

Wydział Elektryczny, Mechaniczny, Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki PWr
KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Fizyka 2.8**

Nazwa w języku angielskim: **Physics 2.8**

Kierunek studiów: Mechatronika....

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

Rodzaj przedmiotu: **Obowiązkowy/ogólnouczelniany**

Kod przedmiotu: **FZP3002**

Grupa kursów: Nie

	Wykład	Ćwiczenia opcja	Laboratorium opcja	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		
Forma zaliczenia	Egzamin		Zaliczenie na ocenę		
Liczba punktów ECTS	2		1		
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		1		
Liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	2		1		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI
Kompetencje w zakresie podstaw analizy matematycznej, algebry i fizyki w zakresie kursu Fizyk1

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

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

- C2.1. Szczególnej teorii względności
- C2.2. Fizyki kwantowej
- C2.4. Fizyki jądra atomowego

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
- 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, osoba która zaliczyła kurs

I. Z zakresu wiedzy: 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 – zna i rozumie znaczenie odkryć i osiągnięć elektrodynamiki klasycznej oraz fizyki współczesnej dla nauk technicznych i postępu cywilizacyjnego,

PEK_W02 – zna metody analizy pól wektorowych,

PEK_W03 – posiada wiedzę z zakresu elektrostatyki i jej zastosowań; zna i rozumie: a) podstawowe wielkości fizyczne wektorowe i skalarnie związane z polem elektrostatycznym, b) prawo Gaussa; ma szczegółową wiedzę dotyczącą: a) strumienia wektora natężenia pola i zachowawczego charakteru pola, b) elektrostatycznej energii potencjalnej ładunku, c) pola dipola elektrycznego, d) przewodnika znajdującego się w polu (zjawisko ekranowania pola), e) pojemności elektrycznej i zastosowań kondensatorów.

PEK_W04 – 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) prawo Ohma oraz prawa Kirchhoffa, c) zasady analizy ilościowej prostych obwodów elektrycznych.

PEK_W05 – 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) prawo Gaussa dla pola magnetycznego, d) zasady fizyczne działania: cyklotronu, selektora prędkości cząsteczek, spektrometru mas, e) działanie pola magnetycznego na przewodnik i ramkę z prądem.

PEK_W06 – 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.

PEK_W07 – rozumie sens fizyczny układu równań Maxwella (w postaci całkowej i różniczkowej).

PEK_W08 – posiada podstawową wiedzę dotyczącą fal elektromagnetycznych oraz ich zastosowań,

PEK_W09 – posiada podstawową wiedzę z zakresu szczególnej teorii względności i jej zastosowań;

PEK_W10 – posiada wiedzę związaną z podstawami fizyki kwantowej i jej wybranymi zastosowaniami; ma szczegółową wiedzę dotyczącą: a) praw promieniowania ciała doskonale czarnego, b) modelu Bohra atomu wodoru (kwantowanie energii i momentu pędu elektronu) i kwantowych poziomów energetycznych elektronów w atomach, c) zjawiska fotoelektrycznego i Comptona, d) dualizmu korpuskularno-falowego światła i cząsteczek elementarnych (hipoteza de Broglie’a, fale materii), e) zasad nieoznaczoności Heisenberga, f) równania Schrödingera (czasowego i bezczasowego), g) zakazu Pauliego.

PEK_W11 – 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 (rozszczipianie 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.

PEK_W12 – zna zasady BHP obowiązujące w Laboratorium Podstaw Fizyki.

PEK_W13 – zna metody wykonywania prostych i złożonych pomiarów wielkości fizycznych.

PEK_W14 – zna metody opracowania wyników pomiarów oraz szacowania niepewności prostych i złożonych pomiarów.

II. Z zakresu umiejętności: 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

PEK_U02 – potrafi zastosować wiedzę z zakresu elektrostatyki do: a) jakościowej i ilościowej charakterystyki pola elektrostatycznego, którego źródłem są ładunki i układy ładunków punktowych, b) wykonywania pomiarów w Laboratorium Podstaw Fizyki (LPF) oraz opracowania wyników pomiarów w formie pisemnego sprawozdania.

