

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2013/2014

Wydział Fizyki, Matematyki i Informatyki

Kierunek studiów: Nanotechnologie i nanomateriały

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: NN

Stopień studiów: I

Specjalności: Inżynieria nanostruktur

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Laboratorium fizyczne
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	
KOD PRZEDMIOTU	WFMiI NN oIS B6 13/14
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty podstawowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	3.00
SEMESTRY	5

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	SEMINARIUM	PROJEKT
5	0	0	45	0	0	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Przypomnienie i utrwalenie zasad prowadzenia eksperymentu; planowanie pomiaru, odpowiedni zapis danych pomiarowych, przestrzeganie zasad BHP na stanowisku badawczym.

Cel 2 Zapoznanie studentów z nowymi metodami i urządzeniami badawczymi.

- Cel 3** Zapoznanie studentów z eksperymentami z podstaw fizyki ciała stałego: wyznaczenie przerwy energetycznej złącza p-n dla krzemu Si i germanu Ge, wyznaczanie zależności namagnesowania ferromagnetyka od natężenia pola magnetycznego na podstawie petli histerezy magnetycznej, badanie właściwości fizycznych dielektryków, badanie właściwości ferroelektrycznych, badanie widma rentgenowskiego molibdenu i wyznaczanie stałej Plancka.
- Cel 4** Zapoznanie studentów z eksperymentami z zakresu podstaw fizyki kwantowej: doswiadczenie Millikana, dyfrakcja elektronów.
- Cel 5** Zapoznanie studentów z eksperymentami z podstaw optyki atomowej: efekt Zeemana, elektronowy rezonans paramagnetyczny, wyznaczenie prędkości światła, efekt Kerr'a, badanie absorpcji rezonansowej światła w dielektrykach w zakresie światła widzialnego, badanie widm fotoluminescencyjnych i absorpcyjnych.
- Cel 6** Doskonalenie umiejętności zdobywania wiedzy z zakresu fizyki ciała stałego oraz fizyki atomowej a następnie jej używania do opisu zjawisk i efektów badanych przedmiotem ćwiczeń laboratoryjnych.
- Cel 7** Doskonalenie umiejętności opracowania, dyskusji i prezentacji w formie sprawozdania otrzymanych wyników w ramach ćwiczeń laboratoryjnych.
- Cel 8** Doskonalenie umiejętności syntetycznego opracowania wyników pracy własnej.
- Cel 9** Doskonalenie umiejętności pracy w zespole.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Zaliczenie poprzednich semestrów studiów.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

- EK1 Wiedza** Student zna diagram Jablonskiego, potrafi opisać podstawowe pojęcia takie jak: absorpcja, fotoluminescencja, zna zasadę działania spektrofotometru, potrafi wymienić mechanizmy oddziaływania światła z materią. **Umiejętności.** Student potrafi zestawić z zastosowaniem spektrofotometru stanowisko badawcze do pomiaru widm absorpcyjnych i fotoluminescencyjnych oraz potrafi zarejestrować widma różnych źródeł światła.
- EK2 Wiedza** Student potrafi opisać doswiadczenie Millikana, potrafi przeanalizować ruch kropli oleju między okładkami kondensatora płaskiego. **Umiejętności:** Student potrafi wykonać doswiadczenie Millikana oraz wykazać w oparciu o otrzymane wyniki, że ładunek elektryczny jest skwantowany.
- EK3 Wiedza** Student zna podział materiałów ze względu na podatność magnetyczną. Potrafi opisać i wyjaśnić zjawisko namagnesowania materiałów, potrafi wyjaśnić zjawisko petli histerezy magnetycznej. Zna zasadę działania aparatury pomiarowej użytej w eksperymencie. Zna budowę układu pomiarowego do wyznaczania petli histerezy magnetycznej. **Umiejętności:** Student potrafi zestawić stanowisko pomiarowe do wyznaczania petli histerezy magnetycznej oraz potrafi zaplanować i przeprowadzić pomiary. **Wiedza.** Student potrafi wyjaśnić, na czym polegają właściwości ferroelektryczne ciał, potrafi wyjaśnić strukturę domenową i w oparciu o tę strukturę potrafi wyjaśnić, na czym polega mechanizm namagnetyzowania ferromagnetyka. Posługując się modelem struktury domenowej student potrafi wyjaśnić zjawisko histerezy magnetycznej. Potrafi wyjaśnić wpływ temperatury na właściwości magnetyczne ferroelektryków, zna prawo Curie-Weissa. Student zna metodę wyznaczania petli histerezy magnetycznej. **Umiejętności.** Student potrafi posłużyć się stanowiskiem pomiarowym i wyznaczyć petle histerezy magnetycznej. **EK4. Wiedza:** Student zna podstawowe pojęcia z zakresu optyki falowej i podstawowe zjawiska związane z rozchodzeniem się światła, potrafi opisać elektrooptyczny efekt Keera, potrafi podać możliwe zastosowania efektu Kerra. Zna budowę stanowiska do badania efektu Kerra. **Umiejętności:** Student potrafi poprawnie przeprowadzić eksperyment, opracować wyniki pomiarowe i wyznaczyć stałą Kerra dla badanego materiału.

