

**Wydział Inżynierii Środowiska PWr**  
**KARTA PRZEDMIOTU**  
 Nazwa w języku polskim: **Fizyka**  
 Nazwa w języku angielskim: **Physics**  
 Kierunek studiów: **Ochrona Środowiska**  
 Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
 Rodzaj przedmiotu: **Obowiązkowy/ogólnouczelniany**  
 Kod przedmiotu: **FZP003023**  
 Grupa kursów: **NIE**

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

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

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

#### CELE PRZEDMIOTU

- C1. Nabycie podstawowej wiedzy z wybranych działów fizyki klasycznej i fizyki współczesnej.  
 C2. Zdobycie umiejętności jakościowego rozumienia wybranych zasad i praw fizyki klasycznej i fizyki współczesnej oraz ilościowej analizy wybranych zjawisk z tego zakresu wiedzy.  
 C3. 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.

#### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

##### I. Z zakresu wiedzy.

1. Ma podstawową wiedzę z następujących działów fizyki klasycznej:
  - a) Mechanika:
    - i. zasady dynamiki,
    - ii. zasady zachowania: pędu, energii i momentu pędu,
    - iii. ruch drgający i falowy.
  - b) Elektromagnetyzm:
    - i. elektrostatyka i magnetostatyka,
    - ii. indukcja elektromagnetyczna,
    - iii. fale elektromagnetyczne,
    - iv. interferencja i dyfrakcja światła.
2. Ma podstawową wiedzę z następujących działów fizyki współczesnej:
  - i. szczególna teoria względności,

- ii. fizyka kwantowa,
- iii. fizyka atomu i jądra atomowego,
- iv. cząstki elementarne,
- v. astrofizyka.

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; 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 (w tym grawitacyjnego); potrafi określić następujące wielkości fizyczne: praca i moc siły mechanicznej, energia kinetyczna i potencjalna (w tym dla pola grawitacyjnego); zna: a) prawo Gaussa dla słabych pól grawitacyjnych, b) twierdzenie o pracy i energii kinetycznej, c) związek siły zachowawczej z energią potencjalną, d) potrafi sformułować zasadę zachowania energii mechanicznej dla siły zachowawczej.

PEK\_W04 – potrafi poprawnie zdefiniować: moment siły, moment pędu: cząstki, układu punktów materialnych i bryły sztywnej, moment 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 – zna podstawowe narzędzia matematyczne stosowane do analizy pól wektorowych; w szczególności pojęcia gradientu, dywergencji i rotacji; rozumie treść twierdzeń: Ostrogradskiego-Gaussa i Stokesa.

PEK\_W08 – posiada wiedzę z zakresu podstaw elektrostatyki i jej wybranych zastosowań; zna podstawowe właściwości i wielkości fizyczne wektorowe i skalarnie związane z polem elektrostatycznym ładunku punktowego i dyskretnego ich układu (w tym natężenie, energia potencjalna i potencjał pola, zasada superpozycji, zachowawczość pola, kwantowanie ładunku, zasada zachowania ładunku elektrycznego); zna i rozumie znaczenie prawa Gaussa do wyznaczania natężenia pola wybranych symetrycznych rozkładów ciągłych ładunków; potrafi ilościowo scharakteryzować energię potencjalną dipola i momentu siły działającej na dipol umieszczony w zewnętrznym polu, zna i rozumie zjawiska ekranowania pola przez przewodnik i polaryzacji dielektryków; ma wiedzę o energii, gęstości energii pola elektrostatycznego oraz fizycznych zasad działania kserokopiarek i filtrów elektrostatycznych.

