstki/ciała, relatywistycznej energii kinetycznej, relatywistycznej energii całkowitej cząstki/ciała; zna relatywistyczne równanie ruchu oraz relatywistyczny związek pędu i energii; ma wiedzę dotyczącą zjawiska Dopplera, równoważności masy i energii.
- PEK\_W12 – posiada wiedzę związaną z podstawami fizyki kwantowej i jej wybranymi zastosowaniami; ma szczegółową wiedzę dotyczącą: a) praw promieniowania ciała doskonale czarnego, promieniowania termicznego ciał i jego zastosowań, b) modelu Bohra atomu wodoru (kwantowanie energii i momentu pędu elektronu) i kwantowych poziomów energetycznych (doświadczenie Franka-Hertza) elektronów w atomach, c) zjawiska fotoelektrycznego i Comptona, d) promieniowania rentgenowskiego oraz reakcji i anihilacji par cząstka-antycząstka, e) oddziaływania światła z materią i fizycznych zasad akcji laserowej,

f) dualizmu korpuskularno-falowego światła i cząsteczek elementarnych (hipoteza de Broglie'a, fale materii), g) zasad nieoznaczoności Heisenberga, h) funkcji falowej i jej interpretacji, i) równania Schrödingera (czasowego i bezczasowego), j) bezczasowego równania Schrödingera dla cząstki w nieskończonej studni potencjalnej, k) zjawiska kwantowego tunelowania i jego zastosowań, l) konfiguracji elektronowych pierwiastków, m) liczb kwantowych funkcji falowych elektronów i budowy układu okresowego pierwiastków, n) zakazu Pauliego, o) przestrzennego kwantowania orbitalnego momentu pędu oraz magnetycznego momentu elektronów w atomie.

PEK\_W13 – posiada wiedzę z podstaw fizyki ciała stałego i jej wybranych zastosowań, w szczególności ma wiedzę dotyczącą: a) rodzajów wiązań chemicznych oraz ich wpływu na właściwości fizyczne ciał stałych, b) struktury przestrzennej kryształów, metod jej badania za pomocą dyfrakcji promieni X i zastosowania tej metody w tomografii komputerowej, c) modelu pasmowego ciał stałych, d) półprzewodników samoistnych i domieszkowanych, e) przewodnictwa elektrycznego metali i półprzewodników, f) fizyki wybranych urządzeń półprzewodnikowych (złącze p-n, dioda, LED, tranzystor, MOSFET).

PEK\_W14 – ma wiedzę z podstaw fizyki jądra atomowego oraz jej zastosowań, a w szczególności zna wielkości charakteryzujące jądro, jego izotopy i siły jądrowe, ma wiedzę dotyczącą: a) energii wiązania nukleonów i jej znaczenia dla energetyki jądrowej (rozszczipanie ciężkich jąder/izotopów), syntezy lekkich jąder, stabilności ciężkich jąder, b) promieniotwórczości naturalnej/sztucznej, c) rodzajów rozpadów promieniotwórczych, d) prawa rozpadu promieniotwórczego, e) metod datowania radioizotopowego, f) reakcji jądrowych, g) energetyki jądrowej, h) biologicznych skutków napromieniowania, i) fizycznych podstaw medycznej metody obrazowania za pomocą jądrowego rezonansu magnetycznego.

PEK\_W15 – zna zasady BHP obowiązujące w Laboratorium Podstaw Fizyki.

PEK\_W16 – zna metody wykonywania prostych i złożonych pomiarów wielkości fizycznych.

PEK\_W17 – zna metody opracowania wyników pomiarów oraz szacowania niepewności prostych i złożonych pomiarów.

