

WYDZIAŁ MECHANICZNY

**KARTA PRZEDMIOTU**

**Nazwa w języku polskim:** Fizyka  
**Nazwa w języku angielskim:** Physics  
**Kierunki studiów:** Zarządzanie i Inżynieria Produkcji  
**Stopień studiów i forma:** I stopień, stacjonarna  
**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy/ogólnouczelniany  
**Kod przedmiotu:** FZP1067  
**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15	15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	120	30	30		
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie na ocenę	Zaliczenie na ocenę		
Liczba punktów ECTS	4	1	1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0	1	1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	2	1	1		

\*niepotrzebne skreślić

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

Kompetencje w zakresie podstaw analizy matematycznej, algebry i przedmiotów *Matematyka* i *Fizyka z astronomią* dla szkoły ponadgimnazjalnej

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1. Nabycie podstawowej wiedzy z wybranych działów fizyki klasycznej i fizyki współczesnej.
- C1.1. Zasady dynamiki oraz zasady zachowania: pędu, energii, momentu pędu.
  - C1.2. Ruchu drgającego i falowego.
  - C1.3. Podstaw termodynamiki fenomenologicznej.
  - C1.4. Elektrostatyki, magnetostatyki, indukcji elektromagnetycznej.
  - C1.5. Szczególnej teorii względności.
  - C1.6. Fizyki kwantowej, fizyki atomu i fizyki jądra atomowego.
- C2. Zdobycie umiejętności jakościowego rozumienia wybranych zasad i praw fizyki klasycznej i fizyki współczesnej oraz ilościowej analizy wybranych zjawisk z tego zakresu wiedzy.
- C3. Poznanie podstawowych technik i metod pomiarowych wybranych wielkości fizycznych oraz zdobycie umiejętności:
- C3.1. Wykonywania podstawowych pomiarów wielkości fizycznych.
  - C3.2. Opracowania wyników pomiarów z oszacowaniem niepewności pomiarowych.
  - C3.3. Opracowania pisemnego raportu z przeprowadzonych pomiarów z wykorzystaniem oprogramowania użytkowego.
- C4. Rozwijanie kompetencji społecznych obejmujących inteligencję emocjonalną polegającą na umiejętności współpracy w grupie studenckiej i mającej na celu efektywne rozwiązywanie problemów i realizację zadań. Utrwalanie poczucia odpowiedzialności, uczciwości i rzetelności w postępowaniu w środowisku akademickim i społeczeństwie.

## 1. PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Zagadnienia z zakresu wiedzy/umiejętności zredagowane kursywą (italiką) są wiedzą/umiejętnościami zdobytymi/nabytymi w szkole ponadgimnazjalnej i jako takie nie muszą być omawiane na wykładach, ale obowiązują podczas egzaminów, ćwiczeń rachunkowych i zajęć laboratoryjnych.

### II. Z zakresu wiedzy.

PEK\_W01 – zna: a) *podstawy rachunku wektorowego w prostokątnym układzie współrzędnych*, b) *podstawy analizy wymiarowej, pojęcie wielkości fizycznej i zasady szybkiego szacowania wartości wielkości fizycznych*; zna i rozumie znaczenie wybranych odkryć i osiągnięć fizyki klasycznej oraz fizyki współczesnej dla nauk technicznych i postępu cywilizacyjnego.

PEK\_W02 – posiada wiedzę z zakresu podstaw dynamiki ruchu postępowego; ma szczegółową wiedzę dotyczącą: a) *znaczenia masy i siły*, b) *warunków stosowalności zasad dynamiki Newtona i poprawnego zapisu równania ruchu*, c) *sformułowania drugiej zasady dynamiki z wykorzystaniem pojęcia pędu*, d) *zasady zachowania pędu*.

PEK\_W03 – ma wiedzę o polach sił zachowawczych; potrafi określić następujące wielkości fizyczne: *praca i moc siły mechanicznej, energia kinetyczna i potencjalna*; zna: a) *twierdzenie o pracy i energii kinetycznej*, b) *związek siły zachowawczej z energią potencjalną*, d) *potrafi sformułować zasadę zachowania energii mechanicznej dla siły zachowawczej*.

