



SZKOŁA DOKTORSKA IPPT PAN

KARTA PRZEDMIOTU OFEROWANEGO W SZKOLE DOKTORSKIEJ IPPT PAN

Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Podstawy Rachunku Tensorowego				
	w j. angielskim	Fundamentals of Tensor Calculus				
Rodzaj zajęć	Wykład wprowadzający					
Kierownik przedmiotu	prof. dr hab. inż Katarzyna Kowalczyk-Gajewska			Prowadzący zajęcia	prof. dr hab. inż Katarzyna Kowalczyk-Gajewska	
Jednostka realizująca	ZMM	Dyscyplina/y naukowa/e	Inżynieria mechaniczna/Inżynieria materiałowa			
Poziom kształcenia	Kształcenie doktorantów	Semestr studiów	zimowy			
Język zajęć	Polski lub angielski					
Forma zaliczenia	egzamin	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	45	Sumaryczna liczba ECTS	4	
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium	Seminarium
Liczba godzin zajęć	tygodniowo	2	1	0	0	0
	łącznie w semestrze	30	15	0	0	0

1. Wymagania wstępne

Podstawowa wiedza z zakresu matematyki związanej z algebrą wektorową i macierzową, rachunkiem różniczkowym i całkowym na poziomie magisterskich studiów technicznych, w tym umiejętność rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych i wybranych równań różniczkowych cząstkowych

2. Cele przedmiotu

Celem przedmiotu jest przedstawienie i pogłębienie wiedzy z podstaw rachunku tensorowego w zakresie potrzebnym do opisu problemów spotykanych w mechanice ośrodków ciągłych, w tym podstawowych pojęć z algebry liniowej, definicji iloczynu tensorowego i innym działaniom na tensorach, rozkładom inwariantnym tensorów rzędu drugiego i czwartego, grupom symetrii tensorów i funkcji tensorowych oraz elementom analizy tensorowej.

3. Treści programowe (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

Wykład

1. Podstawowe pojęcia algebry liniowej (grupa, ciało, przestrzeń liniowa, przestrzeń euklidesowa). Bazy w przestrzeniach euklidesowych. Wzory transformacyjne.
2. Iloczyn tensorowy i przestrzeń tensorów dowolnego rzędu. Bazy w przestrzeniach tensorów oraz wzory transformacyjne. Działania na tensorach. Tensor jako operator liniowy. Automorfizmy przestrzeni tensorów.
3. Rozkład spektralny tensorów II-ego rzędu. Niezmienniki przekształceń ortogonalnych dla tensorów. Twierdzenie Cayleya-Hamiltona. Rozkład biegunowy tensorów II-ego rzędu.
4. Grupy symetrii tensorów i funkcji tensorowych. Rozkłady inwariantne tensorów IV-ego rzędu. Elementy teorii reprezentacji funkcji tensorowych. Różniczkowanie funkcji tensorowych po tensorach.
5. Różniczkowanie i całkowanie pól tensorowych. Pola tensorowe w układach krzywoliniowych.

Ćwiczenia audytoryjne

Rozwiązywanie konkretnych problemów związanych z teorią prezentowaną w trakcie wykładu.

4. Efekty uczenia się			
Numer efektu	Opis efektu uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się zgodnie z 8. PRK	Sposób weryfikacji efektów uczenia*
Wiedza			
1	Absolwent zdobywa podstawową wiedzę z teorii rachunku tensorowego w zakresie operacji tensorowych i własności tensorów	P8S_WG	Prace domowe/egzamin
2	Absolwent zdobywa podstawową wiedzę z zakresu zastosowania rachunku tensorowego w mechanice (tj. rozkład spektralny, grupy symetrii)	P8S_WG	Prace domowe/egzamin
3	Absolwent potrafi przenieść zdobytą wiedzę na swój obszar badawczy i poprawnie opisywać swoje wyniki w publikacjach	P8S_WK	Ocena aktywności w trakcie zajęć
Umiejętności			
1	Absolwent potrafi rozwiązywać problemy znalezienia reprezentacji tensorowej różnego rzędu w dowolnej bazie oraz wykonywać działania na tensorach.	P8S_UW	Prace domowe/egzamin
2	Absolwent potrafi rozwiązać problem wartości własnej dla tensora drugiego rzędu i podać interpretację wyników.	P8S_UW	Prace domowe/egzamin
3	Absolwent potrafi analizować grupę symetrii tensora lub funkcji tensora oraz dokonywać różniczkowania i całkowania pola tensorowego w dowolnym układzie krzywoliniowym	P8S_UW	Prace domowe/egzamin / Ocena aktywności w trakcie zajęć
4	Absolwent potrafi zastosować poznane techniki rachunku tensorowego w swojej dziedzinie badawczej oraz zastosować w pracach na rzecz przemysłu	P8S_UW	Ocena aktywności w trakcie zajęć
Komunikowanie się			
1	Absolwent potrafi w jasny i rygorystyczny sposób komunikować swoje wyniki w międzynarodowym środowisku naukowym	P8S_UK	Egzamin/ Ocena aktywności w trakcie zajęć
Kompetencje społeczne			
1	Absolwent jest gotowy do myślenia i działania w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.	P8S_KO	Ocena aktywności w trakcie zajęć
2	Absolwent jest gotowy do krytycznej oceny osiągnięć reprezentowanej dyscypliny naukowej, z uwzględnieniem istniejącej literatury oraz wskazania własnego wkładu w rozwój tej dyscypliny	P8S_KK	Ocena aktywności w trakcie 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; test



SZKOŁA DOKTORSKA IPPT PAN

5. Kryteria oceny

Aktywność w trakcie zajęć, prace domowe, wynik egzaminu ustnego

6. Literatura

Literatura podstawowa:

[1] M.A. Aklonis, V.V. Goldberger Tensor Calculus with Applications. World Scientific, 2003

[2] M. Itskov, Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers. II ed., Springer, 2010.

Literatura uzupełniająca:

[1] J. Ostrowska-Maciejewska, K. Kowalczyk-Gajewska. Rachunek Tensorowy w Mechanice Ośrodków Ciągłych. Biblioteka Mechaniki Stosowanej, IPPT PAN, Warszawa, 2013. [In Polish]

[2] S. Sahaee, P. Wriggers Tensor Calculus and Differential Geometry for Engineers, Springer, 2023

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

Lp.	Opis	Liczba godzin
1	godziny kontaktowe z wykładowcą wynikające z planu	45
2	Godziny kontaktowe z wykładowcą w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów itp.	15
3	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych	25
4	godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia	15
Sumaryczny nakład pracy studenta		100
Liczba punktów ECTS		4

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