

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2020/2021

Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki

Kierunek studiów: Fizyka Techniczna

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: FT

Stopień studiów: I

Specjalności: Fizyka medyczna, Nowoczesne materiały i nanotechnologie, Modelowanie komputerowe, Technologie multimedialne

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Oprac. danych doświad.
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Treatment of experimental data
KOD PRZEDMIOTU	WIMiF FT oIS B6 20/21
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty podstawowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	4.00
SEMESTRY	1

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

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	SEMINARIUM	PROJEKT
1	15	0	0	15	0	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studentów z pojęciami: pomiar, pomiar pośredni, pomiar bezpośredni, błąd pomiarowy, błąd przypadkowy, systematyczny i grubo, niepewność pomiaru.

**Cel 2** Zapoznanie studentów z ogólnym pojęciem rozkładu statystycznego oraz szczególnymi rozkładami: rozkładem Gaussa, rozkładem prostokątnego i trójkątnego. Zapoznanie studentów z pojęciem wariancji i odchylenia

standardowego.

**Cel 3** Zapoznanie studentów z metodami A i B wyznaczania niepewności pomiaru i regułami zapisu wyniku pomiaru.

**Cel 4** Zapoznanie studentów z regułami wyznaczania niepewności standardowej i rozszerzonej pomiarów pośrednich.

**Cel 5** Zapoznanie studentów z pojęciem regresji liniowej i regułami rysowania wykresów.

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

1 Znajomość rachunku różniczkowego.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna pojęcia: pomiar, pomiar pośredni, pomiar bezpośredni, błąd pomiarowy, błąd przypadkowy, systematyczny i grubość, niepewność pomiaru.

**EK2 Wiedza** Student zna rozkład Gaussa, rozkład prostokątny i rozkład trójkątny. Student zna pojęcie wariancji i odchylenia standardowego.

**EK3 Wiedza** Student zna metody A i B wyznaczania niepewności pomiaru i reguły zapisu wyniku pomiaru.

**EK4 Wiedza** Student zna reguły wyznaczania niepewności pomiaru pośredniego.

**EK5 Wiedza** Student zna pojęcie regresji liniowej i reguły rysowania wykresów na podstawie punktów pomiarowych.

**EK6 Umiejętności** Student potrafi wybrać metodę A lub B do wyznaczenia niepewności pomiaru. Student potrafi wyznaczyć niepewność standardową metodą A i metodą B i poprawnie zapisać wynik pomiaru.

**EK7 Umiejętności** Student potrafi wyznaczyć niepewność standardową i niepewność rozszerzoną pomiaru pośredniego.

**EK8 Umiejętności** Student potrafi wyznaczyć parametry dopasowania i ich niepewności metodą regresji liniowej oraz narysować wykres zgodnie z obowiązującymi regułami.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

LABORATORIUM KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
K1	Proste pomiary przymiarem kreskowym, suwmiarka i śruba mikrometryczna. Wybór metody szacowania niepewności pomiaru dla każdego z wykonanych pomiarów.	1
K2	Budowanie histogramów na podstawie prób losowych podlegających rozkładom: Gaussa, prostokątnego i trójkątnego z użyciem programu Excel. Wyznaczanie estymat odchylenia standardowego na podstawie skończonych prób pomiarowych podlegających rozkładom: Gaussa, prostokątnego i trójkątnego z użyciem programu Excel.	3

LABORATORIUM KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>K3</b>	Szacowanie niepewności pomiaru metodami A i B. Wylizanie niepewności złożonej. Zapisywanie wyników pomiaru zgodnie z obowiązującymi regułami. Obliczenia przeprowadzane są przy użyciu programu Excel.	6
<b>K4</b>	Szacowanie niepewności standardowej i rozszerzonej pomiarów pośrednich. Obliczenia przeprowadzane są przy użyciu programu Excel.	3
<b>K5</b>	Wykorzystanie programu Excel do wyznaczania parametrów dopasowania metodą regresji liniowej. Rysowanie wykresów.	2

