

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim *Fizyka 2.7*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim *Physics 2.7*

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): *INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA*

Specjalność (jeśli dotyczy): *Biomechanika inżynierska, Elektronika medyczna, Optyka biomedyczna, Informatyka medyczna*

Poziom i forma studiów: **I / II** stopień ~~/ jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna /

Rodzaj przedmiotu: *obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ogólnouczelniany \**

Kod przedmiotu FZP002116W i FZP002001L

Grupa kursów **TAK / NIE\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		45		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		90		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>3</b>		3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	2		2,5		

\*niepotrzebne skreślić

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

Kompetencje w zakresie wiedzy, umiejętności, kwalifikacji społecznych związanych z kursami:  
 Analizy matematyczne 1.1 A, Algebry z geometrią analityczną A, Fizyki 1.3A

## CELE PRZEDMIOTU

- C1. Nabycie podstawowej wiedzy, uwzględniającej jej aspekty aplikacyjne, z następujących działów elektrodynamiki klasycznej:
- C1.1. Magnetostatyka
  - C1.2. Indukcja elektromagnetyczna
  - C1.3. Równania Maxwella
  - C1.4. Fale elektromagnetyczne
- C2. Nabycie podstawowej wiedzy, uwzględniającej jej aspekty aplikacyjne, z następujących działów fizyki współczesnej:
- C2.1. Szczególna teoria względności
  - C2.2. Elementy fizyki kwantowej
  - C2.3. Podstawy fizyki ciała stałego
  - C2.4. Elementy fizyki jądra atomowego
  - C2.5. Cząstki elementarnych i astrofizyka
- C3. Poznanie podstawowych technik i metod pomiarowych wybranych wielkości fizycznych
- C4. Zdobywanie 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, szacowania niepewności pomiarowych, opracowania pisemnego raportu z przeprowadzonych pomiarów z wykorzystaniem oprogramowania użytkowego
- C5. Rozwijanie i utrwalanie kompetencji społecznych, w tym rozumienia potrzeby ciągłego kształcenia się, oraz umiejętności: (a) komunikowania się, krytycznej oceny podjętych i zakończonych działań własnych a także posiadanej wiedzy oraz umiejętności, (b) samodzielnego planowania doświadczeń i przeprowadzania pomiarów z użyciem oprogramowania użytkowego, (c) poprawnego, samodzielnego podejmowania decyzji oraz interpretowania uzyskanych rezultatów pomiarów, wyciągania wniosków w oparciu o posiadaną wiedzę, d) współdziałania i pracy w grupie.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

- W zakresie wiedzy** (K6IBM\_W01 (P6U\_W, P6S\_WG), K6IBM\_U09 (P6U\_U, P6S\_UW\_INŻ), K6IBM\_K01 (P6U\_K, P6S\_KK), K6IBM\_K03 (P6U\_K P6S\_KO), K6IBM\_K05 (P6U\_K, P6S\_KK))
- PEK\_W01 – ma ugruntowaną wiedzę z zakresu magnetostatyki i zjawiska indukcji elektromagnetycznej oraz zna przykłady zastosowań w fizyce i praktyce inżynierskiej praw magnetostatyki i prawa Faradaya.
- PEK\_W02 – ma ugruntowaną wiedzę dotyczącą równań Maxwella, właściwości fal elektromagnetycznych (metamateriałów) oraz zastosowań tej wiedzy w fizyce i praktyce inżynierskiej.
- PEK\_W03 – ma podstawową wiedzę z zakresu szczególnej (ogólnej) teorii względności i jej zastosowań w relatywistycznej kinematyce i dynamice, w szczególności w systemach globalnego pozycjonowania.
- PEK\_W04 – ma wiedzę związaną z podstawami fizyki kwantowej, fizyki atomu, fizyki ciała stałego oraz jej wybranymi zastosowaniami w działalności inżynierskiej.

PEK\_W05 – ma usystematyzowaną wiedzę o fizyce jądra atomowego oraz jej zastosowaniach, ma wiedzę o fizyce cząstek elementarnych i astrofizyce.

PEK\_W06 – zna: a) zasady BHP obowiązujące w [Laboratorium Podstaw Fizyki](#), b) metody wykonywania prostych i złożonych pomiarów wielkości fizycznych, c) metody opracowania wyników pomiarów, szacowania niepewności prostych i złożonych pomiarów oraz zasady wykonywania pisemnych sprawozdań wspomaganych użytkowym oprogramowaniem (edytory tekstów, programy graficzne).

