

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2018/2019

Wydział Fizyki, Matematyki i Informatyki

Kierunek studiów: Fizyka techniczna

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: FT

Stopień studiów: I

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

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                       |
|-----------------------------------------|-----------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Mechanika płynów      |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Mechanics of Continua |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WFMiI FT oIS C6 18/19 |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 4.00                  |
| SEMESTRY                                | 4                     |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | SEMINARIUM | PROJEKT |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|------------|---------|
| 4       | 30     | 30        | 0            | 0                                | 0          | 0       |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zaznajomienie się z tensorowym opisem własności ośrodków ciągłych.

**Cel 2** Podstawowe modele płynów: i) płyn doskonały ii) płyn Newtonowski iii) płyny nienewtonowskie

**Cel 3** Konstruowanie modeli płynów z uwzględnieniem specyficznych warunków: statyka, przepływy ustalone, transport ciepła.

Cel 4 Technologiczne i medyczne zastosowania hydrodynamiki i) hydrotransport ii) hemodynamika

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

1 Podstawy analizy matematycznej, algebry wektorów i fizyki ogólnej

2 Podstawy mechaniki i elektrodynamiki

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** ma wiedzę w zakresie stosowania algebry i analizy wektorów i tensorów w opisie naprężeń, odkształceń i przepływów w ośrodkach - odpowiednio - sprężystych i płynnych

**EK2 Wiedza** zna podstawowe modele ośrodków ciągłych: sprężystych, lepkosprężystych, płynów doskonałych, cieczy newtonowskich i wybranych nienewtonowskich w zakresie relacji konstytutywnych i równań ruchu

**EK3 Wiedza** zna podstawowe zjawiska hydrodynamiczne użyteczne w technice, nauce i życiu codziennym

**EK4 Umiejętności** potrafi konstruować modele zjawisk hydrodynamicznych na podstawie relacji konstytutywnych oraz równań bilansu odpowiednich wielkości fizycznych

**EK5 Umiejętności** potrafi stosować znane rozwiązania analityczne do konkretnych problemów inżynierskich w zakresie: fal akustycznych w ośrodkach sprężystych, przepływów ustalonych płynów idealnych i newtonowskich, ruchów falowych płynów

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| ĆWICZENIA |                                                        |                  |
|-----------|--------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH | LICZBA<br>GODZIN |
| C1        | kierunki główne tensorów gradient pola wektorowego     | 2                |
| C2        | reszta                                                 | 28               |

| WYKŁAD |                                                                                     |                  |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP     | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                              | LICZBA<br>GODZIN |
| W1     | podstawy algebry tensorów kartezjańskich                                            | 2                |
| W2     | tensor odkształceń i tensor naprężeń                                                | 2                |
| W3     | uogólnione prawo Hooke'a, stałe sprężyste, stabilność mechaniczna                   | 2                |
| W4     | fale mechaniczne w ośrodkach sprężystych, równanie Christoffela i relacje dyspersji | 2                |
| W5     | Eulera i Lagrange'a opis przepływów, pochodna materialna                            | 2                |
| W6     | hydrostatyka                                                                        | 2                |

| WYKŁAD     |                                                                                                                              |                  |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP         | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                       | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W7</b>  | równanie ciągłości, równanie dyfuzji, lokalne prawa zachowania                                                               | 2                |
| <b>W8</b>  | równanie bilansu pędu, równanie bilansu energii, relacje konstytutywne                                                       | 2                |
| <b>W9</b>  | lepkość, równanie Naviera-Stokesa                                                                                            | 2                |
| <b>W10</b> | przepływy płynów nielepkich, równanie Eulera, adiabata Poissona, paradoks d'Alemberta, równanie Bernoulliego                 | 2                |
| <b>W11</b> | analityczne rozwiązania równania Naviera-Stokesa dla lepkich płynów barotropowych, przepływ Couette'a, przepływ Poiseuille'a | 2                |
| <b>W12</b> | anizotropia lepkości, ciekłe kryształy, płyny nienewtonowskie                                                                | 2                |
| <b>W13</b> | zlinearyzowane równanie Naviera-Stokesa, fale dźwiękowe, fale tętna, fale powierzchniowe na granicach ośrodków               | 2                |
| <b>W14</b> | turbulencje, chaos deterministyczny, metody badania stabilności rozwiązań,                                                   | 2                |
| <b>W15</b> | wprowadzenie do metod numerycznych, modele dynamiczne, meteorologia                                                          | 2                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Zadania tablicowe

**N3** Praca w grupach

## 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                                                               | 60                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 15                                                      |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 10                                                      |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 20                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 15                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 0                                                       |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>120</b>                                              |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 4.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Zadanie tablicowe

