

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2019/2020

Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki

Kierunek studiów: Fizyka Techniczna

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: FT

Stopień studiów: I

Specjalności: Technologie multimedialne

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                        |
|-----------------------------------------|------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Laboratorium fiz. II   |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Physical laboratory    |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WIMiF FT oIS C11 19/20 |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe  |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 3.00                   |
| SEMESTRY                                | 6                      |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | SEMINARIUM | PROJEKT |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|------------|---------|
| 6       | 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 pętli 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: doświadczenie Millikana, dyfrakcja elektronów.
- Cel 5** Zapoznanie studentów z eksperymentami z podstaw optyki atomowej: efekt Zeemana, elektronowy rezonans paramagnetyczny, wyznaczenie prędkości światła, efekt Kerra, 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 następniej używania do opisu zjawisk i efektów będących 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 Jabłońskiego, 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 doświadczenie Millikana, potrafi przeanalizować ruch kropli oleju między okładkami kondensatora płaskiego. **Umiejętności:** Student potrafi wykonać doświadczenie 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 pętli histerezy magnetycznej. Zna zasadę działania aparatury pomiarowej użytej w eksperymencie. Zna budowę układu pomiarowego do wyznaczania pętli histerezy magnetycznej. **Umiejętności:** Student potrafi zestawić stanowisko pomiarowe do wyznaczania pętli 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 pętli histerezy magnetycznej. **Umiejętności.** Student potrafi posłużyć się stanowiskiem pomiarowym i wyznaczyć pętlę histerezy magnetycznej.
- EK4 Wiedza** Student zna podstawowe pojęcia z zakresu optyki falowej i podstawowe zjawiska związane z rozchodem się światła, potrafi opisać elektrooptyczny efekt Kerra, 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

- EK5 Wiedza** Student potrafi zdefiniować półprzewodniki samoistne i półprzewodniki domieszkowe. W oparciu o teorię pasmową 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 objaśnić rodzaje polaryzacji. Student wie, co to jest efekt Zeemana i potrafi go wyjaśnić. Potrafi podać różnicę pomiędzy anomalnym zjawiskiem Zeemana i zjawiskiem normalnym. Student zna zasadę działania spektrometru z płytką 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 Broglie'a. 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 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<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                       | LICZBA<br>GODZIN |
| L1           | Wprowadzenie do laboratorium, omówienie ćwiczeń, regulaminu pracowni przepisów BHP oraz podział studentów na grupy ćwiczeniowe.<br>Zapoznanie studentów z wymaganiami dotyczącymi sposobu opracowania wyników pomiarowych i sprawozdań oraz z wymaganiami dotyczącymi zaliczenia przedmiotu. | 3                |

| LABORATORIUM |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                  |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | LICZBA<br>GODZIN |
| L2           | Badanie widm absorpcyjnych i fotoluminescencyjnych molekuł. Omówienie podstawowych zagadnień związanych z eksperymentem: widmo promieniowania elektromagnetycznego, oddziaływanie promieniowania elektromagnetycznego z materią, transmisja, absorpcja i fotoluminescencja. Diagram Jabłońskiego. Omówienie metody pomiarowej i sposobu przeprowadzenia pomiarów, wykonanie eksperymentu, opracowanie wyników pomiarowych w postaci sprawozdania i jego obrona.                                                                                                                                                    | 3                |
| L3           | Wyznaczenie ładunku elementarnego metodą 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 pętli 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, dwójłomność 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<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | LICZBA<br>GODZIN |
| L9           | Badanie absorpcji rezonansowej światła w dielektrykach w zakresie światła widzialnego. Omówienie podstawowych zagadnień związanych z eksperymentem: zjawisko polaryzacji światła, dyspersja i absorpcja 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 płytą Lummera-Gherckego. 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 przesunięcia Duane'a-Hunt'a. 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 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 metodą 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<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |                                                         |
| Godziny wynikające z planu studiów                                                               | 45                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 15                                                      |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 5                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 10                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 10                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 5                                                       |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>90</b>                                               |
| 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 podpisem w protokole pomiarowym.

**W4** Warunkiem zaliczenia ćwiczenia jest uzyskanie pozytywnej oceny ze sprawozdania

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

## KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                                                                                                                                                                  |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej. Wykonał ćwiczenie i złożył sprawozdanie porównawne merytorycznie. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                                                  |
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej. Wykonał ćwiczenie i złożył sprawozdanie porównawne merytorycznie. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                                                  |
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej. Wykonał ćwiczenie i złożył sprawozdanie porównawne merytorycznie. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                                  |
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej. Wykonał ćwiczenie i złożył sprawozdanie porównawne merytorycznie. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |                                                                                                                                                                                  |
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej. Wykonał ćwiczenie i złożył sprawozdanie porównawne merytorycznie. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 6 |                                                                                                                                                                                  |
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej. Wykonał ćwiczenie i złożył sprawozdanie porównawne merytorycznie. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 7 |                                                                                                                                                                                  |
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej. Wykonał ćwiczenie i złożył sprawozdanie porównawne merytorycznie. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 8 |                                                                                                                                                                                  |
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej. Wykonał ćwiczenie i złożył sprawozdanie porównawne merytorycznie. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 9 |                                                                                                                                                                                  |