PEK\_W09 – posiada wiedzę z zakresu magnetystatyki oraz jej wybranych zastosowań; ma szczegółową wiedzę dotyczącą: a) prawo Gaussa i źródeł pola magnetycznego, b) działania pola na ładunki elektryczne i przewodniki z prądem (siła Lorentza), c) prawa Biota-Savarta i Ampera oraz ich zastosowań do wyznaczania natężenia i indukcji pól magnetycznych wybranych źródeł (prostoliniowy i kołowy przewodnik, cewka), d) definicji jednostki natężenia prądu elektrycznego; zna i rozumie klasyczny efekt Halla oraz zasady fizyczne działania: cyklotronu, selektora prędkości cząsteczek, spektrometru mas. Ma wiedzę nt. a) momentu magnetycznego obwodu z prądem, b) energii potencjalnej i momentu siły działającej na moment magnetyczny

umieszczony w zewnętrznym polu magnetycznym.

PEK\_W10 – posiada wiedzę nt. zjawiska indukcji elektromagnetycznej oraz jej zastosowań; zna i rozumie: a) prawo Faradaya i regułę Lenza, b) pojęcia energii i gęstości energii pola magnetycznego; zna przykłady występowania i zastosowań prądów wirowych. Zna i rozumie pojęcie prądu przesunięcia oraz sens fizyczny układu równań Maxwella (w postaci całkowitej) i równań materiałowych.

PEK\_W11 – 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 światła, metod polaryzacji światła, prawa Malusa; b) fizyki metamateriałów elektromagnetycznych o ujemnym współczynniku załamania oraz ich zastosowań, c) interferencji światła w układach z cienkimi warstwami, d) dyfrakcji światła, e) zdolności rozdzielczej układów optycznych (kryterium Rayleigha), f) aberracji układów optycznych i narządu wzroku oraz metod ich korygowania.

PEK\_W12 – 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 (dylatacja czasu, skrócenie długości, niejednoczesność zdarzeń, nienaruszalność związku przyczynowo-skutkowego, 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 równoważności masy i energii oraz konieczności stosowania szczególnej teorii względności w systemach globalnego pozycjonowania.

PEK\_W13 – posiada wiedzę związaną z podstawami fizyki kwantowej i 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 fotoelektrycznego 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 przestrzennego kwantowania spinu w eksperymentach typu Sterna-Gerlacha, m) zakazu Pauliego, liczb kwantowych funkcji falowych elektronów w atomach, konfiguracji elektronowych pierwiastków układu okresowego.

PEK\_W14 – 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\_W15 – 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 Higgsa); 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).

## **II. Z zakresu umiejętności.**

Potrafi samodzielnie: a) pisemnie lub w wypowiedzi ustnej poprawnie i zwięźle przedstawić zagadnienia omówione na wykładach będące treścią przedmiotowych efektów kształcenia z zakresu wiedzy (PEK\_W01÷PEK\_W15), b) poprawnie i efektywnie zastosować poznane zasady i prawa fizyki do jakościowej

i ilościowej analizy wybranych zagadnień fizycznych o charakterze inżynierskim.

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 skalarnie równanie ruchu ciała z uwzględnieniem warunków początkowych, d) 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 dotyczących ruchu ciał w polu siły zachowawczej, 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 – z wykorzystaniem prawa Gaussa – wektor natężenia pola grawitacyjnego dla rozkładów masy w przestrzeni o symetrii sferycznej, cylindrycznej, f) 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 poprawnie i efektywnie posługiwać się narzędziami matematycznymi analizy pól wektorowych do rozwiązywania prostych zagadnień z zakresu elektromagnetyzmu.

PEK\_U08 – potrafi: a) wyprowadzić prawo Coulomba z prawa Gaussa, b) zastosować wiedzę z zakresu elektrostatyki do jakościowej i ilościowej charakterystyki pól elektrostatycznych, których 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, c) wyznaczać w szczególności: elektrostatyczną energię potencjalną ładunku i układu ładunków, wartość energii potencjalnej dipola i momentu siły działającej na dipol umieszczony w zewnętrznym polu, wartość gęstości energii pola.

PEK\_U09 – 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), b) ruchu ładunków elektrycznych w polu magnetycznym i wyznaczania wartości siły działającej na przewodnik z prądem umieszczony w polu magnetycznym, c) wyznaczania wartości energii potencjalnej i momentu siły działającej na moment magnetyczny umieszczony w zewnętrznym polu magnetycznym, d) zdefiniowania jednostki natężenia prądu elektrycznego. 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 tej planecie.