**F2** Odpowiedź ustna

**F3** Kolokwium

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Egzamin ustny

**P2** Kolokwium

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                                                                                               |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | obecność na zajęciach                                                                                         |
| NA OCENĘ 3.0        | znajomość zapisu wektorów i tensorów w kartezjańskich układach współrzędnych                                  |
| NA OCENĘ 3.5        | j.w. plus fizyczne znaczenie tensorów naprężeń i odkształceń                                                  |
| NA OCENĘ 4.0        | j.w. plus związki iloczynu wektorowego z tensorami antysymetrycznymi i kierunki główne tensorów symetrycznych |

|                     |                                                                                                                                                              |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 4.5        | j.w. plus tensory w krzywoliniowych układach współrzędnych                                                                                                   |
| NA OCENĘ 5.0        | j.w. plus znaczna biegłość w praktycznym użyciu rachunku tensorowego                                                                                         |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 2.0        | obecność na zajęciach                                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 3.0        | znajomość podstawowych pojęć w rozróżnianiu ośrodków ciągłych, prawa zachowania-bilansu                                                                      |
| NA OCENĘ 3.5        | j.w. plus tensorowy zapis relacji konstytutywnych i ich podstawowych konsekwencji doświadczalnych prawa zachowania-bilansu w postaci różniczkowej i całkowej |
| NA OCENĘ 4.0        | j.w. plus opis zjawisk w przepływach przez przewody                                                                                                          |
| NA OCENĘ 4.5        | j.w. z dowodami twierdzeń i zakresem ich stosowalności                                                                                                       |
| NA OCENĘ 5.0        | j.w. plus znaczna biegłość w praktycznym budowaniu modeli ośrodków ciągłych                                                                                  |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 2.0        | obecność na zajęciach                                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 3.0        | j.w. plus podstawowe prawa dot. ośrodków ciągłych                                                                                                            |
| NA OCENĘ 3.5        | j.w. plus zapis tensorowy                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 4.0        | j.w. plus dowody twierdzeń łączących postaci różniczkowe i całkowite praw                                                                                    |
| NA OCENĘ 4.5        | j.w. plus znajomość szczegółowych rozwiązań analitycznych i problemów do modelowania numerycznego                                                            |
| NA OCENĘ 5.0        | j.w. plus znaczna biegłość w formułowaniu problemów hydrodynamicznych                                                                                        |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 2.0        | obecność na zajęciach                                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 3.0        | j.w. plus jakościowe rozumienie r. Christoffela i Naviera-Stokesa                                                                                            |
| NA OCENĘ 3.5        | j.w. plus postaci całkowite i różniczkowe                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 4.0        | j.w. z uwzględnieniem anizotropii i nienewtonowskich relacji konstytutywnych                                                                                 |
| NA OCENĘ 4.5        | j.w. plus znajomość analitycznych i numerycznych metod rozwiązań                                                                                             |
| NA OCENĘ 5.0        | j.w. plus znaczna biegłość w rozwiązywaniu problemów praktycznych                                                                                            |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |                                                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 2.0        | obecność na zajęciach                                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 3.0        | j.w. plus jakościowy opis fal sprężystych w kryształach, rozwiązywanie problemów hydrostatycznych                                                            |

|              |                                                                                                                                                       |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.5 | j.w. plus związek dyspersji fal akustycznych w ośrodkach anizotropowych z symetrią, rozwiązywanie problemów 2D za pomocą potencjałów i funkcji prądu, |
| NA OCENĘ 4.0 | j.w. plus jakościowe znajomość efektów turbulencji i chaosu                                                                                           |
| NA OCENĘ 4.5 | j.w. plus praktyczne rozwiązywanie problemów hydrodynamiki z uwzględnieniem stateczności rozwiązań                                                    |
| NA OCENĘ 5.0 | j.w. plus znaczna biegłość w rozwiązywaniu problemów analitycznych i stawianiu zadań numerycznych                                                     |

## 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_W01,<br>K_W07,<br>K_W08,<br>K_W15                                            | Cel 1           | C1 C2             | N1                    | F1 P2         |
| EK2               | K_W01,<br>K_W02,<br>K_W07,<br>K_W08,<br>K_W15                                  | Cel 1           | C1 C2 W3          | N2                    | F2 P2         |
| EK3               | K_W01,<br>K_W02,<br>K_W07,<br>K_W08,<br>K_W15, K_U10                           | Cel 3           | W6 W7             | N1                    | F1            |
| EK4               | K_U01, K_U06,<br>K_U10                                                         | Cel 4           | W5 W7             | N2                    | F1 F2 P1      |
| EK5               | K_U01, K_U06,<br>K_U10                                                         | Cel 4           | W6                | N2                    | P1 P2         |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | R. Gryboś — *Mechanika płynów*, Warszawa, 1998, PWN  
[2] | L. Landau, E. Lifszyc — *Hydrodynamika*, Warszawa, 2009, PWN

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | J. Nye — *Properties of crystals*, Oxford, 1987, Oxford  
[2] | L. Landau, E. Lifszyc — *Teoria Sprężystości*, Warszawa, 2009, PWN

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

prof. dr hab. Piotr Zieliński (kontakt: Piotr.Zielinski@ifj.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 prof. Piotr Zieliński (kontakt: Piotr.Zielinski@ifj.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....