PEK\_W04 – potrafi poprawnie zdefiniować: *moment siły, momenty pędu: cząstki, układu punktów materialnych i bryły sztywnej, momenty bezwładności: układu punktów materialnych i bryły sztywnej*; zna postacie drugiej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego bryły sztywnej wokół ustalonej osi obrotu z wykorzystaniem pojęć *momentu bezwładności i momentu pędu*; potrafi sformułować i wyprowadzić zasadę zachowania momentu pędu: *cząstki, układu punktów materialnych, bryły sztywnej względem ustalonej osi obrotu*.

PEK\_W05 – posiada wiedzę dotyczącą podstaw dynamiki ruchu drgającego; ma szczegółową wiedzę dotyczącą: a) *ruchu harmonicznego wahadeł: matematycznego, fizycznego, torsyjnego, cząstki poddanej działaniu siły zachowawczej i wykonującej małe drgania wokół punktu położenia równowagi*, b) *ruchu drgającego tłumionego*, c) *drgań wymuszonych i zjawiska rezonansu mechanicznego*.

PEK\_W06 – posiada wiedzę o ruchu falowym; ma szczegółową wiedzę dotyczącą: a) *generowania i podstawowych właściwości fal mechanicznych (w tym akustycznych) oraz ich źródeł*, b) *równania płaskiej fali monochromatycznej i podstawowych wielkości fizycznych ruchu falowego*, c) *prędkości związanych z ruchem falowym*, d) *zależności prędkości fal (w tym akustycznych) od właściwości sprężystych ośrodka*, e) *transportu energii mechanicznej przez fale*, f) *zależności natężenia fali od odległości od źródła*, g) *efektu Dopplera*, h) *interferencji fal akustycznych i dudnień*.

PEK\_W07 – posiada wiedzę dotyczącą zasad termodynamiki fenomenologicznej; zna podstawowe pojęcia (układ makroskopowy, stan równowagi, parametry termodynamiczne, funkcje stanu, procesy termodynamiczne, *gaz idealny, równanie stanu gazu idealnego i rzeczywistego*); ma szczegółową wiedzę dotyczącą: a) *termodynamicznej skali temperatur*, b) *przemian gazu idealnego*, c) *energii wewnętrznej i entropii układu*, d) *wartości elementarnej pracy/wymienionego z otoczeniem ciepła w przemianach gazu idealnego*, e) *metod wyznaczania wartości zmian entropii gazu idealnego*, f) *termodynamiki maszyn/silników cieplnych oraz ich sprawności w cyklach prostych i odwrotnych*, g) *entropii Boltzmanna-Plancka (statystyczna interpretacja entropii)*, h) *funkcji rozkładu: Boltzmanna (wzór barometryczny) i Maxwella*, i) *średniej prędkości kwadratowej cząsteczek gazu idealnego, mikroskopowej interpretacji temperatury i ciśnienia gazu idealnego; zasady ekwipartycji energii cieplnej*.

PEK\_W08 – zna podstawowe narzędzia matematyczne stosowane w analizie pól wektorowych; w szczególności pojęcia gradientu, dywergencji i rotacji; rozumie treść twierdzeń: *Ostrogradskiego-Gaussa i Stokesa*.

PEK\_W09 – posiada podstawową wiedzę dotyczącą właściwości pola grawitacyjnego i elektromagnetycznego, zna: *źródła ww. pól* oraz prawa Gaussa dla pól: grawitacyjnego, elektrostatycznego i magnetostaticznego; *potrafi określić podstawowe wielkości fizyczne (wektorowe i skalarne) ww. pól*; zna *zasadę zachowania energii mechanicznej w polu grawitacyjnym i elektrostatycznym*; posiada wiedzę z zakresu magnetostatyki, w szczególności: a) *działania pola na ładunki elektrycznych i przewodniki z prądem (siła Lorentza)*, b) prawa Biota-Savarta i Ampere’a oraz ich zastosowań do wyznaczenia natężenia i indukcji pól magnetycznych wybranych źródeł (prostoliniowy i kołowy przewodnik, cewka), c) *definicji jednostki natężenia prądu elektrycznego*; potrafi ilościowo scharakteryzować energię potencjalną dipola elektrycznego/magnetycznego i momenty sił działających na dipole umieszczony w zewnętrznym polu; zna i rozumie zjawiska ekranowania pola elektrycznego przez przewodniki, ma wiedzę o energii oraz gęstości energii pola elektromagnetycznego. Ponadto posiada wiedzę nt.: *zjawiska indukcji elektromagnetycznej oraz jej zastosowań* (zna i rozumie prawo Faradaya i regułę Lenza). Ma wiedzę dotyczącą równań Maxwella (sensu fizycznego postaci całkowitej tych równań) i równań materiałowych.

