

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2016/2017

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Inżynieria Biomedyczna

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: L

Stopień studiów: I

Specjalności: Biomechanika urazów, Inżynieria kliniczna

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Mechanika przepływu krwi
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Mechanics of blood flow
KOD PRZEDMIOTU	L415
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	2.00
SEMESTRY	6

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

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
6	15	15	0	0	0	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studentów z właściwościami reologicznymi krwi i ścianek dużych naczyń krwionośnych

**Cel 2** Zapoznanie studentów z zagadnieniami ustalonego przepływu krwi w sztywnych naczyniach krwionośnych

**Cel 3** Zapoznanie studentów z zagadnieniami pulsacyjnego przepływu krwi w dużych naczyniach krwionośnych

**Cel 4** Zapoznanie studentów z zagadnieniami pomiaru ciśnienia i strumienia przepływu krwi

Cel 5 Nabycie umiejętności pracy w zespole

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

1 Zaliczone przedmioty: Fizyka, Mechanika płynów

#### 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna modele reologiczne krwi i materiału ścianek dużych naczyń krwionośnych

**EK2 Umiejętności** Student potrafi wyznaczyć lepkość krwi oraz odkształcalność i moduł sprężystości materiału ścianki tętnicy

**EK3 Wiedza** Student zna prawo Hagen - Poiseuille'a

**EK4 Umiejętności** Student potrafi wyznaczyć straty ciśnienia przy przepływie krwi przez odcinek tętnicy i przez zastawki sercowe

**EK5 Wiedza** Student zna metodę Womersley'a i Fry'ego analizy przepływu pulsacyjnego krwi

**EK6 Umiejętności** Student potrafi wyznaczyć profil prędkości w pulsacyjnym przepływie krwi przy zadanym sinusoidalnie zmiennym gradiencie ciśnienia

**EK7 Wiedza** Student zna metody pomiaru ciśnienia i strumienia przepływu krwi

#### 6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	Właściwości fizyczne i reologiczne krwi oraz innych płynów biologicznych. Właściwości mechaniczne ścianek naczyń krwionośnych	2
<b>W2</b>	Równania Navier - Stokesa opisujące ruch krwi. Analiza ustalonego przepływu krwi w dużych naczyniach krwionośnych.	5
<b>W3</b>	Analiza pulsacyjnego przepływu krwi w dużych naczyniach krwionośnych. Metoda Womersley'a i Fry'ego badania ruchu pulsacyjnego krwi. Niestabilność przepływu pulsacyjnego	6
<b>W4</b>	Metody pomiaru ciśnienia i strumienia przepływu krwi	2

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>C1</b>	Wyznaczanie lepkości krwi i innych płynów biologicznych. Obliczanie wartości naprężenia stycznego na ściankach naczyń krwionośnych. Wyznaczanie wartości modułu sprężystości materiału ścianki tętnicy	4

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>C2</b>	Wyznaczanie spadków ciśnienia w przepływie przez nieodkształcalne naczynia krwionośne. Wyznaczanie spadków ciśnienia w przepływie przez zastawki sercowe.	5
<b>C3</b>	Wyznaczanie rozkładów prędkości i wartości strumienia przepływu w pulsacyjnym ruchu krwi. Wyznaczanie szybkości fali tętna	4
<b>C4</b>	Wyznaczanie ciśnienia i strumienia przepływu krwi w dużych naczyniach krwionośnych	2

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Zadania tablicowe

**N3** Konsultacje

**N4** Prezentacje multimedialne

## 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	4
Egzaminy i zaliczenia w sesji	4
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	22
Opracowanie wyników	0
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	0
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>60</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	2.00

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium

F2 Test

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Konieczność uzyskania oceny pozytywnej z każdego efektu kształcenia

W2 Ocena końcowa ustalana jest na podstawie średniej arytmetycznej ocen ze wszystkich przeprowadzonych testów

### KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Student nie zna modeli reologicznych do opisu właściwości krwi
NA OCENĘ 3.0	Student zna wybrane modele reologiczne płynów reostabilnych
NA OCENĘ 3.5	_____
NA OCENĘ 4.0	_____
NA OCENĘ 4.5	_____
NA OCENĘ 5.0	_____
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Student nie zna metod oznaczania lepkości krwi
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi wyliczyć wartość lepkości krwi na podstawie przytoczonych parametrów pomiaru
NA OCENĘ 3.5	_____
NA OCENĘ 4.0	_____
NA OCENĘ 4.5	_____
NA OCENĘ 5.0	_____
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Student nie potrafi objaśnić podstawowych pojęć ruchu płynu lepkiego w rurce
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi wykorzystać prawo Hagen - Poiseuille'a do wyznaczenia lepkości przepływającej krwi
NA OCENĘ 3.5	_____

NA OCENĘ 4.0	_____ -
NA OCENĘ 4.5	_____ -
NA OCENĘ 5.0	_____ -
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Student nie zna zależności oporów przepływu od prędkości krwi
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi wyliczyć spadek ciśnienia w przepływie przez prosty odcinek naczynia krwionośnego
NA OCENĘ 3.5	_____ -
NA OCENĘ 4.0	_____ -
NA OCENĘ 4.5	_____ -
NA OCENĘ 5.0	_____ -
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 2.0	Student nie zna podstawowych pojęć przepływu pulsacyjnego
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi zdefiniować liczbę Womersley'a i podać jej interpretację fizyczną
NA OCENĘ 3.5	_____ -
NA OCENĘ 4.0	_____ -
NA OCENĘ 4.5	_____ -
NA OCENĘ 5.0	_____ -
EFEKT KSZTAŁCENIA 6	
NA OCENĘ 2.0	Student nie zna równań opisujących pulsacyjny ruch krwi w naczyniach krwionośnych
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi wyznaczyć zmiany w czasie profilu prędkości w ruchu pulsacyjnym krwi
NA OCENĘ 3.5	_____ -
NA OCENĘ 4.0	_____ -
NA OCENĘ 4.5	_____ -
NA OCENĘ 5.0	_____ -
EFEKT KSZTAŁCENIA 7	
NA OCENĘ 2.0	Student nie potrafi objaśnić podstawowych pojęć ruchu krwi w naczyniach krwionośnych

NA OCENĘ 3.0	Student zna metody pomiaru strumienia przepływu krwi
NA OCENĘ 3.5	_____ -
NA OCENĘ 4.0	_____ -
NA OCENĘ 4.5	_____ -
NA OCENĘ 5.0	_____ -

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1		Cel 1	C1	N1 N2 N3 N4	F1 F2
EK2		Cel 2	C2	N1 N2 N3 N4	F1 F2
EK3		Cel 2	C2	N1 N2 N3 N4	F1 F2
EK4		Cel 2	C2	N1 N2 N3 N4	F1 F2
EK5		Cel 3	C3	N1 N2 N3 N4	F1 F2
EK6		Cel 4	C3 C4	N1 N2 N3 N4	F1 F2
EK7		Cel 4 Cel 5	C4	N1 N2 N3 N4	F1 F2 P1

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Lee Waite, Jerry Fine — *Applied Biofluid Mechanics*, New York, 2002, McGraw - Hill
- [2] | Krishnan Chandran, Ajit Yoganathan, Stanley Rittgers — *Biofluid Mechanics*, New York, 2007, CRC Press
- [3] | Andrzej Pilawski — *Podstawy biofizyki*, Warszawa, 1981, PZWL

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Ryszard Gryboś — *Podstawy mechaniki płynów*, Warszawa, 2002, PWN

[2 ] Eustachy Burka, Tomasz Nałęcz — *Mechanika płynów w przykładach. Teoria, zadania, rozwiązania*, Warszawa, 1994, PWN

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

prof. dr hab. inż. Kazimierz Rup (kontakt: [krup@pk.edu.pl](mailto:krup@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 prof.dr hab.inż. Kazimierz Rup (kontakt: [krup@pk.edu.pl](mailto:krup@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....