

**KARTA PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	studia stacjonarne:	<b>M#2-S1-MiBM-707</b>
	studia niestacjonarne:	<b>M#2-N1-MiBM-703</b>
Nazwa przedmiotu	<b>Termodynamika II</b>	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	<b>Thermodynamics II</b>	
Obowiązuje od roku akademickiego	<b>2024/2025</b>	

**USYTUOWANIE PRZEDMIOTU W SYSTEMIE STUDIÓW**

Kierunek studiów	<b>MECHANIKA I BUDOWA MASZYN</b>
Poziom kształcenia	<b>I stopień</b>
Profil studiów	<b>ogólnoakademicki</b>
Forma i tryb prowadzenia studiów	<b>Studia stacjonarne i niestacjonarne</b>
Zakres	<b>wszystkie</b>
Jednostka prowadząca przedmiot	<b>Katedra Mechaniki i Procesów Ciepłych</b>
Koordinator przedmiotu	<b>dr hab. Robert Pastuszko, prof. PŚk</b>
Zatwierdził	<b>dr hab. Jakub Takosoglu, prof. PŚk, Dziekan Wydziału Mechatroniki i Budowy Maszyn</b>

**OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU**

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	<b>Przedmiot kierunkowy</b>	
Status przedmiotu	<b>Obowiązkowy</b>	
Język prowadzenia zajęć	<b>Polski</b>	
Usytuowanie w planie studiów - semestr	studia stacjonarne	<b>Semestr VII</b>
	studia niestacjonarne	<b>Semestr VII</b>
Wymagania wstępne	<b>Termodynamika I</b>	
Egzamin (TAK/NIE)	<b>TAK</b>	
Liczba punktów ECTS	<b>3</b>	

Forma prowadzenia zajęć		wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	inne
Liczba godzin w semestrze	studia stacjonarne:	<b>15</b>		<b>15</b>		
	studia niestacjonarne:	<b>9</b>		<b>9</b>		

**EFEKTY UCZENIA SIĘ**



Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Posiada wiedzę w zakresie stosowania II zasady termodynamiki do układów konwersji energii.	MiBM1_W02 MiBM1_W16
	W02	Posiada wiedzę w zakresie własności mieszanin gazów i mieszanin dwufazowych, powietrza wilgotnego i jego przemian.	MiBM1_W02 MiBM1_W16
	W03	Ma podstawową wiedzę na temat silników cieplnych i obiegów chłodniczych oraz zależności wyrażających ich sprawność, rozumie podstawową teorię układów chłodniczych	MiBM1_W02 MiBM1_W16
	W04	Posiada wiedzę o procesie spalania paliw stałych, ciekłych i gazowych.	MiBM1_W02 MiBM1_W16
	W05	Zna budowę i zasadę działania kalorymetru.	MiBM1_W02 MiBM1_W16
	W06	Posiada podstawowe wiadomości o wymianie ciepła.	MiBM1_W02 MiBM1_W16
Umiejętności	U01	Potrafi stosować narzędzia matematyczne do rozwiązywania problemów odnoszących się do zasad termodynamiki. Umie zinterpretować otrzymane wyniki.	MiBM1_U01 MiBM1_U03 MiBM1_U04 MiBM1_U20 MiBM1_U21
	U02	Umie interpretować termogramy. Potrafi korzystać z podstawowych mechanizmów wymiany ciepła.	MiBM1_U01 MiBM1_U03 MiBM1_U04 MiBM1_U20 MiBM1_U21
	U03	Posiada wystarczającą sprawność obliczeniową w zakresie wyznaczania parametrów powietrza wilgotnego, i współczynników COP i EER.	MiBM1_U01 MiBM1_U03 MiBM1_U04 MiBM1_U20 MiBM1_U21
	U04	Potrafi wykorzystywać procedury dotyczące bilansowania energii i ma wiedzę w zakresie wykorzystania II zasady termodynamiki w układach konwersji energii.	MiBM1_U01 MiBM1_U03 MiBM1_U04 MiBM1_U20 MiBM1_U21
Kompetencje społeczne	K01	Ma świadomość, jaki wpływ na środowisko naturalne ma sposób wytwarzania energii, praca urządzeń wytwarzających energię (silników cieplnych i in.) oraz urządzeń chłodniczych.	MiBM1_K02 MiBM1_K03 MiBM1_K06
	K02	Student ma świadomość konieczności podporządkowania się zasadom pracy w zespole.	MiBM1_K02 MiBM1_K03 MiBM1_K06

