



Termodynamika

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Mechanika i Budowa Maszyn	Cykl dydaktyczny 2023/2024	
Specjalność -	Kod przedmiotu RMBMN.li4.00725.23	
Jednostka organizacyjna Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki	Języki wykładowe polski	
Poziom kształcenia Studia inżynierskie I stopnia	Obligatoryjność Obowiązkowy	
Forma studiów Niestacjonarne	Blok zajęciowy Przedmioty ogólne	
Profil studiów Ogólnoakademicki	Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak	
Koordynator przedmiotu	Paweł Madejski	
Prowadzący zajęcia	Paweł Madejski, Piotr Michalak, Michał Karch, Tomasz Kuś, Jerzy Wojciechowski	
Okres Semestr 3	Forma zaliczenia Egzamin	Liczba punktów ECTS 6
	Forma prowadzenia i godziny zajęć Wykład: 16 Ćwiczenia audytoryjne: 14 Ćwiczenia laboratoryjne: 8	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Przekazanie wiedzy z zakresu podstawowych praw i zasad termodynamiki
C2	Zapoznanie studentów z podstawowymi metodami i technikami rozwiązywania zadań z termodynamiki technicznej
C3	Zapoznanie studentów z technikami i czujnikami pomiarowymi do wyznaczania podstawowych parametrów stanu układu termodynamicznego
C4	Uświadomienie słuchaczom znaczenia procesów termodynamicznych w pracy urządzeń technicznych i w środowisku

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	Ma elementarną wiedzę w zakresie termodynamiki technicznej jako dyscypliny inżynierskiej powiązanej z inżynierią mechaniczną i materiałową	MBM1A_W07	Aktywność na zajęciach, Udział w dyskusji, Wykonanie ćwiczeń, Kolokwium, Egzamin, Zaliczenie laboratorium
W2	Zna podstawowe metody i techniki stosowane przy rozwiązywaniu prostych zadań z termodynamiki technicznej	MBM1A_W02	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Egzamin
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	Potrafi stosować termodynamikę do opisu zjawisk fizycznych i modelowania matematycznego wymiany ciepła, masy oraz spalania w procesach technologicznych	MBM1A_U04	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Kolokwium, Egzamin, Sprawozdanie, Zaangażowanie w pracę zespołu, Zaliczenie laboratorium
U2	Potrafi zidentyfikować podstawowe stany i parametry oraz stworzyć model matematyczny układu termodynamicznego	MBM1A_U01	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Kolokwium, Egzamin, Sprawozdanie, Zaliczenie laboratorium
U3	Potrafi przeprowadzić pomiary podstawowych parametrów układu termodynamicznego, opracować oraz wyciągnąć wnioski z uzyskanych rezultatów	MBM1A_U02	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Kolokwium, Egzamin, Sprawozdanie, Zaangażowanie w pracę zespołu, Zaliczenie laboratorium
U4	Potrafi dokonać wyboru przyrządów i metod pomiarowych w celu przeprowadzenia pomiarów parametrów układu termodynamicznego	MBM1A_U02	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Sprawozdanie, Zaangażowanie w pracę zespołu, Zaliczenie laboratorium

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	Student rozumie potrzebę ciągłego dokształcania się oraz podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych	MBM1A_K06	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Kolokwium, Egzamin, Sprawozdanie, Zaangażowanie w pracę zespołu, Zaliczenie laboratorium
K2	Student ma świadomość wpływu procesów termodynamicznych na środowisko społeczne i naturalne	MBM1A_K04	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Zaangażowanie w pracę zespołu
K3	Student rozumie potrzebę działalności twórczej i innowacyjnej oraz konieczność harmonijnej pracy w zespole	MBM1A_K06	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Kolokwium, Egzamin, Sprawozdanie, Zaangażowanie w pracę zespołu

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

Student poznaje podstawowe pojęcia i klasyfikuje układy termodynamiczne. Zna parametry stanu, potrafi je zidentyfikować oraz wyznaczyć ich wartości. Poznaje zasady termodynamiki i ich wykorzystanie do opisu problemów technicznych. Stosuje równanie stanu do opisu czynnika termodynamicznego. Poznaje podstawowe przemiany gazu doskonałego. Potrafi określić sprawność termodynamiczną obiegów. Poznaje metody pomiaru podstawowych parametrów termodynamicznych.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	16
Ćwiczenia audytoryjne	14
Ćwiczenia laboratoryjne	8
Przygotowanie do zajęć	40
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	50
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2
Przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	25
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 155

Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 38
-----------------------------------	----------------------------

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu	Formy prowadzenia zajęć
1.	<p>1. Układ termodynamiczny oraz intensywne i ekstensywne parametry stanu, Zerowa Zasada Termodynamiki, wielkości fizyczne podstawowych parametrów stanu, skale względne i bezwzględne - 2 h</p> <p>2. Energia i jej rodzaje, energia wewnętrzna, zasada zachowania energii, mechanizmy transferu energii, pojęcia ciepła i pracy oraz ich związek z energią, podstawy bilansowania - 2h</p> <p>3. Czynniki termodynamiczne, podział i rodzaje czynników, przemiany fazowe. Równanie stanu gazu, gaz doskonały i półdoskonały. Ciepło właściwe gazów doskonałych i półdoskonałych, pojemność cieplna, średnie ciepło właściwe - 2 h</p> <p>4. Równania stanu gazu rzeczywistego, mieszaniny gazów, udziały masowe, molowe i objętościowe - 2 h</p> <p>5. Podstawy bilansowania układów termodynamicznych, entalpia, I Zasada Termodynamiki, I ZT dla układu zamkniętego i otwartego, praca i procesy konwersji energii, przykłady układów zamkniętych i otwartych (dysze, dyfuzory, turbiny, sprężarki, zawory, komory, rury, kanały, wymienniki ciepła), sprawność procesów konwersji energii - 3 h</p> <p>6. Przemiany termodynamiczne, przemiany charakterystyczne dla gazów doskonałych i półdoskonałych, przemiany odwracalne i nieodwracalne, przemiany powietrza wilgotnego - 2 h</p> <p>7. Obiegi termodynamiczne, entropia, II Zasada Termodynamiki, entropia, odwracalny obieg Carnota, obiegi prawo i lewobieżne, silniki cieplne, chłodziarki i pompy ciepła, sprawność energetyczna obiegu, przykłady obiegów termodynamicznych w technice - 3 h</p>	W1, W2, K1, K2	Wykład

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu	Formy prowadzenia zajęć
2.	<p>1. Układ termodynamiczny, wyznaczenie intensywnych i ekstensywnych parametrów stanu oraz ich jednostek, warunki normalne - 2h</p> <p>2. Bilansowanie układów termodynamicznych, zasada zachowania masy i energii układu termodynamicznego, ciepło i praca - 2 h</p> <p>3. Równanie stanu gazu doskonałego - 2 h</p> <p>4. Ciepło właściwe gazów doskonałych, wyznaczenie średniego ciepła właściwego gazów półdoskonałych, gaz rzeczywisty, mieszaniny gazów - 2 h</p> <p>5. Pierwsza Zasada Termodynamiki, bilansowanie układów, energia wewnętrzna, entalpia - 2 h</p> <p>6. Charakterystyczne przemiany gazów, obiegi termodynamiczne - 2 h</p> <p>7. Druga Zasada Termodynamiki, silniki, chłodziarki, pompy ciepła, sprawność i efektywność obiegu termodynamicznego - 2 h</p>	W1, W2, U1, U2, K1, K2, K3	Ćwiczenia audytoryjne
3.	<p>1. Pomiar temperatury. Przyrządy i metody pomiaru temperatury - 2 h</p> <p>2. Pomiar ciśnienia. Przyrządy i metody pomiaru ciśnienia - 2 h</p> <p>3. Bilansowanie układów termodynamicznych według pierwszej zasady termodynamiki - 2 h</p> <p>4. Pomiar wilgotności. Przemiany powietrza wilgotnego - 2 h</p>	U2, U3, U4, K1, K2, K3	Ćwiczenia laboratoryjne

Informacje rozszerzone

Metody i techniki kształcenia :

Wykład, Metoda ćwiczebna (np. wykonywanie zadań przy tablicy), Praca grupowa, Dyskusja, Mini wykład

Rodzaj zajęć	Metody zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
Wykład	Wykonanie ćwiczeń, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Kolokwium, Egzamin, Sprawozdanie, Zaliczenie laboratorium	
Ćwiczenia audytoryjne	Aktywność na zajęciach, Udział w dyskusji, Kolokwium, Egzamin, Zaangażowanie w pracę zespołu	
Ćwiczenia laboratoryjne	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Kolokwium, Egzamin, Sprawozdanie, Zaangażowanie w pracę zespołu, Zaliczenie laboratorium	

Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu

Ćwiczenia audytoryjne zaliczone na podstawie ocen z kolokwium. Wysokość zaliczenia jest średnią z ocen ze wszystkich kolokwium, może uwzględniać oceny za aktywność na zajęciach. W czasie semestru sposób poprawy niezaliczonych kolokwium i liczbę podejść ustala prowadzący zajęcia. Terminem podstawowym uzyskania zaliczenia jest koniec zajęć w semestrze. Student ma prawo do jednego terminu poprawkowego, w zasadniczej części sesji, w celu uzyskania zaliczenia. Nieobecność na kolokwium powinna być usprawiedliwiona na pierwszych zajęciach po kolokwium. Przy braku usprawiedliwienia, nieobecność jest traktowana jak ocena niedostateczna. Przy braku zaliczenia w terminie podstawowym, przy obliczaniu oceny końcowej w terminach poprawkowych uwzględniane są także oceny niedostateczne (2,0). Ćwiczenia laboratoryjne zaliczane na podstawie zaliczeń z poszczególnych ćwiczeń. Do zaliczenia ćwiczenia konieczne jest poprawne wykonanie opracowania wyników pomiarów (sprawozdania) i zaliczenie podstaw teoretycznych. Wysokość zaliczenia jest średnią z ocen z poszczególnych ćwiczeń. Wszystkie ćwiczenia laboratoryjne muszą zostać zrealizowane a sposób odrabiania nieobecności określa prowadzący dane ćwiczenie. Nieobecność powinna być usprawiedliwiona na pierwszych zajęciach po jej wystąpieniu. Terminem podstawowym uzyskania zaliczenia jest koniec zajęć w semestrze. Student ma prawo do jednego terminu poprawkowego, w zasadniczej części sesji, w celu uzyskania zaliczenia. Przy braku zaliczenia w terminie podstawowym, przy obliczaniu wysokości zaliczenia w terminach poprawkowych uwzględniane są oceny niedostateczne (2,0).
Warunkiem dopuszczenia do egzaminu jest zaliczenie (pozytywna ocena) z ćwiczeń audytoryjnych i laboratoryjnych.

Sposób obliczania oceny końcowej

Ocena końcowa = 0,6 oceny z egzaminu + 0,2 oceny z ćwiczeń laboratoryjnych + 0,2 oceny z ćwiczeń audytoryjnych. Przy wyznaczaniu oceny końcowej brane są pod uwagę oceny niedostateczne (2,0) z wszystkich, niezdaných terminów egzaminów.

Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach

Ćwiczenia audytoryjne: Nieobecność na kolokwium powinna być usprawiedliwiona na pierwszych zajęciach po kolokwium. Przy braku usprawiedliwienia, nieobecność jest traktowana jak ocena niedostateczna.
Ćwiczenia laboratoryjne: wszystkie ćwiczenia muszą zostać zrealizowane. Zajęcia należy zrealizować z inną grupą po ustalaniu tego z prowadzącym ćwiczenie. Przy braku takiej możliwości ćwiczenie należy odrobić w dodatkowym terminie lub na zasadach uzgodnionych z prowadzącym ćwiczenie. Odrabianie zaległych zajęć musi zakończyć się przed zakończeniem zajęć w semestrze.

Wymagania wstępne i dodatkowe

Ukończony kurs z matematyki i fizyki. Znajomość podstaw chemii

Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa

Wykład: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego.
Ćwiczenia audytoryjne: Studenci przystępując do ćwiczeń są zobowiązani do przygotowania się w zakresie wskazanym każdorazowo przez prowadzącego (np. w formie zestawów zadań). Ocena pracy studenta może bazować na wypowiedziach ustnych lub pisemnych w formie kolokwium, co zgodnie z regulaminem studiów AGH przekłada się na ocenę końcową z tej formy zajęć.
Ćwiczenia laboratoryjne: Studenci wykonują ćwiczenia laboratoryjne zgodnie z materiałami udostępnionymi przez prowadzącego. Student jest zobowiązany do przygotowania się w przedmiocie wykonywanego ćwiczenia, co może zostać zweryfikowane kolokwium w formie ustnej lub pisemnej. Zaliczenie zajęć odbywa się na podstawie zaprezentowania rozwiązania postawionego problemu. Zaliczenie modułu jest możliwe po zaliczeniu wszystkich zajęć laboratoryjnych.