|                      |                                                                                                                                                                               |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.0         | Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej. Wykonał ćwiczenie i złożył sprawozdanie porawne merytorycznie. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 10 |                                                                                                                                                                               |
| NA OCENĘ 3.0         | Student zna podstawowe pojęcia związane z ćwiczeniem, zna zjawisko fizyczne będące podstawą metody pomiarowej. Wykonał ćwiczenie i złożył sprawozdanie porawne merytorycznie. |

## 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_W05<br>K_W07<br>K_W08b<br>K_U06 b<br>K_U07 b                           | Cel 1 Cel 2<br>Cel 5 Cel 7<br>Cel 8 Cel 9 | L2                | N1 N2 N3              | F1 F2         |
| EK2               | K_W02 K_W06<br>K_W07<br>K_W08b<br>K_U06 b<br>K_U07 b<br>K_U09 b<br>K_K01 K_K03 | Cel 2 Cel 4<br>Cel 7 Cel 8<br>Cel 9       | L3                | N1 N2 N3              | F1 F2         |
| EK3               | K_W02 K_W05<br>K_W07<br>K_W08b<br>K_U06 b<br>K_U07 b<br>K_U09 b                | Cel 2 Cel 3<br>Cel 6 Cel 7<br>Cel 8 Cel 9 | L4                | N1 N2 N3              | F1 F2         |
| EK4               | K_W02 K_W05<br>K_W07<br>K_W08b<br>K_U06 b<br>K_U07 b<br>K_U09 b<br>K_K01 K_K03 | Cel 2 Cel 3<br>Cel 6 Cel 7<br>Cel 8 Cel 9 | L5                | N1 N2 N3              | F1 F2         |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU           | CELE PRZEDMIOTU                           | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK5               | K_W02 K_W06<br>K_W07<br>K_W08b<br>K_U06 b<br>K_U07 b<br>K_U09 b<br>K_K01 K_K03           | Cel 2 Cel 5<br>Cel 7 Cel 8<br>Cel 9       | L7                | N1 N2 N3              | F1 F2         |
| EK6               | K_W02 K_W07<br>K_W08b<br>K_U06 b<br>K_U07 b<br>K_U09 b<br>K_K01 K_K03                    | Cel 2 Cel 3<br>Cel 6 Cel 7<br>Cel 8 Cel 9 | L9                | N1 N2 N3              | F1 F2         |
| EK7               | K_W02 K_W06<br>K_W07<br>K_W08b<br>K_U06 b<br>K_U07 b<br>K_U09 b<br>K_K01 K_K03           | Cel 2 Cel 6<br>Cel 7 Cel 8<br>Cel 9       | L10               | N1 N2 N3              | F1 F2         |
| EK8               | K_W02 K_W05<br>K_W07<br>K_W08b<br>K_W09b<br>K_U06 b<br>K_U07 b<br>K_U09 b<br>K_K01 K_K03 | Cel 2 Cel 6<br>Cel 7 Cel 8<br>Cel 9       | L11               | N1 N2 N3              | F1 F2         |
| EK9               | K_W02 K_W05<br>K_W06 K_W07<br>K_W08b<br>K_U06 b<br>K_U07 b<br>K_U09 b<br>K_K01 K_K03     | Cel 2 Cel 5<br>Cel 6 Cel 7<br>Cel 8 Cel 9 | L14               | N1 N2 N3              | F1 F2         |
| EK10              | K_W02 K_W05<br>K_W06 K_W07<br>K_W08b                                                     | Cel 2 Cel 5<br>Cel 6 Cel 7<br>Cel 8 Cel 9 | L12               | N1 N3                 | F1 F2         |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] C.Kittel — *Wstęp do fizyki ciała stałego*, Warszawa, 1999, PWN
- [2 ] A.Chełkowski — *Fizyka dielektryków*, Warszawa, 1977, PWN
- [3 ] D.Halliday, R.Resnick — *Fizyka t.1.2.*, Warszawa, 1974, PWN

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. Ewa Gondek (kontakt: [egondek@pk.edu.pl](mailto:egondek@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 Dr hab Ewa Gondek (kontakt: [mail@example.com](mailto:mail@example.com))
- 2 Dr inż Monika Pokladko-Kowar (kontakt: [mail@example.com](mailto:mail@example.com))
- 3 Dr inż Ryszard Duraj (kontakt: [mail@example.com](mailto:mail@example.com))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

.....

.....