PEK\_W10 – posiada podstawową wiedzę dotyczącą właściwości fal elektromagnetycznych (w tym światła) oraz ich zastosowań. W szczególności rozumie pojęcie elektromagnetycznej fali płaskiej monochromatycznej i zna: a) *widmo fal*, b) zależność współczynnika załamania od względnej przenikalności elektrycznej i magnetycznej ośrodka; ma wiedzę nt. transportu energii i pędu przez fale, wektora Poyntinga, oddziaływania fal padających na powierzchnię. Posiada podstawową wiedzę dotyczącą: a) zjawisk dyspersji, *całkowitego wewnętrznego odbicia wraz z jego znaczeniem aplikacyjnym*, polaryzacji, metod polaryzacji światła, prawa Malusa, b) interferencji światła w układach z cienkimi warstwami, c) dyfrakcji światła, d) zdolności rozdzielczej układów optycznych (kryterium Rayleigha), e) aberracji układów optycznych i narządu wzroku, metod ich korygowania.

PEK\_W11 – posiada podstawową wiedzę z zakresu szczególnej teorii względności i jej zastosowań. W szczególności zna i rozumie postulaty Einsteina, transformacje Lorentza oraz wynikające z niej konsekwencje. Ma wiedzę w zakresie elementów dynamiki relatywistycznej, w szczególności zna relatywistyczne pojęcia: pędu, energii kinetycznej, energii całkowitej cząstki/ciała; zna relatywistyczne równanie ruchu oraz relatywistyczny związek pędu i energii; ma wiedzę dotyczącą równoważności masy i energii oraz konieczności stosowania szczególnej teorii względności w systemach globalnego pozycjonowania.

PEK\_W12 – posiada wiedzę związaną z podstawami fizyki kwantowej, fizyki atomu, fizyki ciała stałego oraz jej wybranymi zastosowaniami. Ma szczegółową wiedzę dotyczącą: a) praw promieniowania cieplnego oraz jego zastosowań, b) modelu Bohra atomu wodoru (kwantowanie: energii, momentu pędu) i kwantowych poziomów energetycznych (doświadczenie Francka–Hertza) elektronów w atomach, c) zjawiska *fotolektrycznego* i Comptona, d) oddziaływania światła z materią i fizycznych zasad działania laserów, e) *dualizmu korpuskularno-falowego światła* i cząsteczek elementarnych (hipoteza *de Broglie’a*, *fale materii*), f) *zasad nieoznaczoności Heisenberga*, g) funkcji falowej i jej interpretacji, h) równania Schrödingera (czasowego i bezczasowego), i) równania Schrödingera dla cząstki w nieskończonej studni potencjalnej, j) zjawiska kwantowego tunelowania i jego zastosowań, k) spinu i spinowego moment magnetycznego elektronów, doświadczalnego potwierdzenia istnienia i prze-strzennego kwantowania spinu w eksperymentach typu Sterna-Gerlacha, m) zakazu Pauliego, liczb kwantowych funkcji falowych elektronów w atomach, konfiguracji elektronowych pierwiastków układu okresowego, n) wybranych właściwości ciał stałych.

PEK\_W13 – ma wiedzę z podstaw fizyki jądra atomowego oraz jej zastosowań; w szczególności zna *wielkości charakteryzujące jądra i siły jądrowe*, ma wiedzę dotyczącą: a) energii wiązania nukleonów i jej znaczenia dla energetyki jądrowej, syntezy lekkich jąder, b) *prawa rozpadu promieniotwórczego*, c) metod datowania radioizotopowego, d) fizycznych podstaw metody obrazowania za pomocą jądrowego rezonansu magnetycznego.