**TREŚCI PROGRAMOWE**



Forma zajęć*	Treści programowe
wykład	Zastosowanie II zasady termodynamiki do układów konwersji energii. Wyznaczanie sprawności obiegów silnikowych i współczynników wydajności energetycznej/chłodniczej pomp ciepła, chłodziarek i klimatyzatorów. Przykłady obiegów silnikowych. Sprężarki wirnikowe i tłokowe. Rury cieplne. Pompy ciepła. Obiegi chłodnicze, chłodziarki sprężarkowe i sorpcyjne. Własności czynników chłodniczych, fluorowane gazy cieplarniane. Wykres $p-h$ , tabele nasycenia czynnika chłodniczego, wykres jednostopniowego sprężarkowego układu chłodniczego. Podstawowe elementy urządzeń chłodniczych. Mieszanki gazów doskonałych i prawo Daltona. Gazy rzeczywiste, równania stanu $p-v-T$ dla gazów rzeczywistych. Różniczkowe równania stanu. Równania Maxwella i inne zależności różniczkowe. Powietrze wilgotne i jego przemiany. Wykres Moliera dla powietrza wilgotnego. Podstawowe wiadomości o wymianie ciepła (przewodzenie, przejście, promieniowanie, przenikanie). Podstawowe wiadomości o procesie spalania, spalanie całkowite i zupełne, ciepło spalania i wartość opałowa, zapotrzebowanie powietrza do spalania – współczynnik nadmiaru, skład spalin.
laboratorium	Pomiar temperatury. Wyznaczanie pola temperatur metodą termowizyjną. Pomiar ciśnień. Badanie rury ciepła Prawo Boyle'a - Mariotte'a (przemiana izotermiczna). Przemiana izochoryczna. Zależność stanu skupienia od temperatury i ciśnienia. Wyznaczanie stałej kalorymetru. Wyznaczanie współczynnika efektywności energetycznej pompy ciepła (COP) i/lub współczynnika wydajności chłodniczej chłodziarki/klimatyzatora (EER).

### METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia (zaznaczyć X)					
	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Kolokwium	Projekt	Sprawozdanie	Inne
W01		x				
W02		x				
W03		x				
W04		x				
W05		x				
W06		x				
U01		x				
U02		x			x	
U03		x			x	
U04		x			x	
K01						x
K02						x



**FORMA I WARUNKI ZALICZENIA**

Forma zajęć*	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład	egzamin	Pozytywne zaliczenie końcowego egzaminu. Uzyskanie co najmniej 50 % punktów.
laboratorium	zaliczenie z oceną	Pozytywne zaliczenie sprawozdań z zajęć. Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną.

**NAKŁAD PRACY STUDENTA**

Bilans punktów ECTS												
Lp.	Rodzaj aktywności	Obciążenie studenta										Jednostka
		studia stacjonarne					studia niestacjonarne					
		W	C	L	P	S	W	C	L	P	S	
1.	Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów	15		15			9		9			h
2.	Inne (konsultacje, egzamin)	4		2			4		2			h
3.	<b>Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>	<b>36</b>					<b>24</b>					h
4.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>	<b>1,4</b>					<b>1,0</b>					ECTS
5.	<b>Liczba godzin samodzielnej pracy studenta</b>	<b>39</b>					<b>51</b>					h
6.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy</b>	<b>1,6</b>					<b>2,0</b>					ECTS
7.	<b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b>	<b>38</b>					<b>38</b>					h
8.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym</b>	<b>1,5</b>					<b>1,5</b>					ECTS
9.	<b>Sumaryczne obciążenie pracą studenta</b>	<b>75</b>					<b>75</b>					h
10.	<b>Punkty ECTS za moduł</b> <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>	<b>3</b>										ECTS

**LITERATURA**

1. Staniszewski B.: Termodynamika, PWN, Warszawa 1986
2. Wiśniewski S.: Termodynamika Techniczna, Wydawnictwo Naukowe PWN, WNT, 2023
3. Szargut J.: Termodynamika, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2013
4. Wrześniński Z.: Termodynamika (eBook), Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2023
5. Whaley P.B., Basic Engineering Thermodynamics, Oxford Science Publications, Oxford 1999





Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



6. Logan E., Jr., Thermodynamics and Applications, Marcel Dekker, Inc., 1999
7. Cengel Y.A., Boles M.A.: Thermodynamics – an Engineering Approach, McGraw-Hill, 2015
8. van Wylen G., Sonntag R., Borgnakke C., Fundamentals of Classical Thermodynamics, IV ed., John Wiley & Sons, 1993
9. Bayazitoglu, Y. Ozisik, Necati M.: Elements of Heat Transfer . McGraw-Hill Book Company, New York, 1988
10. Howell, J. R. : Fundamentals of engineering thermodynamics, New York McGraw-Hill Book Company, 1987
11. Moran M. J., Shapiro H. N.: Fundamentals of engineering thermodynamics, John Wiley & Sons, 1998
12. Pomiary cieplne – praca zbiorowa, WNT, Warszawa, 1995
13. Ambroziak A. (red.): Laboratorium z termodynamiki i dynamiki przepływów, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 1995



Politechnika Świętokrzyska  
Kielce University of Technology

Projekt „Dostosowanie kształcenia w Politechnice  
Świętokrzyskiej do potrzeb współczesnej gospodarki”  
nr FERS.01.05-IP.08-0234/23



Wydział Mechatroniki  
i Budowy Maszyn