- EK4 Wiedza** Student zna podstawowe pojęcia z zakresu optyki falowej i podstawowe zjawiska związane z rozchodzeniem się światła, potrafi opisać elektrooptyczny efekt Keera, potrafi podać możliwe zastosowania efektu Kerna. Zna budowę stanowiska do badania efektu Kerra. Umiejętności: Student potrafi poprawnie przeprowadzić eksperyment, opracować wyniki pomiarowe i wyznaczyć stałą Kerra dla badanego materiału.
- EK5 Wiedza** Student potrafi zdefiniować półprzewodniki samoistne i półprzewodniki domieszkowe. W oparciu o teorię pasmowa ciała stałego potrafi wyjaśnić mechanizm przewodzenia prądu elektrycznego w półprzewodnikach, potrafi wyjaśnić pojęcie poziomu Fermiego, wie co to jest przerwa energetyczna półprzewodnika, potrafi wyjaśnić budowę złącza p-n i jego wpływ na przewodzenie prądu elektrycznego. Zna budowę stanowiska pomiarowego i metodę pomiarową. Wie jak na podstawie otrzymanych wyników pomiarowych wyznaczyć szerokość przerwy energetycznej badanych półprzewodników i parametry złącza p-n. Umiejętności. Student potrafi poprawnie wykonać eksperyment i korzystając z otrzymanych wyników wyznaczyć wartość szerokości przerwy energetycznej złącza p-n dla krzemu Si i germanu Ge.
- EK6 Wiedza** Student potrafi zdefiniować dielektryki i wie, co to jest polaryzacja dielektryczna, przenikalność elektryczna, potrafi omówić mechanizm oddziaływania fali elektromagnetycznej z dielektrykiem. Student wie, jaka jest zależność przenikalności elektrycznej dielektryków polarnych od częstotliwości pola elektrycznego. Zna budowę stanowiska pomiarowego i podstawy fizyczne metody pomiarowej. Umiejętności. Student potrafi wykonać pomiary na stanowisku laboratoryjnym i wyliczyć wielkości charakteryzujące badane dielektryki.
- EK7 Wiedza** Student potrafi wyjaśnić jak pole magnetyczne wpływa na ruch ładunku elektrycznego, zna wyrażenie na siłę Lorentza działającą na elektron poruszający się w polu magnetycznym. Student wie, co to jest światło i potrafi zdefiniować pojęcie polaryzacji światła oraz podać i wyjaśnić rodzaje polaryzacji. Student wie, co to jest efekt Zeemana i potrafi go wyjaśnić. Potrafi podać różnice pomiędzy anomalnym zjawiskiem Zemana i zjawiskiem normalnym. Student zna zasadę działania spektrometru z płytka Lummera-Gherckego. Umiejętności. Student potrafi posłużyć się stanowiskiem pomiarowym i poprawnie wykonać eksperyment .
- EK8 Wiedza** Student wie, co to jest promieniowanie rentgenowskie i zna zasadę działania aparatu rentgenowskiego, potrafi podać praktyczne zastosowania promieniowania rentgenowskiego. Student zna prawo odbicia Bragga oraz hipotezę Luisa de Brogliea. Umiejętności. Student potrafi posłużyć się stanowiskiem pomiarowym w celu wyznaczenia stałej Plancka.
- EK9 Wiedza** Student zna wzór na siłę Lorentza i potrafi opisać ruch ładunku elektrycznego w polu elektromagnetycznym. Student zna wyrażenie na indukcję pola magnetycznego wytwarzanego przez cewkę o znanych parametrach, przez którą płynie znany prąd. Student zna metodę pomiaru ładunku właściwego e/m z zastosowaniem pola elektrycznego i poprzecznego oraz podłużnego pola magnetycznego. Umiejętności. Student potrafi wyznaczyć siły działające na poruszający się w polu elektromagnetycznym ładunek elektryczny, gdy zadane są natężenie pola elektrycznego i indukcja pola magnetycznego. Student potrafi wykonać pomiary i posługując się otrzymanymi wynikami potrafi wyznaczyć ładunek właściwy e/m oraz jego niepewność.
- EK10 Wiedza** Student zna model atomu i potrafi podać postulaty Bohra. Student potrafi opisać stany elektronowe za pomocą liczb kwantowych oraz wie, co to jest orbitalny i spinowy moment magnetyczny, potrafi wyznaczyć wypadkowy moment magnetyczny atomu, potrafi wyjaśnić jak pole magnetyczne wpływa na atom i wie, co to jest spektroskopia rezonansów magnetycznych.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	Wprowadzenie do laboratorium, omówienie ćwiczeń, regulaminu pracowni i przepisów BHP oraz podział studentów na grupy ćwiczeniowe. Zapoznanie studentów z wymaganiami dotyczącymi sposobu opracowania wyników pomiarowych i sprawozdań oraz z wymaganiami dotyczącymi zaliczenia przedmiotu.	3