## **II. Z zakresu umiejętności:**

Student potrafi: a) samodzielnie, pisemnie lub w wypowiedzi ustnej, poprawnie i zwięźle przedstawić zagadnienia omówione na wykładach będące treścią przedmiotowych efektów kształcenia z zakresu wiedzy (PEK\_W01÷PEK\_W14), b) zastosować przekazaną i opisaną wyżej wiedzę do analizy wybranych zagadnień o charakterze inżynierskim oraz do planowania eksperymentu, wykonywania pomiarów wielkości fizycznych, opracowania otrzymanych wyników pomiarów w postaci sprawozdania lub prezentacji i do szacowania niepewności pomiarowych z wykorzystaniem narzędzi komputerowych (edytorów tekstu, pakietów biurowych, środowisk obliczeniowych):

PEK\_U01 – potrafi: a) wskazać oraz uzasadnić odkrycia i osiągnięcia elektrodynamiki klasycznej oraz fizyki współczesnej, które przyczyniły się do postępu cywilizacyjnego, b) wyjaśnić podstawy fizyczne działania urządzeń powszechnego użytku.

PEK\_U02 – potrafi poprawnie i efektywnie posługiwać się metodami analizy pól wektorowych do rozwiązywania prostych zagadnień z zakresu elektromagnetyzmu

PEK\_U03 – potrafi zastosować wiedzę z zakresu elektrostatyki do: a) jakościowej i ilościowej charakterystyki pola elektrostatycznego, którego źródłem są ładunki i układy ładunków punktowych, w szczególności ma umiejętności pozwalające na wyznaczanie, w oparciu o prawo Gaussa, natężeń pól elektrostatycznych wybranych rozkładów ładunków; b) wykonywania pomiarów w Laboratorium Podstaw Fizyki (LPF) oraz opracowania wyników pomiarów w formie pisemnego sprawozdania. Potrafi w szczególności wyznaczać: a) elektrostatyczną energię potencjalną ładunku i układu ładunków, b) wartość energii potencjalnej dipola i momentu siły działającej na dipol umieszczony w zewnętrznym polu, c) pojemności elektrycznej kondensatorów i ich baterii; potrafi także wyprowadzić prawo

Coulomba z prawa Gaussa oraz wyjaśnić mechanizmy fizyczne polaryzacji dielektryków.

PEK\_U04 – potrafi zastosować wiedzę z zakresu fizyki prądu stałego do: a) ilościowej charakterystyki przepływu prądu (natężenie prądu, wektor gęstości prądu elektrycznego) w prostych obwodach elektrycznych, b) wyznaczania pracy, mocy prądu elektrycznego i ciepła Joule'a, c) wyznaczania oporu baterii oporników, d) wykonywania pomiarów w LPF oraz opracowania rezultatów pomiarów w formie pisemnego sprawozdania. Potrafi wyjaśnić fizyczne mechanizmy przewodnictwa elektrycznego i uzasadnić użytkowy charakter prądu elektrycznego, który polega na transporcie energii elektrycznej.

PEK\_U05 – potrafi wskazać źródła pola magnetycznego oraz zastosować wiedzę z zakresu magnetostatyki do: a) jakościowej i ilościowej charakterystyki pola magnetycznego (wyznaczanie wektorów indukcji magnetycznej i natężenia) pochodzącego od różnych źródeł (prostoliniowy i kołowy przewodnik z prądem, cewka, toroid), b) ruchu ładunków elektrycznych w polu magnetycznym i wyznaczania siły działającej na przewodnik z prądem umieszczony w polu magnetycznym, c) wyznaczania energii potencjalnej i momentu siły działającej na moment magnetyczny umieszczony w zewnętrznym polu magnetycznym, d) zdefiniowania jednostki natężenia prądu elektrycznego, e) pomiarów wykonywanych w LPF oraz opracowania rezultatów pomiarów w formie pisemnego sprawozdania. Ponadto potrafi wyjaśnić: a) zasadę fizyczną działania: cyklotronu, selektora prędkości cząsteczek, spektrometru mas, b) znaczenie pola magnetycznego Ziemi dla środowiska naturalnego i form życia na naszej planecie.

