

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2016/2017

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Mechanika i Budowa Maszyn

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: M

Stopień studiów: II

Specjalności: Aparatura i Instalacje Przemysłowe, Budowa i Badania Pojazdów Samochodowych, Mechanika Konstrukcji i Materiałów, Silniki Spalinowe, Urządzenia Chłodnicze i Klimatyzacyjne, Zastosowanie Informatyki w Budowie Maszyn

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Aeromechanika z elementami mechaniki płynów
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Aeromechanics with Elements of Fluid Mechanics
KOD PRZEDMIOTU	M904
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty podstawowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	2.00
SEMESTRY	1

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

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

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studentów z zagadnieniami opływu ciał stałych

**Cel 2** Zapoznanie studentów z zagadnieniami turbulentnej warstwy przyściennej

**Cel 3** Zapoznanie studentów z zagadnieniami propagacji małych zaburzeń w gazie

Cel 4 Zapoznanie studentów z opisem izentropowych i nieizentropowych przepływów gazu doskonałego

Cel 5 Nabycie umiejętności pracy w zespole

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

1 Znajomość rachunku różniczkowego i całkowego, znajomość mechaniki płynów na poziomie I stopnia kształcenia

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna koncepcję warstwy przyściennej i równania warstwy przyściennej

**EK2 Umiejętności** Student potrafi oszacować grubość warstwy przyściennej na opływającym cieple, definiuje też naprężenia styczne, efektywne w przepływie turbulentnym

**EK3 Wiedza** Student definiuje prędkość dźwięku w gazie pozostającym w spoczynku lub poruszającym się z określoną prędkością

**EK4 Umiejętności** Student klasyfikuje przepływy gazu. Zna wzory wynikające z bilansu masy, pędu i energii do opisu ruchu gazów

**EK5 Wiedza** Student wykorzystując wiedzę z dynamiki gazów jest w stanie określić warunki w jakich gaz może osiągnąć prędkość naddźwiękową

**EK6 Umiejętności** Student potrafi określić parametry gazu za falą uderzeniową

**EK7 Kompetencje społeczne** Student współpracuje w zespole

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	Potencjalny opływ profilu. Siła oporu czołowego i siła unoszenia. Teoria warstwy przyściennej. Równania laminarnej warstwy przyściennej, całkowita postać równań warstwy przyściennej	4
<b>W2</b>	Opis turbulentnej warstwy przyściennej, uśrednianie wielkości po czasie. Równania turbulentnej warstwy przyściennej. Naprężenia ścinające, efektywne, lepkość turbulentna	4
<b>W3</b>	Propagacja małych zaburzeń ciśnienia i gęstości w gazie. Równanie fali płaskiej (Równanie Helmholtza). Prędkość dźwięku w ciałach. Liczba Macha, klasyfikacja przepływów gazu. Propagacja dźwięku w gazie poruszającym się	2
<b>W4</b>	Równania opisujące stacjonarne przepływy gazu doskonałego w tym równania wynikające z bilansu masy i energii, wzory opisujące parametry spiętrzenia i parametry krytyczne, liczba Laval'a	3
<b>W5</b>	Ustalony, jednowymiarowy przepływ gazu przez kanał o zmiennym przekroju poprzecznym. Równanie Hugoniota. Przepływ gazu w kanałach zbieżnych i zbieżno - rozbieżnych. Dysza geometryczna, dysza termiczna i masowa	2

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>C1</b>	Wyznaczanie sił oporu czołowego i sił unoszenia działających na opływany profil	2
<b>C2</b>	Przybliżone metody rozwiązywania równań Prandtla. Wyznaczanie profilu prędkości w warstwie przyściennej	3
<b>C3</b>	Wyznaczanie zmian lepkości turbulentnej w obszarze przepływu. Wyznaczanie efektywnego naprężenia stycznego w obszarze przepływu.	3
<b>C4</b>	Obliczanie prędkości dźwięku w gazie i innych ciałach	2
<b>C5</b>	Wyznaczanie parametrów gazu w zakresie przepływu podkrytycznego i nadkrytycznego na podstawie znanych parametrów spiętrzenia i przeciwcisnienia. Pomiar prędkości w naddźwiękowym strumieniu gazu za pomocą rurki Pitota	5

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Zadania tablicowe

N3 Dyskusja

N4 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	5
Egzaminy i zaliczenia w sesji	5
<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	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

### OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

B1 Test

### KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Student nie zna koncepcji warstwy przyściennej

NA OCENĘ 3.0	Student wyróżnia dwa podobszary przepływu w sąsiedztwie ciała opływanego
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 równań warstwy przyściennej laminarnej i turbulentnej
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi oszacować grubość warstwy przyściennej, potrafi wyznaczyć zmiany lepkości turbulentnej w prostym przepływie
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 zna wzorów do wyliczenia prędkości dźwięku w gazie
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi wyznaczyć wartości prędkości dźwięku w gazach doskonałych
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 klasyfikacji ruchu gazów, nie zna też wzorów opisujących parametry spiętrzenia gazu
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi wyznaczyć prędkość gazu w przepływie poddźwiękowym znając jego parametry spiętrzenia
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 sposobów przyśpieszania ruchu gazu do prędkości naddźwiękowych
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi wykorzystać dyszę zbieżno - rozbieżną do przyśpieszania gazu w zakresie prędkości naddźwiękowych
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 pojęć dotyczących fali uderzeniowej
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi wyznaczyć wybrane parametry gazu za falą uderzeniową
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 angażuje się w prace zespołu
NA OCENĘ 3.0	Student wykonuje fragment przydzielonego zadania
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	K2_W02 K2_W13 K2_UP03 K2_UP08	Cel 1	C1	N1 N2 N3 N4	F1 F2
EK2	K2_W02 K2_W13 K2_UP03 K2_UP08	Cel 1	C1 C2	N1 N2 N3 N4	F1 F2
EK3	K2_W02 K2_W13 K2_UP03 K2_UP08	Cel 2	C3	N1 N2 N3 N4	F1 F2
EK4	K2_W02 K2_W13 K2_UP03 K2_UP08	Cel 3	C4	N1 N2 N3 N4	F1 F2
EK5	K2_W02 K2_W13 K2_UP03 K2_UP08	Cel 4	C4 C5	N1 N2 N3 N4	F1 F2
EK6	K2_W02 K2_W13 K2_UP03 K2_UP08	Cel 4	C5	N1 N2 N3 N4	F1 F2
EK7	K2_W02 K2_W13 K2_UP03 K2_UP08	Cel 5	C1 C2 C3 C4 C5	N1 N2 N3 N4	P1

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Ryszard Gryboś — *Podstawy mechaniki płynów*, Warszawa, 2002, PWN
- [2] | Kazimierz Rup — *Aerodynamika w inżynierii bezpieczeństwa*, Kraków, 2010, Wyd. PK
- [3] | Kazimierz Rup — *Procesy przenoszenia zanieczyszczeń w środowisku naturalnym*, Warszawa, 2006, WNT

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA**

[1 ] **Eustachy Burka, Tomasz Nałęcz** — *Mechanika płynów w przykładach. Teoria, zadania, rozwiązania*, Warszawa, 1998, PWN

[2 ] **Frank White** — *Fluid Mechanics*, Boston, 2008, McGraw - Hill

**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)

.....