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L2	Badanie widm absorpcyjnych i fotoluminescencyjnych molekuł. Omówienie podstawowych zagadnień związanych z eksperymentem: widmo promieniowania elektromagnetycznego, oddziaływanie promieniowania elektromagnetycznego z materia, transmisja, absorpcja i fotoluminescencja. Diagram Jabłńskiego. Omówienie metody pomiarowej i sposobu przeprowadzenia pomiarów, wykonanie eksperymentu, opracowanie wyników pomiarowych w postaci sprawozdania i jego obrona.	3
L3	Wyznaczenie ładunku elementarnego metoda Millikana. Omówienie podstawowych zagadnień związanych z eksperymentem: ruch kropli oleju między okładkami kondensatora płaskiego, metody wyznaczania ładunku elementarnego z uwzględnieniem poprawki do wzoru Stokesa. Omówienie stanowiska pomiarowego i sposobu przeprowadzenia pomiarów, wykonanie eksperymentu, opracowanie wyników pomiarowych w postaci sprawozdania i jego obrona.	3
L4	Wyznaczanie zależności namagnesowania ferromagnetyka od natężenia pola magnetycznego na podstawie petli histerezy magnetycznej. Omówienie podstawowych zagadnień związanych z eksperymentem: pole magnetyczne, natężenie i indukcja pola magnetycznego, strumień pola magnetycznego i zasada indukcji Faradaya, wektor magnetyzacji, podatność magnetyczna, podział substancji magnetycznych, struktura domenowa, pętla histerezy magnetycznej. Omówienie stanowiska pomiarowego i sposobu przeprowadzenia pomiarów, wykonanie eksperymentu, opracowanie wyników pomiarowych w postaci sprawozdania i jego obrona.	3
L5	Badanie efektu Kerra w ceramicznym ferroelektryku PLZT. Omówienie podstawowych zagadnień związanych z eksperymentem: prawo załamania światła, światło spolaryzowane, dwójłowność optyczna, elektrooptyczny efekt Kerra. Omówienie stanowiska pomiarowego oraz sposobu przeprowadzenia pomiarów, wykonanie eksperymentu, opracowanie wyników pomiarowych w postaci sprawozdania i jego obrona.	3
L6	Wyznaczenie prędkości światła. Omówienie podstawowych zagadnień związanych z eksperymentem: równanie fali elektromagnetycznej, metody wyznaczania prędkości światła, współczynnik załamania światła. Omówienie stanowiska pomiarowego oraz sposobu przeprowadzenia pomiarów, wykonanie eksperymentu, opracowanie wyników pomiarowych w postaci sprawozdania i jego obrona.	3
L7	Wyznaczenie przerwy energetycznej i innych parametrów złącza p-n dla krzemu Si i germanu Ge. Omówienie podstawowych zagadnień związanych z eksperymentem: teoria pasmowa ciała stałego, złącze p-n. Omówienie stanowiska pomiarowego oraz sposobu przeprowadzenia pomiarów, wykonanie eksperymentu, opracowanie wyników pomiarowych w postaci sprawozdania i jego obrona.	3
L8	Dyfrakcja elektronów. Omówienie podstawowych zagadnień związanych z eksperymentem: hipoteza Luisa de Broglie'a oraz Bragg'a. Omówienie stanowiska pomiarowego oraz sposobu przeprowadzenia pomiarów, wykonanie eksperymentu, opracowanie wyników pomiarowych w postaci sprawozdania i jego obrona.	3