PEK\_W14 – posiada wiedzę z podstaw fizyki cząstek elementarnych i astrofizyki; w szczególności zna: a) *rodzaje oddziaływań fundamentalnych*, b) standardowy model cząstek elementarnych (leptony, kwarki, cząstki pośredniczące, hadrony, bozon Higgosa); c) budowy i rodzajów materii we Wszechświecie oraz standardowego modelu rozszerzającego się Wszechświata (Wielki Wybuch, prawo Hubble’a, promieniowanie reliktowe, ciemna materia i energia, przyszłość Wszechświata).

### III. Z zakresu umiejętności.

Potrąfi: 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) *efektywnie posługiwać się rachunkiem wektorowym stosowanym w fizyce*, b) wskazać oraz wymienić odkrycia i osiągnięcia fizyki, które przyczyniły się do postępu cywilizacyjnego, c) stosować podstawowe zasady analizy wymiarowej oraz szybkiego szacowania wartości wielkości fizycznych.

PEK\_U02 – potrafi: a) wyprowadzić zasadę zachowania pędu, b) poprawnie zapisywać – z uwzględnieniem diagramu przyłożonych sił – wektorową i skalarną postać równania ruchu w inercjalnym, prostokątnym układzie współrzędnych, c) rozwiązywać równania ruchu ciała z uwzględnieniem warunków początkowych i wyznaczać zależności od czasu podstawowych wielkości kinematycznych, e) rozwiązywać zadania dotyczące dynamiki zderzeń z wykorzystaniem zasady zachowania pędu.

PEK\_U03 – potrafi: a) weryfikować zachowawczy charakter danej siły, b) wyprowadzić zasadę zachowania energii mechanicznej, c) *stosować zasadę zachowania energii mechanicznej do rozwiązywania zadań*, d) wyznaczać wartości: pracy mechanicznej, mocy *stałej i zmiennej siły, energii kinetycznej i potencjalnej*, zmiany energii kinetycznej ciała z wykorzystaniem twierdzenia o pracy i energii kinetycznej, e) wyznaczać wektor siły, gdy znana jest postać analityczna energii potencjalnej.

PEK\_U04 – potrafi wyprowadzić zasadę zachowania momentu pędu bryły sztywnej oraz poprawnie zapisać i rozwiązać równanie ruchu obrotowego wokół ustalonej osi obrotu oraz postępowo-obrotowego bryły sztywnej. Potrafi wyznaczać wartości: a) *momentu siły, b) momentu pędu cząstki i bryły sztywnej*, c) *energii kinetycznej ruchu obrotowego, pracy i mocy w ruchu obrotowym*, e) zmiany energii kinetycznej ruchu obrotowego ciała z wykorzystaniem twierdzenia o pracy i energii kinetycznej; ponadto potrafi stosować zasadę zachowania momentu pędu do opisu i rozwiązywania wybranych zadań dotyczących dynamiki bryły sztywnej.

PEK\_U05 – potrafi poprawnie zapisywać i analizować równania ruchu drgającego: a) wahadeł: *matematycznego, fizycznego, torsyjnego* oraz cząstki poddanej działaniu siły potencjalnej i wykonującej małe drgania wokół punktu równowagi, b) tłumionego, c) wymuszonego zewnętrzną siłą sinusoidalną. Potrafi wyznaczać: okresy drgań, zależności od czasu wielkości kinematycznych i dynamicznych ruchu drgającego, charakteryzować ilościowo zjawisko rezonansu mechanicznego.

PEK\_U06 – potrafi: a) *zapisać równanie płaskiej fali monochromatycznej, gdy znane są jej podstawowe parametry*, b) wyznaczać wartości podstawowych wielkości fizycznych ruchu falowego (długość i częstotliwość, wektor falowy, częstość kołowa, prędkości: fazowa, cząsteczek ośrodka, grupowa), c) scharakteryzować ilościowo: transport energii przez fale mechaniczne, zjawiska: Dopplera, interferencji i dudnień.

