



## SZKOŁA DOKTORSKA IPPT PAN

### KARTA PRZEDMIOTU OFEROWANEGO W SZKOLE DOKTORSKIEJ IPPT PAN

Nazwa przedmiotu	w j. polskim	<b>Fizyczne podstawy metod doświadczalnych stosowanych w mechanice</b>				
	w j. angielskim	<b>The physical basis of experimental methods used in mechanics</b>				
Rodzaj zajęć	<b>Wykłady</b>					
Kierownik przedmiotu	<b>Prof. dr hab. inż. Wiera Oliferuk</b>			Prowadzący zajęcia	<b>Prof. dr hab. inż. Wiera Oliferuk</b>	
Jednostka realizująca	<b>Laboratorium Termoplastyczność Zakład Mechaniki Materiałów</b>	Dyscyplina/y naukowa/e	<b>Inżynieria mechaniczna, Inżynieria materiałowa</b>			
Poziom kształcenia	<b>kształcenie doktorantów</b>	Semestr studiów	<b>letni lub zimowy</b>			
Język zajęć	<b>angielski lub polski</b>					
Forma zaliczenia	<b>egzamin</b>	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	<b>30</b>	Sumaryczna liczba ECTS	<b>3</b>	
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium	Seminarium
Liczba godzin zajęć	tygodniowo	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
	łącznie w semestrze	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

#### 1. Wymagania wstępne

Znajomość praw fizyki i rozumienie ich matematycznego zapisu. Te umiejętności mieszczą się w wymaganiach wyższych studiów technicznych.

#### 2. Cele przedmiotu

- wykazanie, że podstawą wyznaczania dowolnej wielkości fizycznej charakteryzującej badany obiekt jest określone zjawisko opisane prawami fizyki,
- zachęcenie doktorantów zajmujących się modelowaniem procesów do konfrontacji wprowadzanych założeń z wynikami eksperymentów,
- analiza przykładów nieniszczących metod eksperymentalnych i przedstawienie znaczenia tych metod we współczesnej mechanice.

#### 3. Treści programowe (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

##### Wykład

##### 1. Wprowadzenie

- struktura współczesnych badań naukowych,
- metody eksperymentalne w naukach przyrodniczych i technice,
- metody eksperymentalne w świecie przednaukowym,
- Galileusz Galilei jako prekursor współczesnych metod eksperymentalnych w mechanice,



## SZKOŁA DOKTORSKA IPPT PAN

- metrologia i jej początki, Międzynarodowy Układ Jednostek Miar.
- 2. Właściwości materiału decydujące o jego reakcji na obciążenia mechaniczne:
  - definicje naprężenia i odkształcenia oraz wybór miary tych wielkości,
  - badanie materiału poddanego obciążeniu jednoosiowemu,
    - a) granica plastyczności i metody jej wyznaczenia,
    - b) zależność granicy plastyczności od prędkości odkształcenia,
    - c) moduł Younga i metody jego wyznaczenia,
    - d) pola odkształcenia podczas deformacji materiału – metoda DIC (Digital Image Correlation – korelację obrazów cyfrowych).
- 3. Bilans energetyczny w procesie odkształcania materiału:
  - wielkości fizyczne opisujące stan termodynamiczny odkształconego materiału: energia wewnętrzna, entropia i energia swobodna,
  - proces magazynowania energii podczas odkształcania plastycznego i metody jej wyznaczenia,
  - szybkość magazynowania energii jako miara podziału pracy odkształcania plastycznego na magazynowaną energię i ciepło w każdej chwili procesu odkształcania.
- 4. Niestabilność odkształcenia plastycznego:
  - kryterium Considre’a i jego ograniczenia,
  - utrata szybkości magazynowania energii w obszarze lokalizacji odkształcenia plastycznego jako wskaźnik niestabilności odkształcenia plastycznego,
  - wyznaczenie punktu niestabilności tego odkształcenia,
- 5. Nieniszczące, eksperymentalne metody badań:
  - zjawiska fizyczne wykorzystywane w nieniszczących metodach badań: podstawy metod ultradźwiękowych, prądów wirowych i bezkontaktowego pomiaru pól temperatury,