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L9	Badanie absorpcji rezonansowej światła w dielektrykach w zakresie światła widzialnego. Omówienie podstawowych zagadnień związanych z eksperymentem: zjawiskopolaryzacji światła, dyspersji i absorpcji światła, prawo absorpcji. Omówienie stanowiska pomiarowego oraz sposobu przeprowadzenia pomiarów, wykonanie eksperymentu, opracowanie wyników pomiarowych w postaci sprawozdania i jego obrona.	3
L10	Efekt Zemana. Omówienie podstawowych zagadnień związanych z eksperymentem: normalny efekt Zemana, zasada działania spektroskopu z płytka Lummera-Gherckiego. Omówienie stanowiska pomiarowego oraz sposobu przeprowadzenia pomiarów, wykonanie eksperymentu, opracowanie wyników pomiarowych w postaci sprawozdania i jego obrona.	3
L11	Badanie widma rentgenowskiego molibdenu i wyznaczenie stałej Plancka. Omówienie podstawowych zagadnień związanych z eksperymentem: budowa aparatu rentgenowskiego i widmo promieniowania rentgenowskiego, prawo odbicia Bragga, prawo przesunień Duane-Hunt. Omówienie stanowiska pomiarowego oraz sposobu przeprowadzenia pomiarów, wykonanie eksperymentu, opracowanie wyników pomiarowych w postaci sprawozdania i jego obrona.	3
L12	Elektronowy rezonans paramagnetyczny. Omówienie podstawowych zagadnień związanych z eksperymentem: model atomu wodoru, liczby kwantowe, orbitalny i spinowy moment magnetyczny, wyznaczenie wypadkowego momentu magnetycznego atomu, sprzężenie spin-orbita, czynnik giromagnetyczny, atom w polu magnetycznym, spektroskopia rezonansów magnetycznych. Omówienie stanowiska pomiarowego oraz sposobu przeprowadzenia pomiarów, wykonanie eksperymentu, opracowanie wyników pomiarowych w postaci sprawozdania i jego obrona.	3
L13	Badanie własności ferroelektrycznych. Omówienie podstawowych zagadnień związanych z eksperymentem: wektor polaryzacji, struktura domenowa i zjawisko histerezy magnetycznej, histereza temperaturowa, prawo Curie-Weissa. Omówienie stanowiska pomiarowego oraz sposobu przeprowadzenia pomiarów, wykonanie eksperymentu, opracowanie wyników pomiarowych w postaci sprawozdania i jego obrona.	3
L14	Wyznaczenie ładunku właściwego elektronu e/m w poprzecznym polu magnetycznym. Omówienie podstawowych zagadnień związanych z eksperymentem: siła Lorentza, ruch ładunku w polu elektromagnetycznym. Omówienie stanowiska pomiarowego oraz sposobu przeprowadzenia pomiarów, wykonanie eksperymentu, opracowanie wyników pomiarowych w postaci sprawozdania i jego obrona.	3
L15	Pomiar ładunku właściwego elektronu metoda podłużnego pola magnetycznego. Omówienie podstawowych zagadnień związanych z eksperymentem: równanie Lorentza, ruch naładowanej cząstki w polu magnetycznym. Omówienie stanowiska pomiarowego oraz sposobu przeprowadzenia pomiarów, wykonanie eksperymentu, opracowanie wyników pomiarowych w postaci sprawozdania i jego obrona.	3

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Ćwiczenia laboratoryjne

N2 Dyskusja

N3 Konsultacje

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	0
Konsultacje przedmiotowe	15
Egzaminy i zaliczenia w sesji	0
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	10
Opracowanie wyników	10
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	10
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	45
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	3.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Odpowiedź ustna

F2 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Do ćwiczeń mogą przystąpić studenci, którzy wykazali się znajomością części teoretycznej dotyczącej ćwiczenia.