PEK\_U07 – potrafi zastosować zasady termodynamiki do ilościowego i jakościowego opisu przemian gazu doskonałego oraz wyznaczać wartości: a) ciepła wymienionego z otoczeniem, pracy wykonanej przez gaz idealny, zmian energii wewnętrznej i entropii w tych przemianach, b) *sprawności maszyn/silników cieplnych pracujących w cyklu prostym lub odwrotnym. Umie reprezentować graficznie przemiany gazu idealnego*, potrafi uzasadnić/wyprowadzić wzór Mayera oraz wyprowadzić równanie adiabaty. Ponadto potrafi: a) obliczać zależność ciśnienia od wysokości wykorzystując funkcję rozkładu Boltzmanna, b) wyznaczać wartość średniej prędkości kwadratowej cząsteczek gazu idealnego, c) wyprowadzić równanie gazu idealnego, d) wyprowadzić i stosować zasadę ekwipartycji energii cieplnej, e) uzasadnić mikroskopową naturę temperatury i ciśnienia gazu idealnego.

PEK\_U08 – potrafi poprawnie i efektywnie posługiwać się narzędziami matematycznymi analizy pól wektorowych do rozwiązywania prostych zagadnień z zakresu elektromagnetyzmu.

PEK\_U09 – potrafi: a) *wskazać źródła pola grawitacyjnego oraz elektromagnetycznego*, b) wyprowadzić prawo powszechnego ciężenia/prawo Coulomba z praw Gaussa i uzasadnić potencjalność pola grawitacyjnego/elektrostatycznego, c) *zastosować wiedzę z zakresu pola grawitacyjnego i elektromagnetycznego do jakościowej i ilościowej charakterystyki tych pól, których źródłem są: masa/ładunek, układy mas i ładunków punktowych*. W szczególności ma umiejętności pozwalające wyznaczać, w oparciu o prawa Gaussa, wektory natężenia pola grawitacyjnego/elektrostatycznego dla sferycznie symetrycznych rozkładów masy i ładunków oraz grawitacyjną/elektrostatyczną energię potencjalną masy/ładunku i układu mas/ładunków, wartość energii potencjalnej dipola elektrycznego/magnetycznego i momentu siły działającej na dipole umieszczone w zewnętrznym polu elektromagnetycznym, wartość gęstości energii pola elektromagnetycznego. Potrafi opisać: a) ilościowo pole magnetostaticzne (wyznaczanie wektorów indukcji magnetycznej i natężenia z praw Biota-Savarta i Ampere'a), pochodzące od wybranych źródeł (prostoliniowy i kołowy przewodnik z prądem, cewka), b) *ruch ładunków elektrycznych w polu magnetycznym* (cyklotron, selektor prędkości cząsteczek, spektrometr mas), c) *wyznaczać wartość siły działającej na przewodnik z prądem umieszczony w polu magnetycznym*, d) *podać definicję jednostki natężenia prądu elektrycznego*. Ma umiejętności pozwalające na zastosowanie wiedzy z zakresu indukcji elektromagnetycznej do jakościowej i ilościowej charakterystyki działania generatorów prądu. Umie uzasadnić niepotencjalność pola elektrycznego indukowanego zmiennym polem magnetycznym, *wyjaśnić fizyczny sens reguły Lenza* oraz scharakteryzować fenomen indukcji elektromagnetycznej w kontekście zasady zachowania energii (zamiana różnych form energii na energię elektryczną). Potrafi zwięźle i poprawnie wyjaśnić sens fizyczny układu równań Maxwella (w postaci całkowitej) oraz równań materiałowych.

PEK\_U10 – potrafi zastosować wiedzę z zakresu fizyki fal elektromagnetycznych i optyki (*prawa optyki geometrycznej*) do wyjaśniania i analizy ilościowej wybranych zjawisk optycznych (*całkowitego wewnętrznego odbicia, interferencji, dyfrakcji, polaryzacji, dyspersji*) oraz do ilościowej charakterystyki zdolności rozdzielczej przyrządów optycznych, pola fali i transportu energii przez fale.