PEK\_U06 – ma umiejętności pozwalające na zastosowanie wiedzy z zakresu indukcji elektromagnetycznej do: a) jakościowej i ilościowej charakterystyki działania generatorów prądu stałego i zmiennego, w tym do wyznaczania wartości generowanej SEM, b) wyjaśnienia zjawiska samoindukcji, c) wyznaczanie gęstości energii pola magnetycznego w cewce, d) pomiarów wykonywanych w LPF i do opracowania rezultatów pomiarów w formie pisemnego sprawozdania. Potrafi ponadto: a) uzasadnić, że indukowane zmiennym polem magnetycznym pole elektryczne nie jest polem zachowawczym (potencjalnym), b) wyjaśnić znaczenie reguły Lenza oraz scharakteryzować fenomen indukcji elektromagnetycznej jako zjawiska fizycznego polegającego na zamianie różnych form energii na energię elektryczną.

PEK\_U07 – potrafi zwięźle i poprawnie wyjaśnić sens fizyczny układu równań Maxwella (w postaci całkowitej) oraz równań materiałowych. Ponadto potrafi poprawnie zdefiniować użyte w równaniach wielkości fizyczne oraz określić ich jednostki miary.

PEK\_U08 – potrafi zastosować wiedzę z zakresu fizyki fal elektromagnetycznych i optyki (prawa optyki geometrycznej) do wyjaśniania zjawisk optycznych (całkowitego wewnętrznego odbicia, polaryzacji, dyspersji, zależności współczynnika załamania od względnych współczynników przenikalności elektrycznej i magnetycznej ośrodka) oraz do ilościowej charakterystyki: a) pola fali elektromagnetycznej i transportu energii przez fale elektromagnetyczne przy użyciu wektora Poyntinga, b) obrazów otrzymywanych za pomocą prostych układów optycznych, c) pomiarów wykonywanych w LPF wybranych parametrów układów optycznych oraz opracowania wyników pomiarów w formie pisemnego sprawozdania.

PEK\_U09 – potrafi zastosować wiedzę z optyki falowej do wyjaśniania zjawisk optycznych (interferencji i dyfrakcji światła, doświadczenia Younga, interferencji światła w cienkich warstwach, dyfrakcji na otworach kołowych) oraz do pomiarów wykonywanych w LPF wybranych parametrów układów optycznych oraz opracowania wyników pomiarów w formie pisemnego sprawozdania; w szczególności potrafi: a) wskazać praktyczne zastosowania interferencji, b) wyjaśnić znaczenie pojęcia zdolności rozdzielczej przyrządów optycznych,

c) wyjaśnić związek dyfrakcji i interferencji (kryterium Rayleigha) ze zdolnością rozdzielczą przyrządów optycznych.

PEK\_U10 – potrafi zastosować wiedzę dotyczącą szczególnej teorii względności do interpretacji dylatacji czasu, skrócenia długości, niejednoczesności zdarzeń oraz do wyznaczania – przy wykorzystaniu transformacji Lorentza – związków między wielkościami kinematycznymi w dwóch poruszających się względem siebie inercjalnych układach odniesienia; w szczególności potrafi: a) wyznaczać częstotliwości fal elektromagnetycznych emitowanych przez ruchomą/spoczywającą antenę i rejestrowanych przez ruchomy/spoczywający odbiornik (np. efekt Dopplera), b) objaśnić sens fizyczny wzoru  $E = mc^2$ , c) analizować ilościowo kinematykę i dynamikę ruchu prostoliniowego cząstek/obiektów poruszających się z prędkościami bliskimi prędkości światła, d) uzasadnić czterowymiarowy charakter czasoprzestrzeni, e) uzasadnić konieczność stosowania wyników szczególnej teorii względności w satelitarnych systemach globalnego pozycjonowania oraz do interpretacji zjawisk i efektów obserwowanych w przypadku cząstek/obiektów poruszających się z prędkościami bliskimi prędkości światła.