**W ZAKRESIE UMIEJĘTNOŚCI** (K6IBM\_U09 (P6U\_U, P6S\_UW\_INŻ), K6IBM\_K01 (P6U\_K, P6S\_KK), K6IBM\_K03 (P6U\_K P6S\_KO), K6IBM\_K05 (P6U\_K, P6S\_KK))

PEK\_U01 – potrafi samodzielnie pisemnie lub w wypowiedzi ustnej poprawnie i zwięźle przedstawić zagadnienia będące treścią przedmiotowych efektów kształcenia PEK\_W01-PEK\_W05.

PEK\_U02 – potrafi zastosować wiedzę z zakresu magnetostatyki i fenomenu indukcji elektromagnetycznej do: a) jakościowego i ilościowego scharakteryzowania/wyjaśnienia wybranych zjawisk elektromagnetycznych, b) rozwiązywania standardowych zadań z zakresu zdefiniowanego przez PEK\_W01.

PEK\_U03 – potrafi: a) zwięźle i poprawnie wyjaśnić sens fizyczny układu równań Maxwella, scharakteryzować właściwości fizyczne fal elektromagnetycznych, metamateriałów oraz ich zastosowań, b) rozwiązywania standardowych zadań z zakresu i wykorzystaniem wiedzy PEK\_W02.

PEK\_U04 – potrafi: a) zastosować wiedzę dotyczącą szczególnej i ogólnej teorii względności do interpretacji wybranych efektów i zjawisk relatywistycznych, b) uzasadnić konieczność implementacji konsekwencji szczególnej teorii wzgl dności w systemach globalnego pozycjonowania (GPS), c) rozwiązywania standardowych zadań z zakresu wiedzy określonej PEK\_W03.

PEK\_U05 – ma umiejętności stosowania wiedzy o fizyce współczesnej (fizyka kwantowa, fizyka atomu, fizyka ciała stałego) do: a) jakościowej i ilościowej interpretacji wybranych zjawisk i efektów fizyki atomów i FCS, które zachodzą w mikroskopowych i nanoskopowych skalach odległości, b) wyjaśniania fizycznych zasad działania wybranych urządzeń półprzewodnikowych, c) rozwiązywania standardowych zadań z zakresu wiedzy PEK\_W04.

PEK\_U06 – potrafi: a) scharakteryzować i przedstawić zwięźle podstawowe zjawiska i prawa fizyki jądrowej, b) przedstawić standardowy model cząstek elementarnych, c) poprawnie scharakteryzować rodzaje materii we Wszechświecie oraz przedstawić i uzasadnić model rozszerzającego się Wszechświata, d) rozwiązywania standardowych zadań z zakresu i wykorzystaniem wiedzy PEK\_W05.

PEK\_U07 – potrafi: a) wykonać, używając do tego celu stosowne przyrządy i metody, proste złożone pomiary wielkości fizycznych, przestrzegając zasad bezpieczeństwa pracy, b) opracować wyniki pomiarów, przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych oraz zredagować sprawozdanie/raport z wykonanych pomiarów w LPF z wykorzystaniem wiedzy PEK\_W06 i stosownego oprogramowania użytkowego.

**W ZAKRESIE KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH (K6IBM\_K01 (P6U\_K, P6S\_KK), K6IBM\_K03 (P6U\_K P6S\_KO), K6IBM\_K05 (P6U\_K, P6S\_KK))**

PEK\_K01 – rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie i doskonalenia umiejętności poszerzania/pozyskiwania wiedzy oraz metod komunikowania się.

PEK\_K02 – potrafi samodzielnie planować doświadczenia i przeprowadzać pomiary z użyciem oprogramowania użytkowego oraz opracować zwięzły, poprawny pod względem merytorycznym, raport z wykonanych pomiarów.

PEK\_K03 – potrafi interpretować uzyskane rezultaty pomiarów, tj. wyciągać wnioski w oparciu o posiadaną wiedzę.