PEK\_U11 – potrafi zastosować wiedzę dotyczącą szczególnej teorii względności do interpretacji jej konsekwencji, w szczególności do charakteryzowania ilościowych związków między wartościami wielkości kinematycznych i dynamicznych mierzonych w dwóch poruszających się względem siebie inercjalnych układach odniesienia. W szczególności potrafi: a) wyjaśnić podłużny relatywistyczny efekt Dopplera), b) objaśnić sens fizyczny wzoru  $E = mc^2$ , c) analizować ilościowo kinematykę i dynamikę ruchu prostoliniowego obiektu poruszającego pod wpływem działania stałej siły, d) uzasadnić konieczność stosowania wyników szczególnej teorii względności w satelitarnych systemach globalnego pozycjonowania.

PEK\_U12 – potrafi zastosować wiedzę z podstaw fizyki kwantowej do analizy prostych zagadnień fizycznych oraz do ilościowej interpretacji wybranych zjawisk i efektów fizycznych zachodzących na odległościach rzędu nanometrów i mniejszych. W szczególności potrafi: a) *pokazać kwantowanie*

energii w modelu Bohra atomu wodoru, b) objaśnić znaczenie zjawiska fotoelektrycznego oraz doświadczeń Comptona, Francka–Hertza i Sterna-Gerlacha dla fizyki kwantowej, c) uzasadnić, w oparciu o fakty doświadczalne, korpuskularną naturę światła, d) wyjaśnić sens fizyczny dualizmu korpuskularno-falowego światła i cząstek elementarnych, e) objaśnić sens fizyczny funkcji falowej, f) rozwiązać jednowymiarowe bezczasowe równanie Schrödingera dla cząstki w nieskończonej studni potencjalnej, g) wskazać zastosowania zjawiska tunelowania.

PEK\_U13 – potrafi: a) wyjaśnić, w oparciu o pojęcie energii wiązania nukleonów, zasady fizyczne wytwarzania energii w reaktorach jądrowych oraz tokamakach, b) wskazać i scharakteryzować pozytywne i negatywne aspekty energetyki jądrowej, c) scharakteryzować rodzaje rozpadów promieniotwórczych, d) scharakteryzować reakcje fuzji lekkich jąder zachodzące we wnętrzu Słońca, e) szacować wiek materiałów w oparciu o prawo rozpadu promieniotwórczego, f) objaśnić fizyczne aspekty obrazowania tkanek i narządów za pomocą rezonansu magnetycznego.

PEK\_U14 – potrafi poprawnie scharakteryzować: a) rodzaje oddziaływań fundamentalnych, b) standardowy model cząstek elementarnych, c) budowę i rodzaje materii we Wszechświecie, e) standardowy model rozszerzającego się Wszechświata. PEK\_U15 – potrafi posługiwać się prostymi przyrządami pomiarowymi do pomiarów wielkości fizycznych.

PEK\_U15 – potrafi posługiwać się prostymi przyrządami pomiarowymi do pomiarów wielkości fizycznych oraz wykonywać proste i złożone pomiary wielkości fizycznych z wykorzystaniem instrukcji stanowiska pomiarowego.

PEK\_U16 – potrafi kompetentnie opracować wyniki pomiarów, przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych oraz zredagować sprawozdanie/raport z wykonanych pomiarów w Laboratorium Podstaw Fizyki (LPF) z wykorzystaniem zdobytej wiedzy PEW\_01÷PEK\_W14, umiejętności PEK\_01÷PEK\_U14 oraz narzędzi komputerowych (edytorów tekstu, pakietów biurowych, środowisk obliczeniowych).

### **III. Z zakresu kompetencji społecznych: Utrwalenie kompetencji obejmujących niżej wyszczególnione:**

PEK\_K01 – wyszukiwania oraz obiektywnego i krytycznego analizowania informacji bądź argumentów, racjonalnego tłumaczenia i uzasadniania własnego punktu widzenia z wykorzystaniem wiedzy z zakresu fizyki.

PEK\_K02 – rozumienia konieczności samooceny i samokształcenia, w tym doskonalenia umiejętności koncentracji uwagi i skupienia się na kwestiach istotnych, rozwijania zdolności do samodzielnego stosowania posiadanej wiedzy i zdobytych umiejętności oraz odpowiedzialności za rezultaty podejmowanych działań.

PEK\_K03 – niezależnego i twórczego myślenia.