PEK\_U11 – potrafi zastosować wiedzę z podstaw fizyki kwantowej do ilościowej interpretacji wybranych zjawisk i efektów fizycznych mikroświata, tj. zjawisk i efektów, które zachodzą na odległościach rzędu nanometrów i mniejszych; w szczególności potrafi: a) pokazać, za pomocą stosownych rachunków, kwantowanie energii w modelu Bohra atomu wodoru, b) objaśnić znaczenie doświadczenia Francka–Hertza dla fizyki kwantowej, c) uzasadnić, w oparciu o fakty doświadczalne, korpuskularną naturę światła, d) uzasadnić nieadekwatność stosowania fizyki klasycznej do opisu zjawisk mikroświata oraz wyjaśnić probabilistyczny charakter zjawisk kwantowych, e) wyjaśnić sens fizyczny dualizmu korpuskularno-falowego światła i cząstek elementarnych, f) objaśnić pojęcia: stanu kwantowego, funkcji falowej (wraz z jej interpretacją) i kwantowania wielkości fizycznych, g) rozwiązać jednowymiarowe bezczasowe równanie Schrödingera dla cząstki w nieskończonej studni potencjalnej i uzasadnić kwantowanie energii, h) wskazać zastosowania zjawiska tunelowania, i) wyjaśnić znaczenie liczb kwantowych funkcji falowej elektronów w atomie przy uwzględnieniu zakazu Pauliego oraz ich związku z konfiguracjami elektronowymi atomów w układzie okresowym pierwiastków, j) scharakteryzować podstawowe zjawiska związane z oddziaływaniem światła z materią w kontekście fizyki działania lasera oraz właściwości światła laserowego, k) zastosować wiedzę z podstaw fizyki kwantowej do pomiarów, wykonywanych w LPF, wybranych wielkości fizycznych oraz do opracowania wyników pomiarów w formie pisemnego sprawozdania/raportu.

PEK\_U12 – potrafi zastosować wiedzę z podstaw fizyki ciała stałego do jakościowej i ilościowej interpretacji wybranych zjawisk i efektów. W szczególności potrafi: a) wyjaśnić wpływ rodzaju wiązania chemicznego na właściwości fizyczne ciał stałych, b) uzasadnić, w oparciu o rezultaty stosownych metod doświadczalnych, periodyczną atomową strukturę przestrzenną kryształów, c) wytłumaczyć pojęcie anizotropii właściwości fizycznych kryształów, d) uzasadnić obserwowane doświadczalnie zależności od temperatury przewodnictwa elektrycznego ciał stałych (dielektryków, metali, półprzewodników, nadprzewodników) w ramach modelu pasmowego i modelu elektronów swobodnych, e) uzasadnić obserwowane doświadczalnie zależności od temperatury ciepła właściwego metali i dielektryków, f) wyjaśnić działanie wybranych elektronicznych elementów/urządzeń półprzewodnikowych, h) zastosować wiedzę z podstaw fizyki kwantowej do pomiarów, wykonywanych w LPF, wybranych wielkości układów kwantowych oraz do opracowania wyników pomiarów w formie pisemnego sprawozdania/raportu.

PEK\_U13 – potrafi posługiwać się prostymi przyrządami pomiarowymi do pomiarów wielkości fizycznych.

PEK\_U14 – potrafi wykonać proste i złożone pomiary wielkości fizycznych z wykorzystaniem instrukcji stanowiska pomiarowego.

PEK\_U15 – potrafi opracować wyniki pomiarów, przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych oraz zredagować sprawozdanie/raport z wykonanych pomiarów w LPF z wykorzystaniem narzędzi komputerowych (edytorów tekstu, pakietów biurowych, środowisk obliczeniowych).

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

Nabycie i utrwalenie kompetencji obejmujących niżej wyszczególnione:

PEK\_K01 – wyszukiwania informacji oraz jej krytycznej analizy.

PEK\_K02 – zespołowej współpracy dotyczącej doskonalenia metod wyboru strategii mającej na celu optymalne rozwiązywanie powierzonych grupie problemów.

PEK\_K03 – rozumienia konieczności samokształcenia, w tym poprawiania umiejętności koncentracji uwagi i skupienia się na rzeczach istotnych oraz rozwijania zdolności do samodzielnego stosowania posiadanej wiedzy i umiejętności.

PEK\_K04 – rozwijania zdolności samooceny i samokontroli oraz odpowiedzialności za rezultaty podejmowanych działań.

PEK\_K05 – przestrzegania obyczajów i zasad obowiązujących w środowisku akademickim.

PEK\_K06 – myślenia niezależnego i twórczego.