PEK\_K04 – potrafi współdziałać i pracować w grupie.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
	<b>Forma zajęć - wykład</b>	<b>Liczba godzin</b>
W. 1, 2	<p>Sprawy organizacyjne. Metody analizy pól wektorowych.</p> <p><b>Magnetostatyka</b>; linie pola magnetycznego, doświadczenie Oersteda, prawo Gaussa dla pola magnetycznego, siła Lorentza, definicja wektora indukcji pola magnetycznego, wektory indukcji i natężenia pola magnetycznego, działanie pola magnetycznego na przewodniki i obwody z prądem, ruch ładunków elektrycznych w polu magnetycznym i w skrzyżowanych polach magnetycznych i elektrostatycznych + wybrane zastosowania, efekt/zjawisko Halla + wybrane zastosowania, prawo Ampere'a i jego wybrane zastosowania, definicja ampera, magnetyczny moment dipolowy, działanie pola magnetycznego na magnetyczne momenty dipolowe, źródła pola magnetycznego – prawo Biot-Savarta, wybrane jego zastosowania, wewnętrzny moment magnetyczny elektronów (spin).</p>	4
W. 3, 4	<p><b>Indukcja elektromagnetyczna i równania Maxwella</b>: definicja strumienia magnetycznego, prawo Faradaya (jedno z praw Maxwella), reguła przekory Lenza i kierunek przepływu indukowanego prądu (algorytm wyznaczania kierunku) + wybrane zastosowania, niepotencjalność pola prądu indukowanego, prądnice prądu stałego i przemiennego, prądy wirowe, zastosowania, energia pola magnetycznego, zagadnienie redukcji strat energii na liniach przesyłowych, prąd przesunięcia i uogólnione prawo Ampere'a; prawa Gaussa, prawo Faradaya, zastosowania, prawo Ampere'a-Maxwella, interpretacja fizyczna równań i równań materiałowych.</p>	4
W. 5, 6	<p><b>Fale elektromagnetyczne</b>: widmo w zależności od częstotliwości lub długości fal, źródła poszczególnych części widma (fal o różnych długościach), równanie FEM i prędkość FEM, współczynnik załamania światła i jego związek z względnymi przenikalnościami elektrycznymi i magnetycznymi ośrodka, kierunek rozchodzenia się FEM oraz jego związek z wektorami pola elektrycznego, magnetycznego i wektorem Poyntinga, wybrane zastosowania FEM, jednostki miar wielkości elektromagnetycznych:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>natężenia oraz indukcji pola elektromagnetycznego,</li> <li>przenikalności elektrycznej magnetycznej próżni oraz ośrodka materiałowego,</li> <li>strumienia magnetycznego,</li> <li>pochothanej strumienia magnetycznego względem czasu,</li> <li>natężenia oraz indukcji pola elektrostatycznego,</li> <li>współczynnika samoindukcji oraz indukcji wzajemnej.</li> </ul> <p><b>Transport energii przez FEM</b>: gęstość energii FEM, jednostka miary gęstości energii FEM, definicja strumienia energii FEM i wektora Poyntinga, jednostka miary gęstości strumienia energii FEM i wektora Poyntinga, średnia wartość energii monochromatycznej i spolaryzowanej FEM, siła i ciśnienie wywierane przez FEM padającą prostopadle na powierzchnię (odbijającą całkowicie, absorbującą całkowicie).</p>	4
W. 7,8	<p><b>Szczególna teoria względności</b>: transformacja Galileusza oraz jej sens fizyczny, postulaty Einsteina, transformacje Lorentza (TL) oraz ich znaczenie fizyczne, pojęcie czasoprzestrzeni – 4-wymiarowej przestrzeni, wybrane konsekwencje TL: niejednoczesność zdarzeń w inercjalnych układach odniesienia, dylatacja czasu, potwierdzenia doświadczalne, pojęcie czasu własnego, skrócenie długości (jakiej?), paradoks bliźniąt, transformacje prędkości, relatywistyczny efekt Dopplera, elementy dynamiki relatywistycznej: relatywistyczny pęd, relatywistyczny ruch ciała pod działaniem stałej siły, relatywistyczna energia: kinetyczna, całkowita, spoczynkowa, relatywistyczne tw. Pitagorasa, podstawy fizyczne działania globalnych</p>	3