W2 Studenci przystępując do ćwiczeń mając już opracowaną część teoretyczną sprawozdania.

W3 Warunkiem zaliczenia części eksperymentalnej ćwiczenia jest uzyskanie akceptacji prowadzącego potwierdzonej

W4 Warunkiem zaliczenia ćwiczenia jest uzyskanie pozytywnej oceny ze sprawozdania.

W5 Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest wykonanie wszystkich ćwiczeń i uzyskanie pozytywnych ocen z przedstawionych

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	*****
NA OCENĘ 3.0	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej. Wykonał ćwiczenie i złożył sprawozdanie porównawcze merytorycznie.
NA OCENĘ 3.5	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy. Wykonał ćwiczenie i złożył sprawozdanie porównawcze merytorycznie.
NA OCENĘ 4.0	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy, poprawnie zaplanował i wykonał pomiary i złożył sprawozdanie porównawcze merytorycznie.
NA OCENĘ 4.5	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy, poprawnie zaplanował i wykonał pomiary oraz je opracował i zinterpretował. Złożył sprawozdanie porównawcze merytorycznie.
NA OCENĘ 5.0	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy, poprawnie zaplanował i wykonał pomiary oraz je opracował i zinterpretował. Złożył sprawozdanie porównawcze merytorycznie i prawidłowo wyciągnął wnioski.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	*****
NA OCENĘ 3.0	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej. Wykonał ćwiczenie i złożył sprawozdanie porównawcze merytorycznie.
NA OCENĘ 3.5	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy. Wykonał ćwiczenie i złożył sprawozdanie porównawcze merytorycznie.
NA OCENĘ 4.0	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy, poprawnie zaplanował i wykonał pomiary i złożył sprawozdanie porównawcze merytorycznie.
NA OCENĘ 4.5	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy, poprawnie zaplanował i wykonał pomiary oraz je opracował i zinterpretował. Złożył sprawozdanie porównawcze merytorycznie.
NA OCENĘ 5.0	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy, poprawnie zaplanował i wykonał pomiary oraz je opracował i zinterpretował. Złożył sprawozdanie porównawcze merytorycznie i prawidłowo wyciągnął wnioski.

EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	*****
NA OCENĘ 3.0	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej. Wykonał ćwiczenie i złożył sprawozdanie porównawcze merytorycznie.
NA OCENĘ 3.5	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy. Wykonał ćwiczenie i złożył sprawozdanie porównawcze merytorycznie.
NA OCENĘ 4.0	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy, poprawnie zaplanował i wykonał pomiary i złożył sprawozdanie porównawcze merytorycznie.
NA OCENĘ 4.5	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy, poprawnie zaplanował i wykonał pomiary oraz je opracował i zinterpretował. Złożył sprawozdanie porównawcze merytorycznie.
NA OCENĘ 5.0	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy, poprawnie zaplanował i wykonał pomiary oraz je opracował i zinterpretował. Złożył sprawozdanie porównawcze merytorycznie i prawidłowo wyciągnął wnioski.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	*****
NA OCENĘ 3.0	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej. Wykonał ćwiczenie i złożył sprawozdanie porównawcze merytorycznie.
NA OCENĘ 3.5	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy. Wykonał ćwiczenie i złożył sprawozdanie porównawcze merytorycznie.
NA OCENĘ 4.0	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy, poprawnie zaplanował i wykonał pomiary i złożył sprawozdanie porównawcze merytorycznie.
NA OCENĘ 4.5	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy, poprawnie zaplanował i wykonał pomiary oraz je opracował i zinterpretował. Złożył sprawozdanie porównawcze merytorycznie.
NA OCENĘ 5.0	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy, poprawnie zaplanował i wykonał pomiary oraz je opracował i zinterpretował. Złożył sprawozdanie porównawcze merytorycznie i prawidłowo wyciągnął wnioski.
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	