PEK\_K07 – wpływu odkryć i osiągnięć fizyki na postęp techniczny, społeczny i ochronę środowiska poprzez otwartość na wiedzę i ciekawość odnoszącą się do osiągnięć naukowych i zaawansowanych technologii.

PEK\_K08 – obiektywnego oceniania argumentów, racjonalnego tłumaczenia i uzasadniania własnego punktu widzenia z wykorzystaniem wiedzy z zakresu fizyki.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Sprawy organizacyjne. Elektrostatyka (ładunek elektryczny, siła Coulomba, pole elektryczne, pojęcie dipola).	2
Wy2	Elektrostatyka (prawo Gaussa, pojęcie energii potencjalnej, potencjału, pojemności elektrycznej, kondensatora).	2
Wy3	Prąd elektryczny (natężenie, gęstość prądu, prędkość unoszenia elektronów, pojęcie oporu elektrycznego, prawo Ohma, moc w obwodach prądu elektrycznego, prawa Kirchhoffa, pojęcie siły elektromotorycznej, zasada działania amperomierza i woltomierza, obwody RC).	2
Wy4	Magnetostatyka (pojęcie pola magnetycznego, siła Lorentza, ruch elektronów w polu magnetycznym i elektrycznym, cyklotrony, pole magnetyczne płynącego prądu, prawo Ampere'a, reguła Lenza).	2
Wy5	Indukcja elektromagnetyczna (prawo Faradaya, samoindukcja cewki, obwody RL, energia pola magnetycznego, obwody RLC, prąd zmienny, transformatory).	2
Wy6	Magnetyzm (magnetyzm ziemski i elektronu, prawo Gaussa dla magnetyzmu, materiały magnetyczne: dia-, para- i ferromagnetyki, rozszerzone prawo Ampere'a). Fale elektromagnetyczne (równania Maxwella, równanie falowe, wektor Poyntinga, pęd i ciśnienie fali, widmo promieniowania elektromagnetycznego).	2

Wy7	Optyka geometryczna (definicja współczynnika załamania, dyspersji, oddziaływanie fal elektromagnetycznych z materią, propagacja fal em – prawa Sneliusa, zasada Fermata, zasada Huygensa-Fresnela, wzory Fresnela, podstawowe pojęcia optyki geometrycznej, przyrządy: zwierciadło, soczewka, pryzmat).	2
Wy8	Optyka falowa (interferencja, warunki interferencji, doświadczenie Younga, interferometry, siatka dyfrakcyjna, dyfrakcja, polaryzacja: definicja, parametry, sposoby polaryzacji światła).	2
Wy9	Optyka – uzupełnienia: a) Podstawy fizyczne holografii; b) Przyrządy optyczne: lupa, luneta, mikroskop; c) Podstawy radio- i fotometrii.	2
Wy10	Elementy szczególnej teorii względności (transformacje Lorentza, dylatacja czasu i długości, jednoczesność, interwał czasoprzestrzenny, prędkość, pęd, masa i energia relatywistyczna, równoważność masy i energii).	2
Wy11	Optyka kwantowa (prawa promieniowania cieplnego, teoria Rayleigha-Jeansa, rozkład Plancka, zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne i wewnętrzne, zjawisko Comptona, dualizm cząsteczkowo-falowy światła i materii, pojęcie funkcji falowej).	2
Wy12	Podstawy mechaniki kwantowej (hipoteza de Broglie'a, równanie Schrödingera, pojęcie paczki falowej, zasada Heisenberga). Rozwiązanie równania Schrödingera dla wybranych, prostych postaci potencjału. Bohra model atomu wodoru. Atom wodoru – rozwiązanie ściśle z wykorzystaniem równania Schrödingera; widmo atomu wodoru.	2
Wy13	Fizyka atomowa (zasada Pauliego, liczby kwantowe, momenty magnetyczne elektronu, doświadczenie Sterna-Gerlacha, rezonans magnetyczny, układ okresowy pierwiastków, zasada działania lasera).	2
Wy14	Elementy fizyki ciała stałego (własności elektryczne ciał stałych, wiązania cząsteczkowe, pasmowa teoria ciał stałych, półprzewodniki, zasada działania złącza p-n, diody, tranzystory, układy scalone).	2
Wy15	Wybrane zagadnienia fizyki cząstek elementarnych i astrofizyki	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>30</b>