PEK_U03 – 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.

PEK_U04 – 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.

PEK_U05 – 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,

PEK_U06 – potrafi wyjaśnić sens fizyczny układu równań Maxwella (w postaci całkowej). Ponadto potrafi poprawnie zdefiniować użyte w równaniach wielkości fizyczne oraz określić ich jednostki miary.

PEK_U07 – 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.

PEK_U08 – potrafi: a) wyjaśnić, w oparciu o pojęcie energii wiązania nukleonów, zasady fizyczne wytwarzania energii w reaktorach jądrowych oraz tokamakach – urządzeniach do przeprowadzania kontrolowanej reakcji termojądrowej, b) wskazać i scharakteryzować pozytywne i negatywne aspekty energetyki jądrowej, c) scharakteryzować rodzaje rozpadów

promieniotwórczych, d) opisać zastosowania promieniotwórczości i biologiczne skutki napromieniowania, e) scharakteryzować reakcje fuzji lekkich jąder zachodzące we wnętrzu Słońca

PEK_U09 – potrafi posługiwać się prostymi przyrządami pomiarowymi do pomiarów wielkości fizycznych.

PEK_U10 – potrafi wykonać proste i złożone pomiary wielkości fizycznych z wykorzystaniem instrukcji stanowiska pomiarowego.

PEK_U11 – 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
Wyk.1-3	Sprawy organizacyjne. Podstawy matematyczne analizy pól wektorowych Elektrostatyka	3
Wyk. 4-6	Prąd elektryczny i pole magnetyczne	3
Wyk. 7-8	Indukcja elektromagnetyczna. Równania Maxwella	2
Wyk. 9-10	Elementy szczególnej teorii względności	2
Wyk. 11-13	Fizyka kwantowa	3
Wyk.14-15	Elementy fizyki jądrowej	2
Suma godzin		15

Forma zajęć – laboratorium 15h		Liczba godzin
Lab.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
Lab.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
Lab.3	Wykonanie pomiarów wybranych wielkości mechanicznych, opracowanie pisemnego sprawozdania	2h
Lab.4	Wykonanie pomiarów wybranych wielkości mechanicznych, opracowanie pisemnego sprawozdania	2h
Lab.5	Wykonanie pomiarów wybranych wielkości termodynamicznych, opracowanie sprawozdania	2h
Lab.6	Wykonanie pomiarów wybranych wielkości elektrycznych, opracowanie sprawozdania	2h
Lab.7	Wykonanie pomiarów wybranych wielkości elektrycznych, opracowanie sprawozdania	2h
Lab.8	Omówienie sprawozdań studenckich z wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych na Lab.2-Lab.7. Weryfikacja umiejętności analizowania, opracowania wyników, szacowania niepewności pomiarowych, przygotowania raportu przez studentów.	1h
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE¹
<ol style="list-style-type: none"> 1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem, slajdów, demonstracji i pokazów praw/zjawisk fizycznych 2. Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych 3. Ćwiczenia laboratoryjne – dyskusja sposobów wykonania pomiarów, opracowania wyników oraz szacowania niepewności pomiarowych, ocena sprawozdań/raportów 4. Ćwiczenia laboratoryjne – kilkuminutowe sprawdziany pisemne poprzedzające pomiary 5. Praca własna – samodzielne wykonanie pomiarów 6. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu 7. Konsultacje

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_W12÷PEK_W13; PEK_U03÷PEK_U11; PEK_K01÷PEK_K06, PEK_K08	Odpowiedzi ustne, dyskusje, pisemne sprawdziany, ocena każdego sprawozdania
F2	PEK_W01÷PEK_W11, PEK_W14	Egzamin pisemno-ustny