NA OCENĘ 2.0	*****
NA OCENĘ 3.0	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej. Wykonał ćwiczenie i złożył sprawozdanie porównawcze merytorycznie.
NA OCENĘ 3.5	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy. Wykonał ćwiczenie i złożył sprawozdanie porównawcze merytorycznie.
NA OCENĘ 4.0	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy, poprawnie zaplanował i wykonał pomiary i złożył sprawozdanie porównawcze merytorycznie.
NA OCENĘ 4.5	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy, poprawnie zaplanował i wykonał pomiary oraz je opracował i zinterpretował. Złożył sprawozdanie porównawcze merytorycznie.
NA OCENĘ 5.0	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy, poprawnie zaplanował i wykonał pomiary oraz je opracował i zinterpretował. Złożył sprawozdanie porównawcze merytorycznie i prawidłowo wyciągnął wnioski.
EFEKT KSZTAŁCENIA 6	
NA OCENĘ 2.0	*****
NA OCENĘ 3.0	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej. Wykonał ćwiczenie i złożył sprawozdanie porównawcze merytorycznie.
NA OCENĘ 3.5	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy. Wykonał ćwiczenie i złożył sprawozdanie porównawcze merytorycznie.
NA OCENĘ 4.0	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy, poprawnie zaplanował i wykonał pomiary i złożył sprawozdanie porównawcze merytorycznie.
NA OCENĘ 4.5	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy, poprawnie zaplanował i wykonał pomiary oraz je opracował i zinterpretował. Złożył sprawozdanie porównawcze merytorycznie.
NA OCENĘ 5.0	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy, poprawnie zaplanował i wykonał pomiary oraz je opracował i zinterpretował. Złożył sprawozdanie porównawcze merytorycznie i prawidłowo wyciągnął wnioski.
EFEKT KSZTAŁCENIA 7	
NA OCENĘ 2.0	*****

NA OCENĘ 3.0	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej. Wykonał ćwiczenie i złożył sprawozdanie poprawnie merytorycznie
NA OCENĘ 3.5	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy. Wykonał ćwiczenie i złożył sprawozdanie poprawnie merytorycznie.
NA OCENĘ 4.0	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy, poprawnie zaplanował i wykonał pomiary i złożył sprawozdanie poprawnie merytorycznie.
NA OCENĘ 4.5	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy, poprawnie zaplanował i wykonał pomiary oraz je opracował i zinterpretował . Złożył sprawozdanie poprawnie merytorycznie.
NA OCENĘ 5.0	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy, poprawnie zaplanował i wykonał pomiary oraz je opracował i zinterpretował . Złożył sprawozdanie poprawnie merytorycznie i prawidłowo wyciągnął wnioski.
EFEKT KSZTAŁCENIA 8	
NA OCENĘ 2.0	*****
NA OCENĘ 3.0	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej. Wykonał ćwiczenie i złożył sprawozdanie poprawnie merytorycznie
NA OCENĘ 3.5	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy. Wykonał ćwiczenie i złożył sprawozdanie poprawnie merytorycznie.
NA OCENĘ 4.0	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy, poprawnie zaplanował i wykonał pomiary i złożył sprawozdanie poprawnie merytorycznie.
NA OCENĘ 4.5	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy, poprawnie zaplanował i wykonał pomiary oraz je opracował i zinterpretował . Złożył sprawozdanie poprawnie merytorycznie.
NA OCENĘ 5.0	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy, poprawnie zaplanował i wykonał pomiary oraz je opracował i zinterpretował . Złożył sprawozdanie poprawnie merytorycznie i prawidłowo wyciągnął wnioski.
EFEKT KSZTAŁCENIA 9	
NA OCENĘ 2.0	*****