### Laboratorium

nie dotyczy

### 4. Efekty uczenia się

Numer efektu	Opis efektu uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się zgodnie z 8. PRK	Sposób weryfikacji efektów uczenia*
<b>Wiedza</b>			
1	Absolwent wie i rozumie, że wyznaczenie dowolnej wielkości fizycznej charakteryzującej badany wynik z odpowiedniego fizycznego prawa.	P8S_WG	egzamin
2	Absolwent zna sposoby opisu deformacji materiału, zna i rozumie istotę parametrów potrzebnych do tego opisu.	P8S_WG	egzamin
3	Absolwent wie jak wykorzystać nabytą wiedzę przy ewntualnym modelowaniu numerycznym badanych procesów oraz potrafi tę wiedzę upowszechnić.	P8S_WK	ocena aktywności podczas zajęć



## SZKOŁA DOKTORSKA IPPT PAN

Umiejętności			
1	Absolwent umie zastosować metodę DIC (Digital Image Correlation – korelację obrazów cyfrowych) do wyznaczania pól odkształcenia w procesie deformacji badanego materiału .	P8S_UW	Egzamin
2	Absolwent potrafi opisać przemiany energii podczas deformacji materiałów polikrystalicznych i wyznaczyć zakres stabilnej deformacji plastycznej.	P8S_UW	egzamin
3	Absolwent potrafi zaprojektować stanowisko do badania procesu przemiany energii podczas deformacji badanego materiału.	P8S_UW	ocena aktywności podczas zajęć i wynik egzaminu
4	Absolwent umie przenieść nabytą wiedzę do sfery przemysłowej i upowszechnić wyniki swoich badań.	P8S_UW	ocena aktywności podczas zajęć
Kompetencje społeczne			
1	Absolwent potrafi analizować zadanie badawcze w sposób kreatywny, to znaczy stara się udoskonalić lub uprościć proces badań.	P8S_UO	ocena aktywności podczas zajęć
2	Absolwent potrafi krytycznie ocenić dorobek reprezentowanej dyscypliny naukowej, w tym własnego wkładu w rozwój tej dyscypliny.	P8S_KK	ocena aktywności podczas zajęć

\* dozwolone sposoby weryfikacji efektów uczenia się: egzamin; egzamin ustny; kolokwium pisemne; kolokwium ustne; ocena projektu; ocena sprawozdania; ocena raportu; ocena prezentacji; ocena aktywności w trakcie zajęć; prace domowe;

### 5. Kryteria oceny

ocena aktywności podczas zajęć, wynik egzaminu.

### 6. Literatura

#### Literatura podstawowa

[1] M. B. Bewer, D. L. Hold, A. L. Titghener, **THE STORED ENERGY OF COLD WORK**, Pergamon Press, Oxford, New York, Toronto, Sydney, Braunschweig, 1973.

[2] H. B. Callen, **THERMODYNAMICS**, John Wiley and Sons, New York, London, 1960

#### Literatura uzupełniająca:

[1] A. Oleś, **METODY DOŚWIADCZALNE FIZYKI CIAŁA STAŁEGO**, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1998,

[2] W. Oliferuk, **TERMOGRAFIA PODCZERWIENI W NIENISZCZĄCYCH BADANIACH MATERIAŁÓW I URZĄDZEŃ**, Biuro Gamma, Warszawa 2007.

### 7. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się\*\*

Lp.	Opis	Liczba godzin
1	godziny kontaktowe z wykładownicą wynikające z planu	<b>30</b>
2	Godziny kontaktowe z wykładownicą w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów itp.	<b>15</b>



## SZKOŁA DOKTORSKA IPPT PAN

3	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych	<b>25</b>
4	godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia	<b>35</b>
<b>Sumaryczny nakład pracy studenta</b>		<b>105</b>
<b>Liczba punktów ECTS</b>		<b>3</b>

\*\* 1 ECTS pracy =  $25 \div 30$  godzin nakładu pracy studenta (np. 2 ECTS  $\approx$  60 godzin; 4 ECTS  $\approx$  110 godzin)