¹ Niepotrzebne usunąć zmieniając numerację

	PEK_U01÷PEK_U11, PEK_K01, PEK_K03÷PEK_K06, PEK_K07, PEK_K08	
P = F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA</u></p> <p>[1] D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, <i>Podstawy fizyki, tomy 1÷5.</i>, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2003; J. Walker, <i>Podstawy fizyki. Zbiór zadań</i>, PWN, Warszawa 2005.</p> <p>[2] I.W. Sawieliew, <i>Wykłady z fizyki</i>, tom 1. i 2., Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa, 2003.</p> <p>[3] R. Poprawski, W. Salejda, <i>Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki</i>, 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 dydaktycznych.</p> <p>[4] W. Salejda, <i>Fizyka a postęp cywilizacyjny</i>, opracowanie dostępne w pliku do pobrania pod adresem http://www.if.pwr.wroc.pl/dokumenty/jkf/fizyka_a_postep_cywilizacyjny.pdf</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA W JEZYKU POLSKIM</u></p> <p>[1] J. Massalski, M. Massalska, <i>Fizyka dla inżynierów, cz. 1. i 2.</i>, WNT, Warszawa 2008.</p> <p>[2] J. Orear, <i>Fizyka</i>, tom 1. 2., WNT, Warszawa 2008.</p> <p>[3] Z. Kleszczewski, <i>Fizyka klasyczna</i>, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2001.</p> <p>[4] L. Jacak, <i>Krótki wykład z fizyki ogólnej</i>, Oficyna Wydawnicza PWr, Wrocław 2001; podręcznik dostępny na stronie Dolnośląskiej Biblioteki Cyfrowej.</p> <p>[5] K. Sierański, K. Jezierski, B. Kołodka, <i>Wzory i prawa z objaśnieniami, cz. 1. i 2.</i>, Oficyna Wydawnicza SCRIPTA, Wrocław 2005; K. Sierański, J. Szatkowski, <i>Wzory i prawa z objaśnieniami, cz. 3.</i>, Oficyna Wydawnicza SCRIPTA, Wrocław 2008.</p> <p>[6] Witryna dydaktyczna Instytutu Fizyki PWr; http://www.if.pwr.wroc.pl/index.php?menu=studia zawiera duży zbiór materiałów dydaktycznych</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA W JEZYKU ANGIELSKIM</u></p> <p>[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.</p> <p>[2] D.C.Giancoli, <i>Physics Principles with Applications</i>, 6th Ed., Addison-Wesley, 2005; <i>Physics: Principles with Applications with MasteringPhysics</i>, 6th Ed., Addison-Wesley 2009.</p> <p>[3] R R. A. Serway, <i>Physics for Scientists and Engineers</i>, 8th Ed., Brooks/Cole, Belmont 2009; <i>Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics</i>, 8th Ed., Brooks/Cole, Belmont 2009.</p> <p>[4] Paul A. Tipler, Gene Mosca, <i>Physics for Scientists and Engineers, Extended Version</i>, W. H. Freeman 2007.</p>
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Jan Masajada, 71 320 4396; jan.masajada@pwr.wroc.pl

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Fizyka 2.4 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Mechatronika I**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01, PEK_W02 PEK_W03, PEK_W04, PEK_W05, PEK_W06, PEK_W07, PEK_W08, PEK_W09	K_W01, K_W02, K_W13	C1	Wyk.1 - Wyk.8	1,6,7
PEK_W10, PEK_W11 PEK_W12, PEK_W13, PEK_W14	K_W02, K_W07, K_W14	C2	Wyk.9-Wyk.15	1,6,7
PEK_U01÷PEK_U08	K_U01, K_U02	C3 – C5	Lab.1÷5	1-7
PEK_U09÷PEK_U11	K_U03	C3 – C5	Lab.6÷8	1-7
PEK_K01÷ PEK_K08	K_K01, K_K03, K_K07	C5	Wyk.1÷Wyk.15 Lab.1÷15	1-7

** - z tabeli powyżej

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'a.
37. Wyznaczanie stałej Stefana-Boltzmann'a.
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.