Literatura

Obowiązkowa

1. Wiśniewski S., Termodynamika techniczna. WNT, Warszawa 2005
2. Szewczyk W., Wojciechowski J.: Wykłady z Termodynamiki z przykładami zadań. Część I - procesy termodynamiczne. Skrypt AGH, Kraków 2007
3. Szargut J., Termodynamika techniczna. Wyd. Polit. Śląskiej, Gliwice 1998.
4. Banaszek J., Bzowski J., Domański R., Sado J., Termodynamika. Przykłady i zadania. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1998.
5. Kozaczka J., Przykłady obliczeniowe z podstaw termodynamiki, Wydawnictwo Taurus-K, Kraków 2005
6. Szargut J., Guzik A., Górniak H.: Zadania z termodynamiki technicznej. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2001.
7. Madejski J., Termodynamika techniczna, Wydanie 4, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów, 2000
8. Pudlik W. (Red.), Termodynamika, zadania i przykłady obliczeniowe, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk, 2008
9. Bader P., Błogowska K.: Laboratorium termodynamiki. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2008.
10. Nagórski Z., Sobociński R.: Wybrane zagadnienia z termodynamiki technicznej. Zbiór zadań. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2008.
11. Wolańczyk F., Termodynamika, przykłady i zadania, Wydanie 5, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2017

Dodatkowa

1. Luscombe J. H.: Thermodynamics CRS Press London 2018
2. Pauken M., Termodynamika dla Bystrzaków, Helion, 2017
3. Cengel Y., Boles M., Kanoglu M., Thermodynamics – An Engineering Approach, 9th edition, McGraw-Hill, USA, 2019
4. Chich Wu, Thermodynamics and Heat Powered Cycles, A Cognitive Engineering Approach, Nova Science Publisher, New York, USA, 2007

Badania i publikacje

Publikacje

1. Szewczyk W., Wojciechowski J., Wykłady z Termodynamiki z przykładami zadań. Część I - procesy termodynamiczne. Skrypt AGH, Kraków 2007
2. Madejski P., Żymełka P., Wprowadzenie do komputerowych obliczeń i symulacji pracy systemów energetycznych w programie Steag Epsilon® Professional. Wydawnictwo AGH, Kraków 2020
3. Wojciechowski J., Energetyka cieplna. Rozdział 10 Aparatura kontrolno-pomiarowa, s.367-441. TARBONUS, Kraków-Tarnobrzeg, 2008
4. Ziółkowski P., Madejski P., Amiri M., Kuś T., Stasiak K., Subramanian N., Pawlak-Kruczek H., Badur J., Niedzwiecki Ł., Mikielwicz, Thermodynamic analysis of negative CO2 emission power plant using Aspen Plus, Aspen Hysys and Epsilon software
5. Wojciechowski J., Bergander M., J., Schmidt D., P., Hebert D., P., Szklarz M., Condensing Ejektor for Secondo Step Compression In Refrigeration Cycles. 12th International Refrigeration and Air Conditioning Conference At Purdue. July 14 - 17, 2008
6. Madejski P., Żymełka P., Calculation methods of steam boiler operation factors under varying operating conditions with the use of computational thermodynamic modeling, Energy 2020, Vol. 197, s. 1-12

Kierunkowe efekty uczenia się

Kod	Treść
MBM1A_K04	ma świadomość odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania, związane z pracą zespołową
MBM1A_K06	rozumie potrzebę przekazywania społeczeństwu - m.in. poprzez środki masowego przekazu - informacji o osiągnięciach techniki i innych aspektach działalności inżyniera i potrafi przekazać takie informacje w sposób powszechnie zrozumiały
MBM1A_U01	potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, integrować je, dokonywać selekcji i interpretacji oraz wyciągać wnioski i formułować opinie
MBM1A_U02	potrafi dokonywać pomiaru podstawowych wielkości fizycznych, dokonywać analizy zjawisk fizycznych i interpretować zagadnienia techniczne w oparciu o prawa fizyki
MBM1A_U04	potrafi wykorzystywać metody statystyki matematycznej do planowania eksperymentów i działań inżynierskich oraz opracowywania różnych wyników badań
MBM1A_W02	ma wiedzę w zakresie podstaw fizyki konieczną do formułowania i rozwiązywania zadań związanych z inżynierią mechaniczną i inżynierią wytwarzania
MBM1A_W07	ma elementarną wiedzę w zakresie termodynamiki technicznej jako dyscypliny inżynierskiej powiązanej z inżynierią mechaniczną i inżynierią wytwarzania