<b>Forma zajęć – laboratorium 30h</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wprowadzenie do LPF: sprawy organizacji i przebiegu zajęć, zapoznanie studentów: a) z zasadami bezpiecznego wykonywania pomiarów (krótkie szkolenie z zakresu BHP), b) z zasadami pisemnego opracowania sprawozdań/raportów, c) z podstawami analizy niepewności pomiarowych. Wykonanie prostych pomiarów.	2h
La2	Wykonanie pomiarów za pomocą mierników analogowych i cyfrowych układu elektrycznego. Statystyczne opracowanie otrzymanych wyników pomiarów prostych i złożonych, szacowanie niepewności pomiarów prostych i złożonych, graficzna prezentacja rezultatów pomiarów i niepewności pomiarowych, opracowanie sprawozdania.	2h
La3	Wykonanie pomiarów wybranych wielkości mechanicznych, opracowanie pisemnego sprawozdania	2h
La4	Wykonanie pomiarów wybranych wielkości mechanicznych, opracowanie pisemnego sprawozdania	2h
La5	Wykonanie pomiarów wybranych wielkości termodynamicznych,	2h



	opracowanie sprawozdania	
La6	Wykonanie pomiarów wybranych wielkości termodynamicznych, opracowanie sprawozdania	2h
La7	Omówienie sprawozdań studenckich z wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych na La2-La5. Weryfikacja umiejętności analizowania, opracowania wyników, szacowania niepewności pomiarowych, przygotowania raportu przez studentów.	2h
La8	Wykonanie pomiarów wybranych wielkości elektromagnetycznych, opracowanie sprawozdania	2h
La9	Wykonanie pomiarów wybranych wielkości elektromagnetycznych, opracowanie sprawozdania	2h
La10	Wykonanie pomiarów wybranych wielkości optycznych, opracowanie sprawozdania	2h
La11	Wykonanie pomiarów wybranych wielkości optycznych, opracowanie sprawozdania	2h
La12	Wykonanie pomiarów wybranych wielkości kwantowych, opracowanie sprawozdania	2h
La13	Wykonanie pomiarów wybranych wielkości kwantowych, opracowanie sprawozdania	2h
La14	Zajęcia uzupełniające	2h
La15	Zajęcia uzupełniające i zaliczenia	2h
	<b>Suma godzin</b>	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

<p>N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji, slajdów, demonstracji i pokazów praw/zjawisk fizycznych</p> <p>N2. Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych</p> <p>N3. Ćwiczenia laboratoryjne – dyskusja sposobów wykonania pomiarów, opracowania wyników oraz szacowania niepewności pomiarowych, ocena sprawozdań/raportów</p> <p>N4. Ćwiczenia laboratoryjne – kilkuminutowe sprawdziany pisemne poprzedzające pomiary</p> <p>N5. Praca własna – samodzielne wykonanie pomiarów</p> <p>N6. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu</p> <p>N7. Konsultacje</p>
---

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny: <b>F</b> – formująca (w trakcie semestru), <b>P</b> – podsumowująca (na koniec semestru)	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
<b>F1</b>	PEK_U03÷PEK_U17; PEK_K01÷PEK_K06, PEK_K08	Odpowiedzi ustne, dyskusje, pisemne sprawdziany, ocena każdego sprawozdania
<b>P</b>	PEK_W01÷PEK_W14 PEK_U01÷PEK_U14, PEK_U17 PEK_K01, PEK_K03÷PEK_K06, PEK_K08	Egzamin pisemno-ustny