	systemów pozycjonowania (GPS) w tym dwa rodzaje dylatacji czasu: kinematyczny i grawitacyjny, soczewkowanie grawitacyjne, zasada równoważności Einsteina.	
W. 8-12	<p>Wybrane zagadnienia fizyki kwantowej: model ciała doskonale czarnego, spektralna zdolność emisyjna i absorpcyjna ciała, prawo Kirchhoffa, prawa promieniowania ciała doskonale czarnego, kwanty energii FEM, założenia Plancka dotyczące natury oddziaływania światła z materią, promieniowanie cieplne człowieka, termowizja, zjawisko fotoelektryczne: podstawowe wyniki doświadczalne, pojęcie fotonu, równanie Einsteina, praca wyjścia, potencjał hamowania, zależność maksymalnej energii kinetycznej fotoelektronów od napięcia przyłożonego do fotokomórki, wyznaczanie stałej Plancka w doświadczeniu Millikana, wybrane zastosowania zjawiska fotoelektrycznego,</p> <p>efekt Comptona: układ pomiarowy i przebieg pomiarów oraz wyniki doświadczenia, wzór Comptona i jego fizyczna interpretacja, zastosowania efektu Comptona;</p> <p>dualizm korpuskularno-falowy fal elektromagnetycznych, hipoteza de Broglie'a oraz jej znaczenie/interpretacja (sens) fizyczna,</p> <p>dualizm korpuskularno-falowy fal materii, stanowisko pomiarowe i wyniki doświadczenia Davissona i Germera + interpretacja ilościową tego doświadczenia, dyfrakcja cząstek elementarnych (np. elektronów), stanowisko i wyniki eksperymentów z bipryzmatem elektronowym dra Akiro Tonamury, wybrane zastosowania falowej natury cząstek (materii), zjawisko reakcji par cząstka-antycząstka + analiza ilościowa w tym warunki zajścia reakcji, zjawisko anihilacji par cząstka-antycząstka, budowa i zasada generowania promieni X przez lampę rentgenowską, właściwości fizyczne promieniowania X, ciągłe i charakterystyczne promieniowanie X, zastosowania promieniowania X (dyfrakcja na kryształach, warunek/prawo Bragga), rodzaje źródeł światła + właściwości spektralne źródeł światła, charakter światła emitowanego przez gazowy wodór + serie widmowe wodoru, model Bohra atomu wodoru w szczególności założenia i konsekwencje, energia elektronów na orbitach kołowych w modelu Bohra, energia jonizacji wodoru, wartości promieni orbit elektronów, emisja i absorpcja fotonów przez elektrony w atomie wodoru, układ pomiarowy i wyniki doświadczenia Franka i Hertza, interpretacja fizyczna wyników tego doświadczenia (czego dowodzi to doświadczenie?), fizyka działania lasera i warunki konieczne zainicjowania akcji laserowej, wybrane właściwości światła laserowego; zasada nieokreśloności dla pędu i położenia oraz sens fizyczny tej zasady, zasada nieokreśloności dla energii i czasu oraz sens fizyczny tej zasady; I postulat dotyczący funkcji falowej (FF) + właściwości matematyczne FF, w tym znaczenie fizyczne normowania FF, interpretacja Borna FF, definicja gęstości prawdopodobieństwa, II postulat związany z reprezentacją wielkości fizycznych (obserwacji) za pomocą operatorów, definicja pojęcia obserwabli i znaczenie fizyczne operatora jej przypisanego, definicje operatorów: pędu, położenia, energii kinetycznej, energii potencjalnej, energii całkowitej, zagadnienie własne operatora; znaczenie właściwości widma wartości własnych operatora oraz funkcji własnych operatora; kiedy pomiar danej wartości własnej obserwabli (np. energii własnej elektronu) jest zdarzeniem pewnym, a kiedy prawdopodobnym (tj. z prawdopodobieństwem mniejszym od 1.)? zasada superpozycji stanów własnych operatora, jaki ma ona związek z paradoksem kota Schroedingera i doświadczeniem Younga z elektronami? III postulat dotyczący ewolucji w czasie funkcji falowej (stanu układu kwantowego) w tym czasowe i bezczasowe równanie Schroedingera (RS), wyprowadzenie bezczasowego/stacjonarnego RS, IV postulat dotyczący pomiarów skwantowanych wielkości fizycznych, tj. interpretacji wyników pomiarów wielkości fizycznych (np. pędu lub energii elektronu w atomie wodoru) związanych z danym stanem kwantowym układu (np. stanem kwantowym (FF) elektronu w atomie wodoru), wartości własne operatora (np. położenia lub energii elektronu) a wyniki pomiarów (np. położenia lub energii elektronu), pomiar energii (obserwabli) w jej stanie własnym, pomiar energii (obserwabli) w stanie, który nie jest stanem własnym operatora energii, postulat 1A o superpozycji stanów kwantowych, paradoks kota Schroedingera + jego interpretacja, wybrane rozwiązania bezczasowego/stacjonarnego RS, postulat o spinie cząstek elementarnych, spinowy moment magnetyczny elektronu, potwierdzenie doświadczalne kwantowania spinowego momentu elektronu, doświadczenie Sterna-Gerlacha, orbitalny moment pędu elektronu, orbitalny moment magnetyczny elektronu, przestrzenne kwantowanie orbitalnego momentu magnetycznego elektronu, ferromagnetyzm ciał stałych, fizyczna natura ferromagnetyzmu; postulat o symetrii permutacyjnej funkcji falowej układu cząstek kwantowych, zakaz Pauliego, liczby kwantowe stanów kwantowych elektronów w atomach, reguła Hunda, zjawisko tunelowania, wybrane zastosowania tego zjawiska, zasada pomiaru pola magnetycznego za pomocą SQUIDs (<i>Superconducting QUantum Interference Device, naprzewodzący interferometr kwantowy – urządzenie do pomiaru pola magnetycznego wykorzystujące zjawisko kwantowej interferencji w złączach nadprzewodnikowych</i>), stosowanych w magnetoencefalografii i magnetokardiografii.</p>	9
W. 13	<p>Wybrane zagadnienia fizyki ciała stałego: typy wiązań chemicznych – silne i słabe, zwięzła charakterystyka jakościowa tych wiązań oraz wpływu typu wiązań na właściwości fizyczne kryształów; model pasmowy ciał stałych – energia kohezji, przewodniki, izolatory, półprzewodniki: samoistne, domieszkowane oraz ich struktura pasmowa, związek struktury pasmowej z właściwościami elektrycznymi ciał stałych, zależność przewodności właściwej od temperatury w metalach i półprzewodnikach; wybrane zastosowania półprzewodników.</p>	2
	Wybrane zagadnienia fizyki jądra atomowego: podstawowe charakterystyki	