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	Wprowadzenie pojęcia wielkości mierzonej i jej jednostki oraz pomiaru. Podział pomiarów na bezpośrednie i pośrednie. Wprowadzenie pojęcia błędu pomiaru. Podział błędów na przypadkowe systematyczne i grube. Wprowadzenie pojęcia niepewności pomiaru.	1
<b>W2</b>	Wprowadzenie i pojęcia zmiennej losowej i rozkładu zmiennej losowej. Opis rozkładów: Gaussa, prostokątnego i trójkątnego. Wprowadzenie pojęcia wariancji i odchylenia standardowego.	2
<b>W3</b>	Opis metody A i metody B wyznaczania niepewności pomiaru.	6
<b>W4</b>	Reguły wyznaczania niepewności standardowej i rozszerzonej pomiaru pośredniego.	3
<b>W5</b>	Opis metody regresji liniowej. Reguły rysowania wykresów na podstawie punktów pomiarowych.	3

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Ćwiczenia laboratoryjne

**N3** Konsultacje

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
<b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>	
Godziny wynikające z planu studiów	30
Konsultacje przedmiotowe	15
Egzaminy i zaliczenia w sesji	0
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	40
Opracowanie wyników	35
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	0
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>120</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	4.00

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Ćwiczenie praktyczne

F2 Kolokwium

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

### KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia kryteriów wystarczających do uzyskania oceny co najmniej 3.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi zdefiniować pojęcia pomiar i błąd pomiaru. Potrafi wymienić typy pomiarów.
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi zdefiniować pojęcia pomiar i błąd pomiaru, potrafi wymienić i rozróżnia pomiary bezpośrednie i pośrednie, potrafi wymienić typy błędów.
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi zdefiniować pojęcia pomiar i błąd pomiaru, potrafi wymienić i rozróżnia pomiary bezpośrednie i pośrednie, potrafi wymienić typy błędów i opisać różnice między nimi, podać przykłady. Potrafi zdefiniować pojęcie niepewności pomiaru.

NA OCENĘ 4.5	Student potrafi zdefiniować pojęcia pomiar i błąd pomiaru, potrafi wymienić i rozróżnia pomiary bezpośrednie i pośrednie, potrafi wymienić typy błędów i opisać różnice między nimi, podać przykłady. Potrafi zdefiniować pojęcie niepewności pomiaru.
NA OCENĘ 5.0	Student spełnia powyższe kryteria w stopniu nie budzącym zastrzeżeń.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia kryteriów wystarczających do uzyskania oceny co najmniej 3.
NA OCENĘ 3.0	Student zna pojęcie rozkładu statystycznego, zna kształt rozkładu Gaussa, prostokątnego i trójkątnego.
NA OCENĘ 3.5	Student zna pojęcie rozkładu statystycznego, zna kształt rozkładu Gaussa, prostokątnego i trójkątnego. Zna przynajmniej geometryczną interpretację odchylenia standardowego dla rozkładu Gaussa.
NA OCENĘ 4.0	Student zna pojęcie rozkładu statystycznego, zna kształt rozkładu Gaussa, prostokątnego i trójkątnego oraz ich postać funkcyjną. Zna pojęcie wariancji i odchylenia standardowego.
NA OCENĘ 4.5	Student zna pojęcie rozkładu statystycznego, zna kształt rozkładu Gaussa, prostokątnego i trójkątnego oraz ich postać funkcyjną. Zna pojęcie wariancji i odchylenia standardowego. Odróżnia pojęcie odchylenia standardowego pojedynczego pomiaru o odchylenia standardowego średniej arytmetycznej. Potrafi zapisać wzory odchylenia standardowego dla rozkładu Gaussa, prostokątnego i trójkątnego.
NA OCENĘ 5.0	Student spełnia powyższe kryteria w stopniu nie budzącym zastrzeżeń.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia kryteriów wystarczających do uzyskania oceny co najmniej 3.
NA OCENĘ 3.0	Student zna zasady wyznaczania niepewności pomiarowej metodą A i wie kiedy można stosować tę metodę.
NA OCENĘ 3.5	Student zna zasady wyznaczania niepewności pomiarowej metodą A oraz metodą B (w prostych przypadkach) i wie kiedy można stosować obie metody.
NA OCENĘ 4.0	Student zna zasady wyznaczania niepewności pomiarowej metodą A oraz metodą B i wie kiedy można stosować obie metody. Zna reguły zapisu wyniku pomiaru i co najmniej jedną formę zapisu.
NA OCENĘ 4.5	Student zna zasady wyznaczania niepewności pomiarowej metodą A oraz metodą B i wie kiedy można stosować obie metody. Zna reguły składania niepewności. Zna reguły zapisu wyniku pomiaru w różnych formach.
NA OCENĘ 5.0	Student spełnia powyższe kryteria w stopniu nie budzącym zastrzeżeń.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia kryteriów wystarczających do uzyskania oceny co najmniej 3.
NA OCENĘ 3.0	Student zna ogólny wzór na niepewność standardową pomiaru pośredniego.