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, *Podstawy fizyki*, tomy 1÷5., Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2003; J. Walker, *Podstawy fizyki. Zbiór zadań*, PWN, Warszawa 2005.
- [2] I. W. Savieliev, *Wykłady z fizyki*, tom 1. i 2., Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa, 2003.
- [3] R. Poprawski, W. Salejda, *Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki*, Cz. I-IV, Oficyna Wydawnicza PWr; wersja elektroniczna 5. wydania cz. 1. dostępna po kliknięciu nazwy [Zasady opracowania wyników pomiarów](#) z witryny [Dolnośląskiej Biblioteki Cyfrowej](#); wersje elektroniczne pozostałych części podręcznika dostępne na stronie internetowej LPF pod adresem <http://www.if.pwr.wroc.pl/LPF>, gdzie znajdują się: regulamin LPF i regulamin BHP, spis ćwiczeń, opisy ćwiczeń, instrukcje robocze, przykładowe sprawozdania i pomoce dydaktyczne.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA W JEZYKU POLSKIM

- [1] J. Massalski, M. Massalska, *Fizyka dla inżynierów*, cz. 1. i 2., WNT, Warszawa 2008.
- [2] J. Orear, *Fizyka*, tom 1. 2., WNT, Warszawa 2008.
- [3] Z. Kleszczewski, *Fizyka klasyczna*, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2001.
- [4] K. Sierański, K. Jeziński, B. Kołodka, *Wzory i prawa z objaśnieniami*, cz. 1. i 2., Oficyna Wydawnicza SCRIPTA, Wrocław 2005; K. Sierański, J. Szatkowski, *Wzory i prawa z objaśnieniami*, cz. 3., Oficyna Wydawnicza SCRIPTA, Wrocław 2008.
- [5] Witryna dydaktyczna Instytutu Fizyki PWr; <http://www.if.pwr.wroc.pl/index.php?menu=studia> zawiera duży zbiór materiałów dydaktycznych

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA W JEZYKU ANGIELSKIM

- [1] H. D. Young, R. A. Freedman, *Sear's and Zemansky's university physics with modern physics*, Addison-Wesley Publishing Company, wyd. 10, 2000; wyd. 12. z roku 2007; podgląd do wydania 12. z roku 2008.
- [2] D. C. Giancoli, *Physics Principles with Applications*, 6<sup>th</sup> Ed., Addison-Wesley, 2005; *Physics: Principles with Applications with MasteringPhysics*, 6<sup>th</sup> Ed., Addison-Wesley 2009.
- [3] R. A. Serway, *Physics for Scientists and Engineers*, 8<sup>th</sup> Ed., Brooks/Cole, Belmont 2009; *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics*, 8<sup>th</sup> Ed., Brooks/Cole, Belmont 2009.
- [4] P. A. Tipler, G. Mosca, *Physics for Scientists and Engineers*, Extended Version, W. H. Freeman 2007.

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Dr hab. inż. Władysław A. Woźniak**      [wladyslaw.wozniak@pwr.wroc.pl](mailto:wladyslaw.wozniak@pwr.wroc.pl)

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU  
.....Fizyka 2.11.....  
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU ...Energetyka...

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01	K1ENG_W03 K1ENG_W16	C1.1	Wy1, Wy2	1,6,7
PEK_W02	K1ENG_W03 K1ENG_W16	C1.2	Wy3	1,6,7
PEK_W03	K1ENG_W03 K1ENG_W16	C1.3	Wy4, Wy6	1,6,7
PEK_W04	K1ENG_W03	C1.4	Wy5	1,6,7
PEK_W05	K1ENG_W03	C1.5	Wy6	1,6,7
PEK_W06	K1ENG_W03	C1.5	Wy6	1,6,7
PEK_W07	K1ENG_W03	C1.7	Wy7	1,6,7
PEK_W08	K1ENG_W03	C1.6	Wy8, Wy9	1,6,7
PEK_W09	K1ENG_W03	C1.7	Wy9	1,6,7
PEK_W10	K1ENG_W03	C1.5, C1.7	Wy9	1,6,7
PEK_W11	K1ENG_W03	C2.1	Wy10	1,6,7
PEK_W12	K1ENG_W03	C2.2	Wy11, Wy12	1,6,7
PEK_W13	K1ENG_W03 K1ENG_W04	C2.3	Wy14	1,6,7
PEK_W14	K1ENG_W03 K1ENG_W04	C2.4	Wy13	1,6,7
PEK_W15 PEK_W16 PEK_W17	K1ENG_W03 K1ENG_W05	C3 C4.1÷C4.4	La1÷La15	2-7
PEK_U01÷PEK_U17	K1ENG_W05 K1ENG_U01 K1ENG_U04 K1ENG_U10 K1ENG_U12 K1ENG_U13 K1ENG_U22 K1ENG_U23	C3, C4.1÷C4.4, C5	La1÷La15	1-7
PEK_K01÷ PEK_K08	K1ENG_K01÷ K1ENG_K08	C5	Wy1÷Wy15 La1÷La15	1-7