W.14	jądra atomu (rozmiar liniowy, liczby: atomowa, masowa, atomowa jednostka masy, izotopy), energia wiązania nukleonów, zależność energii wiązania nukleonów od liczby masowej oraz związek tej zależności z fizyką reaktorów atomowych zainstalowanych w elektrowniach jądrowych oraz z fuzją lekkich jąder, mechanizmy wytwarzania energii w gwiazdach w tym w Słońcu, prawo rozpadu promieniotwórczego, rodzaje rozpadów jąder, reakcje jądrowe i zasady fizyczne wytwarzania energii elektrycznej w elektrowniach jądrowych, pozytywne strony oraz zagrożenia związane z funkcjonowaniem elektrowni jądrowych, fuzja lekkich jąder, ITER, projekty konstrukcji reaktora termojądrowego, zasady datowania izotopowego, elementy jądrowej fizyki medycznej i fizyczne podstawy działania wybranych procedur diagnostycznych: pneumoencefalografia, angiografia, optyczna tomografia koherencyjna (OCT), teleradioterapia hadronowa i kobaltowa, tomografia komputerowa (CT), tomografia za pomocą rezonansu magnetycznego (MRI), diagnostyka izotopowa (scyntygrafia, SPECT), pozytonowa tomografia emisyjna, brachyterapia.	2
W.15	Wybrane zagadnienia fizyki cząstek elementarnych i astrofizyki: cząstki: struktury, pośredniczące (w oddziaływaniach), oddziaływania podstawowe; zasada kosmologiczna, promieniowanie reliktowe, hipoteza gorącego początku Wszechświata (Wielki Wybuch), prawo Hubble'a i wiek Wszechświata, jak powstały jądra pierwiastków ciężkich, skład materii we Wszechświecie; przyszłość Wszechświata	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć – laboratorium 45h		Liczba godzin
Lab.1	Wprowadzenie do LPF – sprawy organizacji zajęć. Zapoznanie studentów: a) z zasadami bezpiecznego wykonywania pomiarów (krótkie szkolenie z zakresu BHP) i regulaminem LPF, b) z zasadami pisemnego opracowania sprawozdania/raportu, c) z podstawami analizy niepewności pomiarowych, d) konieczności posiadania na każdym zajęciach portfolio, w którym student gromadzi dokumenty potwierdzające jego osobistą aktywność, osiągnięcia, kartkówki z ocenami, opracowane raporty/sprawozdania lub eseje, notatki z zajęć laboratoryjnych, wykładów lub konsultacji itp. Studenci nabywają praktyczne umiejętności wykonywania prostych pomiarów wielkości fizycznych.	3
Lab.2	Studenci wykonują pomiary na układzie elektrycznym za pomocą mierników analogowych i cyfrowych, opracowują statystycznie otrzymane wyniki pomiarów prostych i złożonych, szacują wartości niepewności otrzymanych doświadczalnie wyników pomiarów, przedstawiają na wykresach rezultaty własnych pomiarów i opracowują, po raz pierwszy, indywidualnie pisemne sprawozdanie/raport.	3
Lab.3	Dwuosobowe zespoły studenckie wykonują pomiary wybranych wielkości mechanicznych i opracowują pisemne sprawozdanie zawierające: a) krótki opis stanowiska pomiarowego i głównych celów pomiarów, b) rezultaty pomiarów, dokładności użytych mierników, wyniki obliczanych/wyznaczanych, na podstawie rezultatów pomiarów, wartości wielkości fizycznych itp. (wyniki pomiarów, dane i wartości wyznaczonych wielkości fizycznych są zamieszczane w tabelach), c) wyznaczone oszacowania niepewności pomiarowych zmierzonych wielkości fizycznych, d) graficzne reprezentacje (jeśli są wymagane)	3