PEK\_K04 – pracy w zespole i polegających na doskonaleniu metod wyboru strategii mającej na celu optymalne rozwiązywanie powierzonych grupie zadań.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
W. 1	Sprawy organizacyjne.	1
W. 1, 2	Podstawy kinematyki oraz zasady dynamiki newtonowskiej. Równania ruchu	2
W. 2	Praca i energia mechaniczna. Zasada zachowania energii mechanicznej.	1
W. 3	Dynamika układu punktów materialnych. Zasada zachowania pędu. Zderzenia.	2
W. 4, 5	Kinematyka i dynamika ruchu obrotowego bryły sztywnej. Zasada zachowania momentu pędu.	4
W. 6, 7	Drgania harmoniczne wokół położenia równowagi trwałej.	3

W. 7, 8	Podstawowe właściwości fal mechanicznych. Akustyka. Energia fal.	2
W. 8, 9	Pierwsza i druga zasada termodynamiki. Przemiany gazowe. Entropia układu. Gazy rzeczywiste.	2
W. 9,10,11	Oddziaływania grawitacyjne i elektrostatyczne.	4
W. 11,12	Podstawowe właściwości pól magnetycznych. Oddziaływanie pola magnetycznego na przewodnik z prądem	2
W. 12, 13	Indukcja elektromagnetyczna. Równania Maxwella. Fale elektromagnetyczne	3
W. 14	Kinematyka i dynamika relatywistyczna.	2
W. 15	Fizyka atomu, fizyka jądra atomowego, fizyka cząstek elementarnych; elementy astrofizyki.	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw.1, 2, 3,4	Rozwiązywanie wybranych zagadnień z zakresu dynamiki ruchu prostoliniowego, krzywoliniowego i obrotowego z wykorzystaniem pojęć: pracy mechanicznej, energii kinetycznej i potencjalnej oraz zasad zachowania energii mechanicznej, pędu i momentu pędu.	4
Ćw.5	Kolokwium – ewaluacja efektów kształcenia w zakresie umiejętności PEK_U01÷PEK_U06, PEK_K01÷PEK_K03	1
Ćw. 6,7,8	Analiza i rozwiązywanie zadań z zakresu dynamiki ruchu drgającego i falowego.	3
Ćw.9,10	Rozwiązywanie zadań z zakresu termodynamiki.	2
Ćw.11,12	Analiza i rozwiązywanie zadań z zakresu elektrodynamiki i szczególnej teorii względności.	2
Ćw.13,14	Analiza i rozwiązywanie zadań z fizyki kwantowej.	2
Ćw.15	Kolokwium – ewaluacja efektów kształcenia w zakresie umiejętności: PEK_U07÷PEK_U12, PEK_K01÷PEK_K03	1
<b>Suma godzin</b>		

<b>Forma zajęć – laboratorium 15h</b>		<b>Liczba godzin</b>
La 1	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
La 2	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
La 3	Wykonanie pomiarów wybranych wielkości mechanicznych <sup>+++</sup> , opracowanie sprawozdania	2h
La 4	Wykonanie pomiarów wybranych wielkości termodynamicznych <sup>+++</sup> , opracowanie sprawozdania	2h
La 5	Wykonanie pomiarów wybranych wielkości elektromagnetycznych <sup>+++</sup> , opracowanie sprawozdania	2h
La 6	Wykonanie pomiarów wybranych wielkości optycznych lub kwantowych <sup>+++</sup> , opracowanie sprawozdania	2h
La 7	Zajęcia uzupełniające; kolokwium zaliczeniowe ze znajomości zasad rachunku niepewności pomiarowych	2h
La 8	Zaliczenie zajęć	1h
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

<sup>+++</sup> Wybór tematów ćwiczeń laboratoryjnych dokonuje prowadzący zajęcia nauczyciel akademicki z listy ćwiczeń w LPF zamieszczonej na końcu tego dokumentu

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji, slajdów, demonstracji i pokazów praw/zjawisk fizycznych
2. Ćwiczenia rachunkowe – rozwiązywanie i dyskusja zadań.
3. Ćwiczenia laboratoryjne – wykonanie i dyskusja pomiarów. Opracowania wyników oraz szacowanie niepewności pomiarowych, ocena sprawozdań/raportów.
4. Praca własna – rozwiązywanie zadań w ramach przygotowania do ćwiczeń.
5. Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych.
6. Praca własna – samodzielne studia dotyczące materiału przedstawionego na wykładzie.
7. Konsultacje.
8. Ćwiczenia rachunkowe i laboratoryjne – sprawdziany pisemne.