NA OCENĘ 3.5	Student zna ogólny wzór na niepewność standardową pomiaru pośredniego oraz wzory w szczególności w prostych przypadkach.
NA OCENĘ 4.0	Student zna ogólny wzór na niepewność standardową pomiaru pośredniego oraz wzory w szczególności w prostych przypadkach. Zna zasady wyprowadzania wzorów na niepewność standardową w przypadku multiplikatywnych i addytywnych zależności funkcyjnych.
NA OCENĘ 4.5	Student zna ogólny wzór na niepewność standardową pomiaru pośredniego oraz wzory w szczególności w prostych przypadkach. Zna zasady wyprowadzania wzorów na niepewność standardową w przypadku multiplikatywnych i addytywnych zależności funkcyjnych. Wie jak ocenić udział niepewności poszczególnych zmiennych na niepewność końcową.
NA OCENĘ 5.0	Student spełnia powyższe kryteria w stopniu nie budzącym zastrzeżeń.
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia kryteriów wystarczających do uzyskania oceny co najmniej 3.
NA OCENĘ 3.0	Student zna reguły rysowania wykresów na podstawie punktów pomiarowych.
NA OCENĘ 3.5	Student zna reguły rysowania wykresów na podstawie punktów pomiarowych i pojęcie regresji liniowej.
NA OCENĘ 4.0	Student zna reguły rysowania wykresów na podstawie punktów pomiarowych i pojęcie regresji liniowej. Zna wzory na współczynniki regresji liniowej oraz ich niepewności.
NA OCENĘ 4.5	Student zna reguły rysowania wykresów na podstawie punktów pomiarowych i pojęcie regresji liniowej. Student zna wzory na współczynniki regresji liniowej oraz ich niepewności. Wie jak powiązać współczynniki regresji z mierzonymi wielkościami. Zna sposoby linearyzacji niektórych funkcji nieliniowych.
NA OCENĘ 5.0	Student spełnia powyższe kryteria w stopniu nie budzącym zastrzeżeń.
EFEKT KSZTAŁCENIA 6	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia kryteriów wystarczających do uzyskania oceny co najmniej 3.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi wskazać, którą metodę (A, czy B) należy zastosować w danym przypadku oraz potrafi zastosować metodę A.
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi wskazać, którą metodę (A, czy B) należy zastosować w danym przypadku oraz potrafi zastosować metodę A oraz B.
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi wskazać różne źródła niepewności pomiaru i dobrać odpowiednie metody do oszacowania tych niepewności, złożyć je i zapisać wynik.
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi wskazać różne źródła niepewności pomiaru i dobrać odpowiednie metody do oszacowania tych niepewności, złożyć je wykonać prawidłowo obliczenia i zaokrąglenia oraz zapisać poprawnie wynik zgodnie z regułami zapisu.
NA OCENĘ 5.0	Student spełnia powyższe kryteria w stopniu nie budzącym zastrzeżeń.
EFEKT KSZTAŁCENIA 7	

NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia kryteriów wystarczających do uzyskania oceny co najmniej 3.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi obliczyć i zapisać wynik pomiaru pośredniego mając podany wzór na niepewność pomiaru pośredniego.
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi obliczyć i zapisać wynik pomiaru pośredniego mając podany wzór na niepewność pomiaru pośredniego. Student potrafi samodzielnie wyprowadzić wzór na niepewność pomiaru pośredniego w przypadku multiplikatywnej lub addytywnej zależności pomiędzy wielkością mierzoną pośrednio a wielkościami, od których zależy ta wielkość.
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi przeprowadzić cały proces opracowania danych pomiarowych dla pomiaru pośredniego w przypadku multiplikatywnej lub addytywnej zależności pomiędzy wielkością mierzoną pośrednio a wielkościami, od których zależy ta wielkość.
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi przeprowadzić cały proces opracowania danych pomiarowych dla pomiaru pośredniego w przypadku dowolnej zależności pomiędzy wielkością mierzoną pośrednio a wielkościami, od których zależy ta wielkość.
NA OCENĘ 5.0	Student spełnia powyższe kryteria w stopniu nie budzącym zastrzeżeń.
EFEKT KSZTAŁCENIA 8	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia kryteriów wystarczających do uzyskania oceny co najmniej 3.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi poprawnie narysować wykres zależności między dwiema wielkościami fizycznymi na podstawie dostarczonych danych pomiarowych.
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi poprawnie narysować wykres zależności między dwiema wielkościami fizycznymi na podstawie dostarczonych danych pomiarowych. Potrafi wyznaczyć parametry dopasowania i ich niepewności w przypadku zależności liniowej.
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi poprawnie narysować wykres zależności między dwiema wielkościami fizycznymi na podstawie dostarczonych danych pomiarowych. Potrafi wyznaczyć parametry dopasowania i ich niepewności w przypadku zależności liniowej lub zależności którą można zlinearyzować
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi poprawnie narysować wykres zależności między dwiema wielkościami fizycznymi na podstawie dostarczonych danych pomiarowych. Potrafi wyznaczyć parametry dopasowania i ich niepewności w przypadku zależności liniowej lub zależności którą można zlinearyzować, a także potrafi wykorzystać parametry dopasowania do dalszych obliczeń.
NA OCENĘ 5.0	Student spełnia powyższe kryteria w stopniu nie budzącym zastrzeżeń.

## 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_W16b K_U02	Cel 1	K1 W1	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK2	K_W16b	Cel 2	K2 W2	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK3	K_W16b K_U02 K_K03	Cel 3	K3 W3	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK4	K_W16b K_U02 K_K03	Cel 4	K4 W4	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK5	K_W16b K_U02 K_K03	Cel 5	K5 W5	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK6	K_W16b K_U02 K_K03	Cel 3	K3 W3	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK7	K_W16b K_U02 K_K03	Cel 4	K4 W4	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK8	K_W16b K_U02 K_K03	Cel 5	K5 W5	N1 N2 N3	F1 F2 P1

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **Praca zbiorowa** — *Wyrażanie niepewności pomiaru. Przewodnik*, Warszawa, 1999, Główny Urząd Miar.
- [2 ] **J. Kurzyk** — *Wprowadzenie do metod opracowywania danych pomiarowych*, Kraków, 2011, Wykład, materiały własne.
- [3 ] **D. Turzaniecka** — *Ocena niepewności wyniku pomiarów*, Poznań, 1997, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1 ] **Praca zbiorowa** — *Guide to the Expression of Uncertainty Measurement*, USA, 1995, International Organization for Standardization.
- [2 ] **H. Szydłowski** — *Międzynarodowe normy oceny niepewności pomiarów*, Postępy Fizyki. nr 51 z. 2, 2000, Polskie Towarzystwo Fizyczne.



## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr Jan Kurzyk (kontakt: jkurzyk@pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr Jan Kurzyk (kontakt: jkurzyk@pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....