	wyników pomiarów z naniesionymi na wykresach wartościami niepewności pomiarowych, e) wnioski i konkluzje końcowe.	
Lab.4	Dwuosobowe zespoły studenckie wykonują pomiary wybranych wielkości mechanicznych i opracowują pisemne sprawozdania zawierające elementy wymienione w opisie 3. lab. Ostatnia uwaga ma zastosowanie do wszystkich poniżej wymienionych zajęć laboratoryjnych związanych z pomiarami.	3
Lab.5	Dwuosobowe zespoły studenckie wykonują pomiary wybranych wielkości wybranych wielkości termodynamicznych i opracowują pisemne sprawozdania	3
Lab.6	Dwuosobowe zespoły studenckie wykonują pomiary wybranych wielkości wybranych wielkości termodynamicznych i opracowują pisemne sprawozdania	3
Lab.7	Przegląd sprawozdań studenckich z wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych na lab.2-5 przez nauczyciela akademickiego prowadzącego zajęcia, który ogólnie ocenia umiejętności studentów dotyczące opracowanych sprawozdań, przedstawia i dyskutuje dostrzeżone w sprawozdaniach nieprawidłowości i błędy oraz udziela rad grupom studenckim lub indywidualnym studentom.	3
Lab.8	Dwuosobowe zespoły studenckie wykonują pomiary wybranych wielkości elektromagnetycznych i opracowują pisemne sprawozdania	3
Lab.9	Dwuosobowe zespoły studenckie wykonują pomiary wybranych wielkości elektromagnetycznych i opracowują pisemne sprawozdania	3
Lab.10	Dwuosobowe zespoły studenckie wykonują pomiary wybranych wielkości optycznych i opracowują pisemne sprawozdania.	3
Lab.11	Dwuosobowe zespoły studenckie wykonują pomiary wybranych wielkości optycznych i opracowują pisemne sprawozdania.	3
Lab.12	Dwuosobowe zespoły studenckie wykonują pomiary wybranych wielkości kwantowych opracowują pisemne sprawozdania.	3
Lab.13	Dwuosobowe zespoły studenckie wykonują pomiary wybranych wielkości kwantowych opracowują pisemne sprawozdania.	3
Lab.14	Zajęcia uzupełniające	3
Lab.15	Zajęcia uzupełniające i zaliczenia	3
	<b>Suma godzin</b>	<b>45</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wykład tradycyjny wspomagany demonstracjami/pokazami praw i zjawisk fizycznych.</li> <li>2. Praca własna studenta – studia indywidualne i przygotowanie do zajęć w laboratorium podstaw fizyki (LPF)</li> <li>3. Ćwiczenia laboratoryjne (ĆL) – dwuosobowe grupy studenckie wykonują pomiary prostych i złożonych wielkości fizycznych.</li> </ol>