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_U01÷PEK_U16; PEK_K01÷PEK_K04	Odpowiedzi ustne, dyskusje, pisemne sprawdziany, kolokwia ocena każdego sprawozdania
F2	PEK_W01÷PEK_W14, PEK_U01÷PEK_U16, PEK_K01÷PEK_K04	Egzamin pisemno-ustny
P = F2		

## 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 i 2011.](#)

[2] [Paul A. Tipler, Ralph A. Llewellyn, \*Fizyka współczesna\*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2012](#);

[3] I.W. Sawieliew, *Wykłady z fizyki*, tom 1. i 2., Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa, 2003.

[4] W. Salejda, [Fizyka a postęp cywilizacyjny](#) (45,35 MB), [Metodologia fizyki](#) (1,1MB); opracowania dostępne na stronie [http://www.if.pwr.wroc.pl/index.php?menu=studia&left\\_menu=jkf](http://www.if.pwr.wroc.pl/index.php?menu=studia&left_menu=jkf)

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA W JĘZYKU POLSKIM

[1] J. Massalski, M. Massalska, *Fizyka dla inżynierów*, cz. 1. i 2., WNT, Warszawa 2008.

[2] J. Orear, *Fizyka*, tom 1. i 2., WNT, Warszawa 2008.

[3] Z. Kleszczewski, *Fizyka klasyczna*, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2001.

[4] L. Jacak, *Krótki wykład z fizyki ogólnej*, Oficyna Wydawnicza PWR, Wrocław 2001; podręcznik dostępny na stronie Dolnośląskiej Biblioteki Cyfrowej.

[5] K. Sierański, K. Jezierski, 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.

[6] [Witryna dydaktyczna Instytutu Fizyki PWR](#) w zakładce *Jednolite kursy fizyki* znajdują się zalecane e-materiał dydaktyczne.



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. 12. z 2008 r.
- [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 with Modern Physics, 8<sup>th</sup> Ed., Brooks/Cole, Belmont 2009](#); zapowiadane jest kolejne wydanie w styczniu 2013 r.  
[asghahsfg](#)
- [4] [P.A. Tipler, G. Mosca, Physics for Scientists and Engineers, Extended Version, W. H. Freeman 2007.](#)

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

Henryk Kasprzak, 71 320 3306; [henryk.kasprzak@pwr.wroc.pl](mailto:henryk.kasprzak@pwr.wroc.pl)

Autorzy: prof. dr. hab. inż. Henryk Kasprzak, dr hab. inż. Włodzimierz Salejda

Wrocław, 17 września 2012.

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU Fizyka  
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA  
NA KIERUNKU: ZARZĄDZANIE I INŻYNIERIA PRODUKCJI**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01÷ PEK_W07	K1ZIP_W02	C1, C2, C4	W.1÷W.9	1, 6
PEK_U15÷ PEK_U16	K1ZIP_U06	C3	Lab. 1÷Lab. 8	3, 5, 6, 7, 8
PEK_K01÷ PEK_K04	K1ZIP_K01÷ K1ZIP_K06	C4	W.1÷W.15, Ćw.1÷Ćw.15, Lab. 1÷Lab. 8	1÷8
PEK_U06, PEK_U07	K1ZIP_U02	C2	Ćw.7	2,4,7,8
PEK_U08	K1ZIP_U02,	C2	Wyk. 11, Wyk.12	1,6,7
PEK_U09	K1ZIP_U02	C2	Lab.1÷8	3,5,7,8
PEK_K01÷ PEK_K08	K1ZIP_K02.	C1, C2, C3	Wyk.1÷Wyk.13, Ćw.1÷ Ćw.8 Lab.1÷8	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-Boltzmannia.
37. Wyznaczanie stałej Stefana-Boltzmannia.
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.