NA OCENĘ 3.0	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej. Wykonał ćwiczenie i złożył sprawozdanie poprawnie merytorycznie
NA OCENĘ 3.5	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy. Wykonał ćwiczenie i złożył sprawozdanie poprawnie merytorycznie.
NA OCENĘ 4.0	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy, poprawnie zaplanował i wykonał pomiary i złożył sprawozdanie poprawnie merytorycznie.
NA OCENĘ 4.5	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy, poprawnie zaplanował i wykonał pomiary oraz je opracował i zinterpretował . Złożył sprawozdanie poprawnie merytorycznie.
NA OCENĘ 5.0	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy, poprawnie zaplanował i wykonał pomiary oraz je opracował i zinterpretował . Złożył sprawozdanie poprawnie merytorycznie i prawidłowo wyciągnął wnioski.
EFEKT KSZTAŁCENIA 10	
NA OCENĘ 2.0	*****
NA OCENĘ 3.0	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej. Wykonał ćwiczenie i złożył sprawozdanie poprawnie merytorycznie
NA OCENĘ 3.5	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy. Wykonał ćwiczenie i złożył sprawozdanie poprawnie merytorycznie.
NA OCENĘ 4.0	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy, poprawnie zaplanował i wykonał pomiary i złożył sprawozdanie poprawnie merytorycznie.
NA OCENĘ 4.5	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy, poprawnie zaplanował i wykonał pomiary oraz je opracował i zinterpretował . Złożył sprawozdanie poprawnie merytorycznie.
NA OCENĘ 5.0	Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej, potrafi omówić i złożyć układ pomiarowy, poprawnie zaplanował i wykonał pomiary oraz je opracował i zinterpretował . Złożył sprawozdanie poprawnie merytorycznie i prawidłowo wyciągnął wnioski.

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	K_W02, K_W07, K_W08, K_U06, K_U07, K_U09, K_K01, K_K03	Cel 1 Cel 2 Cel 5 Cel 7 Cel 8 Cel 9	L2	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK2	K_W02, K_W06, K_W07, K_W08, K_U06, K_U07, K_U09, K_K01, K_K03	Cel 2 Cel 4 Cel 7 Cel 8 Cel 9	L3	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK3	K_W02, K_W06, K_W07, K_W08, K_U07, K_U09, K_K01, K_K03	Cel 2 Cel 3 Cel 6 Cel 7 Cel 8 Cel 9	L4	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK4	K_W02, K_W07, K_W08, K_U06, K_U07, K_U09, K_K01, K_K03	Cel 2 Cel 5 Cel 7 Cel 8 Cel 9	L5	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK5	K_W02, K_W06, K_W07, K_W08, K_U09, K_K01, K_K03	Cel 2 Cel 3 Cel 6 Cel 7 Cel 8 Cel 9	L7	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK6	K_W02, K_W07, K_W08, K_U06, K_U07, K_U09, K_K01, K_K03	Cel 2 Cel 6 Cel 7 Cel 8 Cel 9	L9	N1 N2 N3	F1 F2 P1

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSODY OCENY
EK7	K_W02, K_W06, K_W07, K_W08, K_U06, K_U07	Cel 2 Cel 5 Cel 7 Cel 8 Cel 9	L10	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK8	K_W02, K_W07, K_W08, K_U09, K_K01, K_K03	Cel 2 Cel 6 Cel 7 Cel 8 Cel 9	L11	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK9	K_W02, K_W07, K_W08, K_U06, K_U07, K_U09, K_K01, K_K03	Cel 2 Cel 5 Cel 6 Cel 7 Cel 8 Cel 9	L1 L15	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK10	K_W02, K_W06, K_W08, K_U06, K_U09, K_K01, K_K03	Cel 2 Cel 6 Cel 7 Cel 8 Cel 9	L12	N1 N2 N3	F1 F2 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | B.Oles, M.Duraj — *Cwiczenia laboratoryjne z fizyki*, Kraków, 2001, Politechnika Krakowska
- [2] | C.Kittel — *Wstęp do fizyki ciała stałego*, Warszawa, 1999, PWN
- [3] | A.Chełkowski — *Fizyka dielektryków*, Warszawa, 1997, PWN
- [4] | D.Halliday, R.Resnick — *Fizyka t.1.2.*, Warszawa, 1974, PWN

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | R.Eisberg,R.Resnick — *Fizyka kwantowa*, Warszawa, 1976, PWN
- [2] | A.Januszajtis — *Fizyka dla politechnik*, Warszawa, 1991, PWN

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr Ewa Gondek (kontakt: e.gondek@wp.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr Ewa Gondek (kontakt:)

2 prof Jerzy Sanetra (kontakt:)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....
.....