4. ĆL – krótkie sprawdziany pisemne, tzw. wejściówki
6. Konsultacje i e-mailing.
7. Portfolio – praca własna studenta – student zbiera w portfolio dokumenty potwierdzające jego osobistą aktywność: raporty/sprawozdania wraz z otrzymanymi ocenami, notatki z wykładów, zajęć laboratoryjnych, konsultacji oraz inne dokumenty.
8. Praca własna studenta – samodzielne studia i przygotowanie się do egzaminu końcowego

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W061-PEK_W06, PEK_U07, K6IBM_U09 (P6U_U, P6S_UW_INŻ), K6IBM_K01 (P6U_K, P6S_KK), K6IBM_K03 (P6U_K P6S_KO), K6IBM_K05 (P6U_K, P6S_KK)	oceny: a) kartkówek, b) odpowiedzi ustnych na pytania zadane przez nauczyciela akademickiego, c) sposobu wykonania pomiarów, d) sprawozdań, e) zawartości i jakości dokumentów zgromadzonych w portfolio
F2	PEK_W061-PEK_W06, K6IBM_W01 (P6U_W, P6S_WG), K6IBM_K01 (P6U_K, P6S_KK), K6IBM_K03 (P6U_K P6S_KO), K6IBM_K05 (P6U_K, P6S_KK); aktywność na wykładach	Egzamin pisemny
$P = 0,9 \cdot F2 + 0,1 \cdot F1$		

#### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

##### LITERATURA PODSTAWOWA

[1] *Fizyka dla szkół wyższych*, bezpłatny, dostępny on line podręcznik:

tom I na stronie <https://openstax.org/details/books/fizyka-dla-szkół-wyższych-tom-1>

tom II <https://openstax.org/details/books/fizyka-dla-szkół-wyższych-tom-2>

tom III <https://openstax.org/details/books/fizyka-dla-szkół-wyższych-tom-3>

[2] [Paul A. Tipler, Ralph A. Llewellyn, \*Fizyka współczesna\*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2012](#); the translation of P. A. Tipler, R. A. Llewellyn, *Modern Physics*, 5<sup>th</sup> edition published by W.H. Freeman and Company 2008

[3] [David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker, \*Podstawy fizyki, tomy 1-5.\*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2003 i 2015](#); [J. Walker, \*Podstawy fizyki. Zbiór zadań\*, PWN, Warszawa 2005 i 2011](#)

[4] W. Salejda – prezentacje wykładowe przekazywane studentom w postaci zahasłowanych i spakowane plików dostępnych uczestnikom kursu na stronie wykładowcy <http://www.if.pwr.wroc.pl/~wsalejda>; treści egzaminów pisemnych, które zostały zorganizowane w przeszłości są dostępne na web stronie wykładowcy <http://www.if.pwr.wroc.pl/~wsalejda/testy/>.



[5] Poprawski R., Salejda W., *Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki*, Cz. I-IV, Oficyna Wydawnicza PWr; wersja elektroniczna 5. wydania; cz. I. dostępna wraz z pozostałymi częściami na witrynie Dolnośląskiej Biblioteki Cyfrowej oraz na stronie internetowej LPF pod adresem <http://www.if.pwr.wroc.pl/LPF>, gdzie znajdują się: regulaminy: LPF i BHP, spis ćwiczeń, opisy ćwiczeń, instrukcje robocze, przykładowe sprawozdania i pomoce dydaktyczne.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA W JĘZYKU POLSKIM:**

- [1] Massalski J., Massalska M., *Fizyka dla inżynierów*, cz. 1. i 2., WNT, Warszawa 2008-2018.  
[2] Orear J., *Fizyka*, tom 1. 2., WNT, Warszawa 2008-2015.  
[3] I.W. Sawieliew, *Wykłady z fizyki*, tom 1. i 2., Wydawnictwa Naukowe PWN, W-wa, 2003, 2017;  
[4]. [Z. Kąkol, Fizyka, AGH](#), Kraków; podręcznik dostępny w Internecie.

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Włodzimierz Salejda, [wlodzimierz.salejda@pwr.edu.pl](mailto:wlodzimierz.salejda@pwr.edu.pl)

Karol Tarnowski, [karol.tarnowski@pwr.edu.pl](mailto:karol.tarnowski@pwr.edu.pl)

Władysław Woźniak, [wladyslaw.wozniak@pwr.edu.pl](mailto:wladyslaw.wozniak@pwr.edu.pl)