PEK\_U10 – ma umiejętności pozwalające na zastosowanie wiedzy z zakresu indukcji elektromagnetycznej do: a) jakościowej i ilościowej charakterystyki działania generatorów prądu, b) analizy prostych zagadnień związanych ze zjawiskiem indukcji elektromagnetycznej, c) wyjaśnienia zjawiska samoindukcji, d) wyznaczanie wartości gęstości energii pola magnetycznego. Potrafi: a) uzasadnić niepotencjalność pola elektrycznego indukowanego zmiennym polem magnetycznym, b) wyjaśnić fizyczny sens reguły Lenza oraz scharakteryzować fenomen indukcji elektromagnetycznej w kontekście zasady zachowania energii (zamiana różnych form energii na energię elektryczną), c) zwięźle i poprawnie wyjaśnić sens fizyczny układu równań Maxwella (w postaci całkowitej), równań materiałowych. Ponadto potrafi poprawnie zdefiniować użyte w równaniach wielkości fizyczne oraz określić ich jednostki miary.

PEK\_U11 – 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\_U12 – 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\_U13 – 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\_U14 – 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\_U15 – 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.

### **III. Z zakresu kompetencji społecznych.**

Utrwalanie kompetencji dotyczących:

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. Metodologia fizyki	2
W. 2,3	Zasady zachowania w mechanice	4
W. 4,5	Drgania i fale mechaniczne	4
W. 6	Elektrostatyka	2
W. 7	Magnetostatyka	2
W. 8	Indukcja elektromagnetyczna. Równania Maxwella	2
W. 9	Fale elektromagnetyczne	2
W. 10	Elementy szczególnej teorii względności	2
W. 11,12,13	Podstawy optyki falowej. Elementy fizyki kwantowej	5
W. 13,14	Elementy fizyki jądrowej	2
W. 14, 15	Elementy fizyki cząstek elementarnych i astrofizyki	3
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

Forma zajęć – ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw.1	Sprawy organizacyjne. Rozwiązywanie zadań z zakresu: analizy wymiarowej; szacowania wartości wielkości fizycznych; rachunku wektorowego i różniczkowo-całkowego.	2
Ćw. 2, 3, 4	Zastosowanie zasad dynamiki Newtona oraz zasad zachowania: pędu, energii i momentu pędu do rozwiązywania zadań dotyczących dynamiki ruchu postępowego i obrotowego.	6
Ćw. 5,6	Analiza i rozwiązywania zadań z zakresu dynamiki ruchu drgającego i falowego	4
Ćw. 7	Analiza i rozwiązywania zadań z zakresu elektrostatyki i magnetyzmu	2
Ćw. 8	Kolokwium – ewaluacja efektów kształcenia w zakresie umiejętności: PEK_U01÷PEK_U09, PEK_K01÷PEK_K03	2
Ćw. 9	Analiza i rozwiązywania zadań dotyczących indukcji elektromagnetycznej i fal elektromagnetycznych	2
Ćw.10	Rozwiązywanie zadań dotyczących szczególnej teorii względności	2
Ćw.11-13	Zastosowanie praw fizyki współczesnej do rozwiązywania wybranych zadań z zakresu: fizyki kwantowej, fizyki atomu i jądra atomowego oraz fizyki cząstek elementarnych i astrofizyki	6
Ćw. 14	Kolokwium – ewaluacja efektów kształcenia w zakresie umiejętności: PEK_U10÷PEK_U15, PEK_K01÷PEK_K03	2
Ćw. 15	Końcowa ewaluacja stopnia osiągnięcia przez poszczególnych studentów <b>wszystkich założonych efektów kształcenia</b>	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE<sup>1</sup>**

1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji, slajdów, demonstracji i pokazów praw i zjawisk fizycznych.
2. Ćwiczenia rachunkowe – dyskusja rozwiązań zadań.
3. Ćwiczenia rachunkowe – krótkie co najwyżej 10 min. sprawdziany pisemne.
4. Ćwiczenia rachunkowe – pisemne kolokwia 90 minutowe.
5. Konsultacje.
6. Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń.
8. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu.