## **Spis ćwiczeń w Laboratorium Podstaw Fizyki Politechniki Wrocławskiej**

### **Mechanika**

1. Wyznaczenie momentu bezwładności ciał metodą wahadła fizycznego grawitacyjnego i sprawdzenie twierdzenia Steinera.
2. Sprawdzenie prawa Hooke'a; wyznaczenie modułu Younga.
3. Wyznaczenie modułu sztywności metodą dynamiczną.
4. Wyznaczanie przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła rewersyjnego.
5. Wyznaczanie współczynnika lepkości cieczy na podstawie prawa Stokesa.
6. Wyznaczanie wartości przyspieszenia ziemskiego.
7. Badanie wahadła fizycznego.

### **Termodynamika**

8. Skalowanie termopary i wyznaczenie temperatury krzepnięcia stopu.
9. Pomiar ciepła właściwego ciał stałych metodą Nernsta.
10. Pomiar przewodności cieplnej izolatorów.
11. Wyznaczanie współczynnika rozszerzalności cieplnej metodą elektryczną.
12. Pomiar napięcia powierzchniowego.

A – metodą odrywania,

B - ” kapilary,

C - ” stalagmometru,

D - ” pęcherzykową,

E - ” odrywania metodą Du Nouy'a.

13. Pomiar przewodności cieplnej i elektrycznej metali

### **Elektryczność i magnetyzm**

14. Pomiar zależności oporności metali i półprzewodników od temperatury.
15. Pomiar rezystancji (części A i B)
16. Pomiary oscyloskopowe.
17. Prawo Ohma dla prądu zmiennego.
18. Badanie zjawiska rezonansu elektrycznego.
19. Badanie efektu Halla.
20. Wyznaczanie składowej poziomej natężenia ziemskiego pola magnetycznego.
21. Badanie procesów ładowania i rozładowania kondensatora.
22. Sprawdzenie prawa indukcji Faraday'a.
23. Zależność przewodnictwa elektrycznego elektrolitów od temperatury; sprawdzenie reguły Waldena.
24. Wyznaczanie ładunku właściwego elektronu (metodą Thomsona i metodą podłużną).

### **Optyka**

25. Pomiary fotometryczne.
26. Wyznaczanie długości fali świetlnej za pomocą siatki dyfrakcyjnej.
27. Badanie zewnętrznego zjawiska fotoelektrycznego. (część A i B)
28. Wyznaczanie współczynnika załamania metodą refraktometru i za pomocą mikroskopu.
29. Wyznaczanie promienia krzywizny soczewki i długości fali świetlnej za pomocą pierścieni Newtona.
30. Pomiary naturalnej aktywności optycznej.
31. Pomiary wymuszonej aktywności optycznej.
32. Pomiar odległości ogniskowych soczewek cienkich.
33. Wyznaczanie współczynnika załamania szkła za pomocą spektrometru.
34. Analiza spektralna i pomiary spektrofotometryczne.

### **Fizyka współczesna**

35. Pomiar temperatury pirometrem.
36. Sprawdzenie prawa Stefana-Boltzmann.
37. Wyznaczanie stałej Stefana-Boltzmann.
38. Wyznaczanie stałej Plancka na podstawie charakterystyk diod elektroluminescencyjnych.
39. Wyznaczanie podstawowych parametrów ferromagnetyków.
40. Wyznaczanie stałej Plancka na podstawie prawa Plancka promieniowania ciała doskonale czarnego.