<sup>1</sup> Niepotrzebne usunąć zmieniając numerację

## 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_U15; PEK_K01 ÷ PEK_K04	Odpowiedzi ustne, dyskusje, pisemne sprawdziany i kolokwia.
F2	PEK_W01 ÷ PEK_W15; PEK_U01 ÷ PEK_U15; PEK_K02, PEK_K03	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=jfk](http://www.if.pwr.wroc.pl/index.php?menu=studia&left_menu=jfk)

#### 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. 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 (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Arkadiusz Wójs, 71 320 20 20; [Arkadiusz.Wojs@pwr.wroc.pl](mailto:Arkadiusz.Wojs@pwr.wroc.pl)

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU **Fizyka**  
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA **KIERUNKU OCHRONA ŚRODOWISKA**  
I SPECJALNOŚCI **OCHRONA ŚRODOWISKA****

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01	K1OS_W01, K1OS_W02, K1OS_W08	C1.	W.1.	1, 5, 8
PEK_W02÷PEK_W04	K1OS_W01, K1OS_W02	C1. i C2	W.2. i 3.	1, 5, 8
PEK_W05, PEK_W06	K1OS_W01, K1OS_W02	C1. i C2	W.4. i 5.	1, 5, 8
PEK_W07, PEK_W08	K1OS_W01, K1OS_W02	C1. i C2	W.6.	1, 5, 8
PEK_W09	K1OS_W01, K1OS_W02	C1. i C2	W.7.	1, 5, 8
PEK_W10	K1OS_W01, K1OS_W02	C1. i C2	W.8.	1, 5, 8
PEK_W11	K1OS_W01, K1OS_W02	C1. i C2	W.9.	1, 5, 8
PEK_W12	K1OS_W01, K1OS_W02	C1. i C2	W.10.	1, 5, 8
PEK_W13	K1OS_W01, K1OS_W02	C1. i C2	W.11, 12. i 13.	1, 5, 8
PEK_W14	K1OS_W01, K1OS_W02	C1. i C2	W.13 i 14.	1, 5, 8
PEK_W15	K1OS_W01, K1OS_W02	C1. i C2	W.14 i 15.	1, 5, 8
PEK_U01	K1OS_O02, K1OS_O03	C1., C2. i C3	Ćw.1. i 8.	2÷8
PEK_U02÷ PEK_U04	K1OS_U02, K1OS_U10, K1OS_U13	C1., C2. i C3	Ćw.2. 3. i 4.	2÷8
PEK_U05÷ PEK_U06	K1OS_U02, K1OS_U10, K1OS_U13	C1., C2. i C3	Ćw.5 i 6.	2÷8
PEK_U07÷ PEK_U09	K1OS_U02, K1OS_U10, K1OS_U13	C1., C2. i C3	Ćw. 7.	2÷8
PEK_U10÷ PEK_U11	K1OS_U02, K1OS_U10, K1OS_U13	C1., C2. i C3	Ćw. 9.	2÷8
PEK_U12	K1OS_U02, K1OS_U10, K1OS_U13	C1., C2. i C3	Ćw. 10.	2÷8
PEK_U13÷ PEK_U15	K1OS_U02, K1OS_U10, K1OS_U13	C1., C2. i C3	Ćw. 11. 12. i 13.	2÷8
PEK_K01÷ PEK_K03	K1OS_K01÷ K1OS_K06	C3	W.1.÷W.15. Ćw. 1.÷ Ćw.14.	1÷8
PEK_K04	K1OS_K01÷ K1OS_K06	C3	Ćw. 1.÷ Ćw.7; Ćw. 9.÷ Ćw.13.	1÷8

Autor W. Salejda

Wrocław, 14 września 2012 r.